

KOLDING KOMMUNE

KLIMATILPASNINGSPROJEKT KOLDING Å PUMPE OG SLUSE

ANSØGNING OM ÅREGULERINGSSAG

ADRESSE COWI A/S

Havneparken 1
7000 Vejle

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Indledning	1
2	Midlertidig situation	2
2.1	Forudsætninger	2
2.2	Vandslug	3
3	Permanent situation	6
3.1	Forudsætninger	6
3.2	Vandslug	7
4	Driftssituation af pumpe- og slusebygværket	8
4.1	Lukkehyppighed for sluseporte	9
5	Fiskevenlige pumper	10
6	Opsummering	10
7	Bilag	10

1 Indledning

I forbindelse med etablering af sluse og pumpestation ved udmundingen af Kolding Å, skal der sikres et tilstrækkeligt vandslug ved sluseportenes åbning. Geometrien og placering af pumpe- og slusebygværket er vist i Figur 1-1.

PROJEKTNR.

A239486

VERSION

1.0

UDGIVELSESDATO

04.05.2023

BESKRIVELSE

Ansøgning

UDARBEJDET

MILS

KONTROLLERET

SOH

GODKENDT

SOH



Figur 1-1 Plan over fremtidigt pumpe- og slusebygværk ved udløber af Kolding Å i Kolding Fjord

Denne ansøgning dækker både den midlertidige fase i forbindelse med anlægget af bygværket, samt den permanente fase hvor bygværket er opført og i drift.

Den midlertidige fase er detaljeret beskrevet i Faseplanerne dok.nr. A239486-2-UDB-TEG-041, vedlagt som bilag til denne ansøgning og kan opsummeres til følgende hovedpunkter:

- 1 Etablering af byggegrube til pumpebygværk og slusebygværk
- 2 Støbning af betonkonstruktioner til bygværket
- 3 Montering af sluseporte og øvrige tekniske installationer i bygværket
- 4 Skæring af midlertidig spuns for sluse byggegrube og åbning af sluseporte for fri passage af vand
- 5 Etablering af sydlig pier mellem Marina City og slusebygværket

2 Midlertidig situation

2.1 Forudsætninger

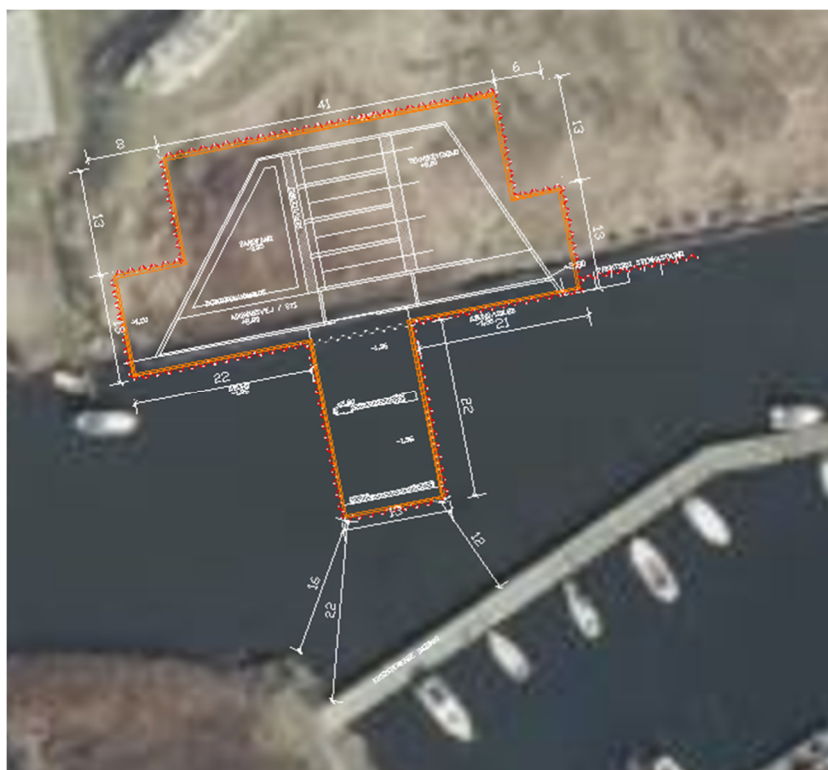
I følgende afsnit listes forudsætningerne for vandslug ved sluseportene i den midlertidige fase i forbindelse med anlæg af bygværket:

- > Der forudsættes normal vandstand i kote 0.00 jf. data fra vandportalen.
- > Bund bredden for Kolding Å er jf. vandløbsregulativet 15,7 meter og med anlæg 3 skråninger.

- > Regulativmæssig bundkote af åen er -1.36. Faktiske opmålinger på stedet viser at bundkoten af åen er i kote -1.10.
- > Anlægsperiode: november 2024 – maj 2025

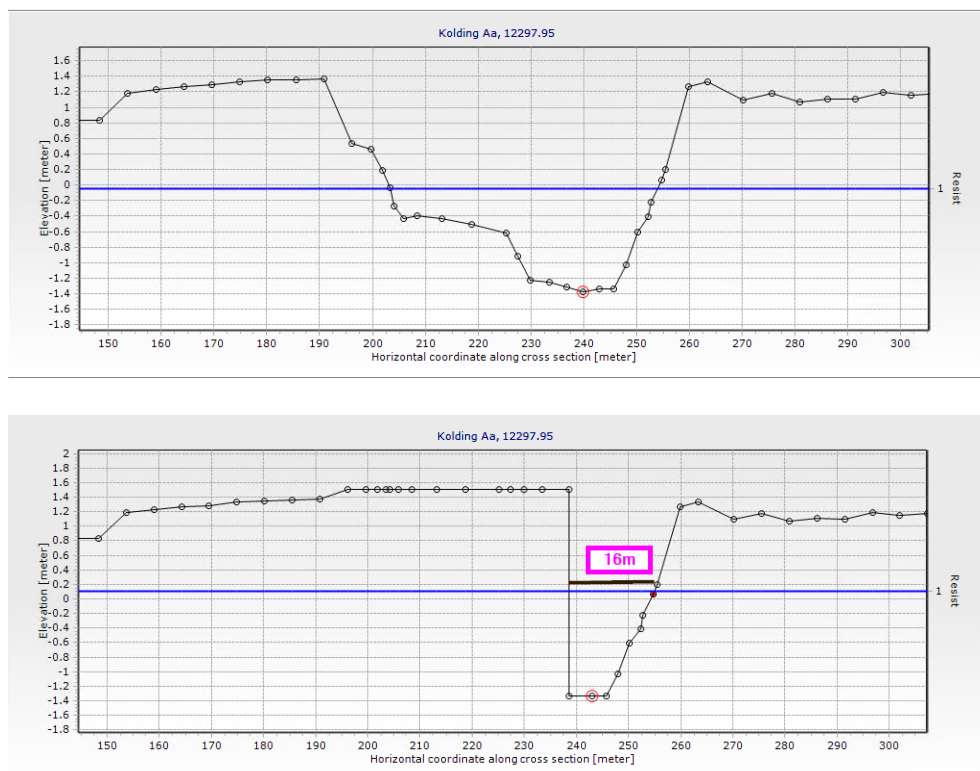
2.2 Vandslug

Ved anlæggelse af sluse- og pumpebygværket omlægges Kolding Å midlertidigt syd om byggegruben for slusekonstruktionen, hvilket medfører at Kolding Å i anlægsperioden indsnævres i forhold til de nuværende forhold.



Figur 2-1 Afstande fra byggegrube til eksisterende bådebro og åbrink i den midlertidige fase.

I forbindelse med den midlertidige fase er der udarbejdet en afstrømningsmodel i MIKE HYDRO hvor sidste tværsnit (svarende til placering af byggegrube til sluseportene) er modificeret svarende til ovenstående tegningsmateriale. Modellen tager udgangspunkt i Mike Hydro modellen opstillet for Kolding Kommune i forbindelse med Skitseprojektet "Kolding pumpe og sluse" COWI



Figur 2-2 Øverst ses det oprindelige tværsnit ved byggegrubens placering. Nederst ses det til modellen modificerede tværsnit med en åbning i overfladen på 16 m.

Da anlægget opføres i vinterhalvåret, er der sandsynlighed for sammenfald med høj afstrømning i Kolding Å. Der er derfor i modellen kørt afstrømninger med gentagelsesperioder på 2, 5, 10 og 20 års hændelser både med normal vandstand i Kolding Fjord og med sammenfald af højvande på 0,5m. Modellen er kørt med konservativt Manningtal på 15. Afstrømningen er påført umiddelbart inden Kolding By med følgende vandføringer:

Tabel 2-1 Beregnede afstrømningshændelser og deres respektive vandføringer.

Afstrømningshændelse	Vandføring (m ³ /s)
T2	16,55
T5	20,48
T10	23,11
T20	25,62

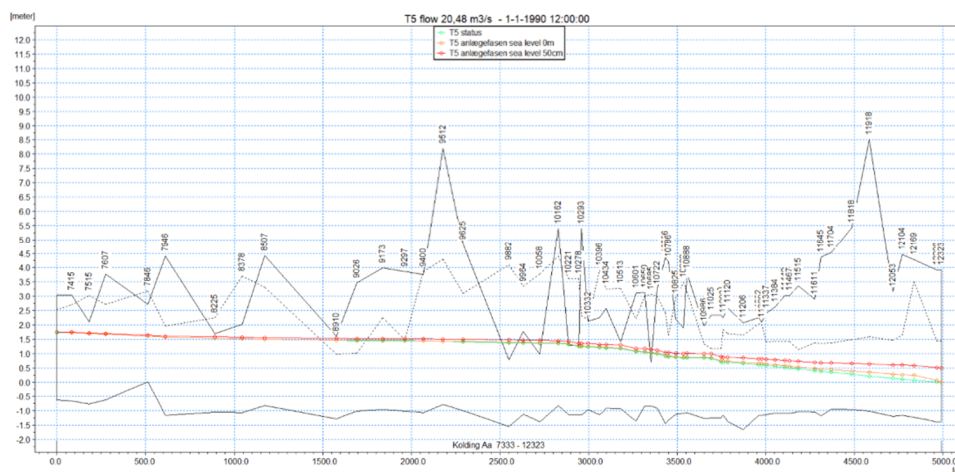
Modelresultaterne er sammenfattet i nedenstående tabel hvor resulterende vandstande kan ses med eksisterende forhold sammenlignet med anlægsfasen.

Tabel 2-2 Modelresultater hvor ændringen i vandstand kan ses for forskellige lokaliteter i Kolding by for forskellige gentagelsesperioder og med både vandstand 0 og 0,5m i Kolding Fjord. (til sammenligning med vandføring under nuværende forhold er vist model kørsel med manning 15 og med manning 20 – manning 15 er benyttet til sammenligning af vandstande med og uden anlægsfase for at bevare en konservativ og robust tilgang).

stationering i modellen	Stednavn	T2 vandstand [m]				T5 vandstand [m]			
		Vandstand i dag (manning 15)	Anlægsfase 0m	Anlægsfase 50cm	Vandstand i dag (manning 20)	Vandstand i dag (manning 15)	Anlægsfase 0m	Anlægsfase 50cm	Vandstand i dag (manning 20)
12104.3	Gangbro v. Trindholmsgade	0.1	0.2	0.6	0.0	0.1	0.3	0.6	0.1
11466.8	Østerbrogade	0.4	0.4	0.7	0.3	0.5	0.6	0.7	0.3
11309.2	Buen	0.5	0.5	0.7	0.4	0.6	0.7	0.8	0.5
11080	Kongebrogade	0.6	0.6	0.8	0.4	0.7	0.7	0.9	0.5
10985.9	Regnbuebroen	0.7	0.7	0.9	0.5	0.8	0.9	1.0	0.7
10721.7	Sønderbro	0.8	0.8	1.0	0.7	1.0	1.0	1.1	0.8
10650	Bredgade	0.9	0.9	1.0	0.7	1.1	1.1	1.2	0.9
10600.6	Ålegården	0.9	0.9	1.0	0.7	1.1	1.1	1.2	0.9
10512.9	Gangbro v. Divelshul	1.0	1.0	1.1	0.8	1.2	1.2	1.3	1.0
10395.9	Vesterbrogade	1.0	1.0	1.1	0.8	1.2	1.2	1.3	1.0
10220.8	Vestre Ringgade	1.1	1.1	1.2	0.9	1.3	1.3	1.4	1.1

stationering i modellen	Stednavn	T10 vandstand [m]				T20 vandstand [m]			
		Vandstand i dag (manning 15)	Anlægsfase 0m	Anlægsfase 50cm	Vandstand i dag (manning 20)	Vandstand i dag (manning 15)	Anlægsfase 0m	Anlægsfase 50cm	Vandstand i dag (manning 20)
12104.3	Gangbro v. Trindholmsgade	0.1	0.3	0.6	0.1	0.1	0.4	0.6	0.1
11466.8	Østerbrogade	0.6	0.6	0.8	0.4	0.6	0.7	0.8	0.4
11309.2	Buen	0.7	0.7	0.9	0.5	0.8	0.8	0.9	0.6
11080	Kongebrogade	0.8	0.8	1.0	0.6	0.9	0.9	1.0	0.7
10985.9	Regnbuebroen	1.0	1.0	1.1	0.8	1.0	1.1	1.2	0.8
10721.7	Sønderbro	1.1	1.1	1.2	0.9	1.2	1.3	1.3	1.1
10650	Bredgade	1.2	1.2	1.3	1.0	1.3	1.3	1.4	1.1
10600.6	Ålegården	1.2	1.2	1.3	1.0	1.3	1.3	1.4	1.1
10512.9	Gangbro v. Divelshul	1.3	1.4	1.4	1.1	1.5	1.5	1.5	1.3
10395.9	Vesterbrogade	1.4	1.4	1.4	1.1	1.5	1.5	1.5	1.3
10220.8	Vestre Ringgade	1.5	1.5	1.6	1.3	1.6	1.6	1.7	1.4

Af ovenstående tabel ses det f.eks. at en 2 års hændelse (T2) med alm vandstand i fjorden vil resultere i en ændring på 10 cm ved gangbro v. trindholmsgade. For en 5 års hændelse med almindelig vandstand i fjorden vil ændringen være op mod 20 cm på før nævnte lokalitet og ellers 10 cm forhøjet vandstand frem til "Buen". For 10 års hændelsen vil ændringen tættest på slusen være 20 cm ellers ens. For 20 års hændelsen vil ændringen være 30 cm tættest på slusen og ens allerede ved "Buen".



Figur 2-3 Længdeprofil med markering af stationeringen som tabel med resultater henviser til. Det ses tydeligt at effekten er størst tættest på byggegruben og aftager så op igennem byen.

Den nuværende åbund ligger gennemsnitlig i ca. kote -1.10 m, men det forventes at åen i anlægsperioden selv vil være med til at regulere tværsnitsarealet, ved at vandet pga. øget vandhastighed gennem indsnævringen er med til at flytter bundmateriale og derved øge tværsnitsarealet.

Ud fra ovenstående vurderes det at opstuvningen under mest kritiske anlægsfase er forholdsvis lokal og ikke vil påvirke risikoen for oversvømmelse af Kolding By i anlægsperioden. I en ekstrem situation med meget høj vandstand i fjorden vil vandet stå over bådebroerne i Mariana syd og afstrømningstværsnittet vil dermed være betydelig forøget.

3 Permanent situation

Efter etablering af pumpe- og slusebygværket, vil Kolding Å blive indsnævret lokalt ved sluseportene i forhold til de nuværende forhold. Der ansøges derfor om tilladelse til regulering af Kolding Å.

I de kommende afsnit oplyses forudsætningerne samt det opnåede vandslug for denne regulering

3.1 Forudsætninger

I dette afsnit listes forudsætningerne for vandslug ved sluseportene i den permanente situation:

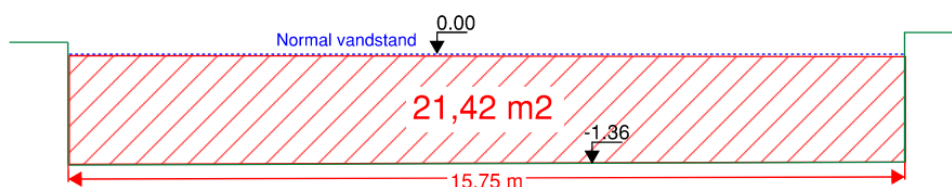
- > To sidehængte sluseporte i hver åbning. Hver har en åbningsbredde på 10 meter. Mellem de to åbninger etableres en midtervæg. Slusen har en total åbningsbredde på 20 meter.
- > Der forudsættes normal vandstand i kote 0.00 jf. data fra vandportalen.
- > Eksisterende vandslug ved nærmeste bro ved Østerbrogade opstrøms skal som minimum opnås.

3.2 Vandslug

Overside kote på fremtidig bundplade ved sluseporte, ønskes placeret en smule højere end den faktiske bund, for at forhindre bundfældning af sedimenter ved sluseportene og dermed modvirker at de kan lukke i forbindelse med højt vandshændelser.

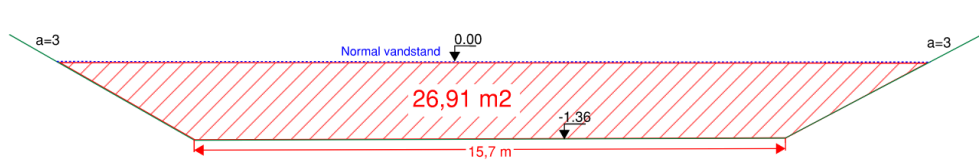
Det vurderes ikke realistisk at opnå et vandslug for den fremtidige sluseport, der modsvarer det nuværende vandslug i Kolding Å, da den er meget bred ved det nuværende udløb.

Der forudsættes at sluseport åbningen minimum skal have samme vandslug, som vandløbsregulativet angiver for den nærliggende bro over Østerbrogade opstrøms. Vandslug for broen er jf. figur 3-1 på 21,42 m².



Figur 3-1 Vandslug for bro over Østerbrogade jf. vandløbsregulativ

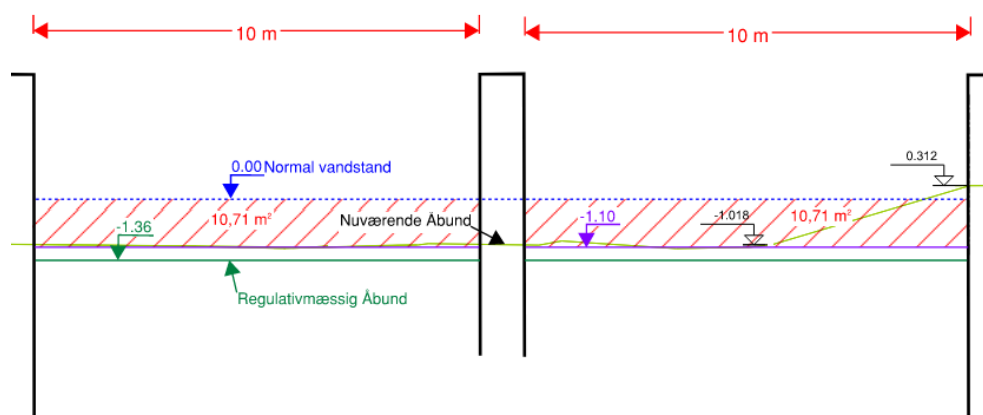
Vandsluget for Kolding Å med en bundbredde på 15,75 m og anlæg 3 skråninger findes til 26,91 m² som vist i den efterfølgende Figur 3-2



Figur 3-2 Vandslug Kolding Å

Vandslug for sluseportåbningen fastsættes til at være minimum 21,42 m², som for broen ved Østerbrogade. Med bredden af sluseportåbningen kendt som 2x10 m, kan den ønskede bundkote fastlægges til $BK = 21,42 \text{ m}^2 / 20 \text{ m} = -1,071 \text{ m}$.

Af hensyn til de nuværende bundforhold jf. opmåling af åen, placeres oversiden af bundpladen i kote -1.10. På Figur 3-3 er ovenstående visualiseret sammen med den regulativmæssige bundkote på -1,36.



Figur 3-3 Vandslug for sluseporte åbning

Fremtidig topkote på bundplade er på ovenstående figur angivet med lilla.

Af opmålingen af den eksisterende åbund, fremgår det at åbunden stiger gradvist op imod træspunsen der afgrænser sedimentdepotet ud mod Kolding Å mod nord. Denne del af åbunden vil i forbindelse med anlægget af pumpe- slusebygværket blive bortgravet, da der skal etableres frit ind og udløb af pumpebygværket.

Den fremtidige nødvendige kote for sluse bundpladen (kote -1.10) ligger en smule lavere end den eksisterende åbund.

I forbindelse med anlægget af pumpe- slusebygværket, etableres der erosions-sikring af åbunden umiddelbart før og efter slusebygværket, for at forhindre at åbunden bliver skyllet væk omkring indløbet og udløbet til pumpebygværket. I forbindelse med dette arbejde foretages en mindre regulering af åbunden hvor den tilpasses sluseportåbningen. Erosionssikringen etableres i kote -1.20 så slusebundpladen er hævet en smule over den omkringliggende åbund, for at modvirke sedimentering.

Vandslug og bundkoter for Kolding Å og sluseåbning er oplistet i tabel 3-1.

Tabel 3-1: Vandslug for Kolding Å og sluseport åbning

Klimatilpasningsprojekt Kolding Å	Vandslug [m ²]	Bundkote
Vandslug ved bro ved Østerbrogade	21,42	-1,36
Kolding Å jf. vandløbsregulativ	26,91	-1.36
Sluseport åbning	22,00	-1.10

4 Driftssituation af pumpe- og slusebygværket

I forbindelse med driften af pumpe- og slusebygværket kan følgende hovedaktiviteter nævnes:

Opgave	Interval
"Motionering" af hydraulik til porte: For at undgå at hydraulikken til sluseportene gror fast, motioneres disse for at sikre cirkulering af hydraulikolien. Dette gøres ved at de to portåbninger på skift lukkes. Varighed forventes at være mindre end 30 min.	1 gang pr. måned
Eftersyn af porte: I forbindelse med eftersyn af hydraulik cylinder etc. ved porte er der behov for at lukke en port ad gangen. Varighed forventes at være 1-2 dage. Kan planlægges i perioder med lav afstrømning af åen.	Hvert 5. år
Udskiftning/ større vedligeholdelse af porte I forbindelse med udskiftning af portene skal der som ved eftersyn af portene afspærres fuldstændigt med skodder. Varighed forventes at være 14 dage. Kan planlægges i perioder med lav afstrømning af åen.	Hvert 25. år

4.1 Lukkehyppighed for sluseporte

I forbindelse med diverse forprojekter for projektet, er der udført analyser af forventet lukkehyppighed for sluseportene. Lukkehyppighederne fra denne analyse er vist i nedenstående tabel angivet som antal lukninger

År	Højvande (kote 1,3-1,4 kritisk)	Skybrud	Totalt
2020	0,3	1 – 3	1,3 – 3,3
2045	0,4 – 1,3	1 – 3	1,4 – 4,3
2070	1,9 – 3,3	1 – 3	2,9 – 6,3
2120	64 – 116	1 – 3	65 – 119

En detaljeret beskrivelse af denne analyse fremgår af dokumentet "Lukkehyppighed for Sluse i Kolding" udarbejdet af COWI dateret d. 26. oktober 2020, som er vedlagt denne ansøgning som bilag.

5 Fiskevenlige pumper

Til projektet er der af hensyn til driftssikkerheden af pumperne og fiskebestanden i Kolding Å valgt at benytte snekekpumper i bygværket.

Dokumentation for pumpernes fiskevenlighed er vedlagt som bilag til nærværende ansøgning.

Grundet pumpernes fiskevenlighed tænkes der ikke udført nogen afgitring foran pumperne ud over et grovgitter med en maskevidde på ca. 200 mm.

6 Opsummering

Med nærværende ansøgning vedr. åregulering af Kolding Å, vurderes den fremtidige regulering i den midlertidige og permanente fase ikke at have negativ påvirkning af Kolding Ås vandføringsevne og fiskebestand eller mulighed for fiskepassage.

Ansøgningen belyser, at vandstanden i Kolding Å i forbindelse med den midlertidige fase under anlægget at bygværket ikke stiger til et kritisk niveau på trods af at tværsnitsarealet i åen reduceres.

Det belyses ligeledes, at der i den permanente fase ikke er behov for at regulere den nuværende åbund nævneværdigt for at opnå et tilstrækkeligt vandslug i de fremtidige sluseporte.

7 Bilag

Bilag A:	A239486-2-UDB-TEG-041	Faseplaner
Bilag B:	A239486-2-UDB-TEG-043	Situationsplan
Bilag C:	Dokumentation for fiskevenlighed fra pumpeleverandører	
Bilag D:	Lukkehyppighed for Sluse i Kolding	

MAJ 2023
KOLDING KOMMUNE

KLIMATILPASNINGSPROJEKT KOLDING Å PUMPE OG SLUSE

ANSØGNING OM ÅREGULERINGSTILLADELSE
BILAG A



Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.
.
.
.
.

Kolding Kommune
Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Faseplaner

PROJEKTNR. A239486
TEGN./UDARB. TMRA/
KONTROLLERET MILS
GODKENDT SOH

BEMÆRKNINGER

MÅL

Udbudsmateriale - Entreprise A

DATO 25.04.2023

DOKUMENTNR.	VERSION
A239486-2-UDB-TEG-041	1.0

Tegningsnr.	Tekst	Rev.	Dato	Rev. dato
S01	Indholdsfortegnelse	1.0	25.04.2023	
S02	Noter	1.0	25.04.2023	
S03	Fase 1	1.0	25.04.2023	
S04	Fase 2	1.0	25.04.2023	
S05	Fase 3	1.0	25.04.2023	
S06	Fase 4	1.0	25.04.2023	
S07	Fase 5	1.0	25.04.2023	
S08	Fase 6	1.0	25.04.2023	
S09	Fase 7	1.0	25.04.2023	
S10	Fase 8	1.0	25.04.2023	
S11	Fase 9	1.0	25.04.2023	
S12	Fase 10	1.0	25.04.2023	

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2
Koter refererer til DVR90

VER. | DATO | BEMÆRKNINGER | TEGN./UDARB. | KONTROL | GODKENDT

Kolding Kommune Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Indholdsfortegnelse

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

BEMÆRKNINGER

MÅL

Udbudsmateriale - Entreprise A

DATO 25.04.2023

COWI COWI A/S
Havneparken 1
7100 Vejle
Danmark

Tlf +45 56 40 00 00
Fax +45 56 40 99 99
www.cowi.dk

DOKUMENTNR.

S01

VERSION

1.0

Noter:

Nærværende Faseplaner indeholder principtegninger for udførelsesfaserne. For nøjagtig udformning af strukturelle elementer henvises til øvrige tegninger og beskrivelser.


Arbejder beskrevet i en given fase skal forudsættes udført i den angivne rækkefølge. Aktiviteter i hver fase nummeres med fasenummeret og et løbenummer i form af bogstaver.

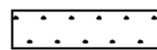
Signaturforklaring:

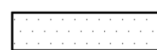
♦ ♦ ♦ ♦ ♦ Pæle

— Afstivning

 Cementstabilisering

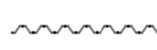
 Forbelastning

 Gytje

 Åbund

 Adgangsvej

 Beton

 Spunsvæg

 Belægning

 Friktionsfyld

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.
.
.
.
.

Kolding Kommune

Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Noter

PROJEKTNR. A239486
TEGN./UDARB. TMRA/
KONTROLLERET MILS
GODKENDT SOH

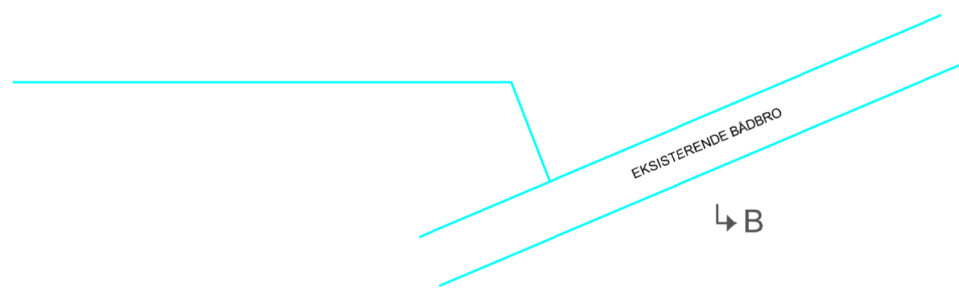
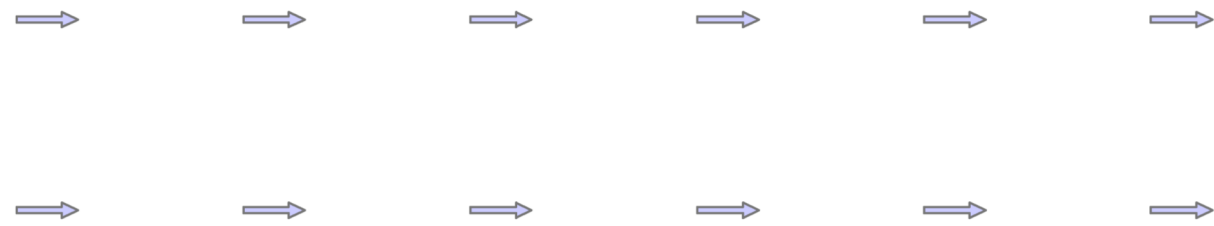
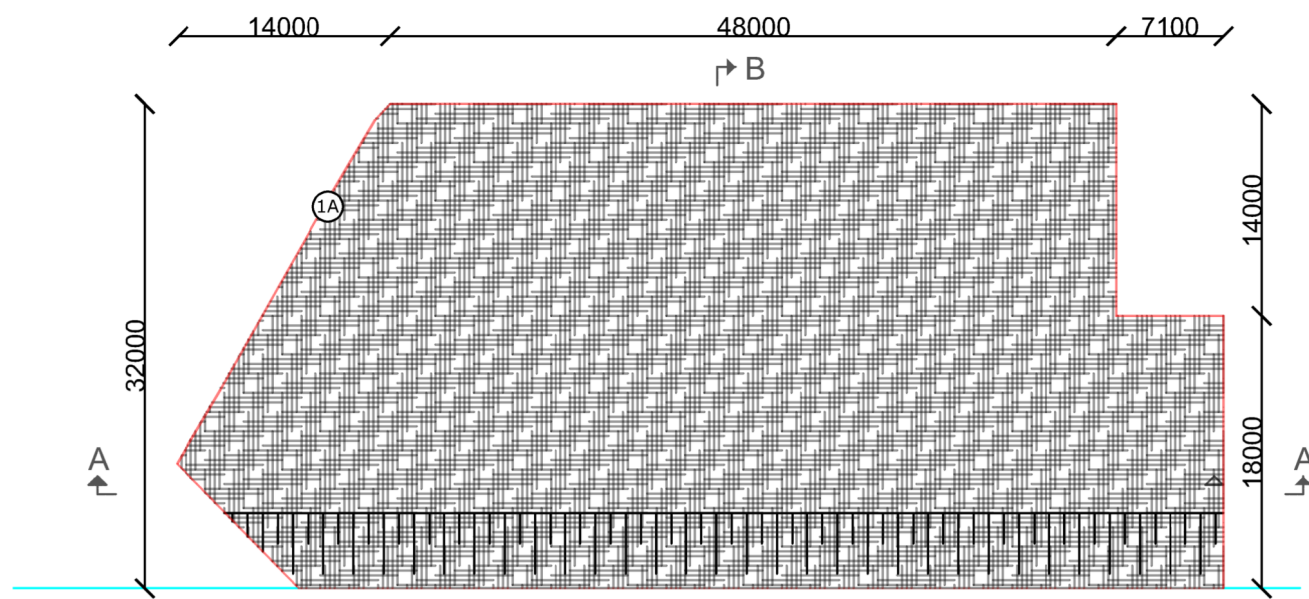
BEMÆRKNINGER

MÅL

Udbudsmateriale- Entreprise A

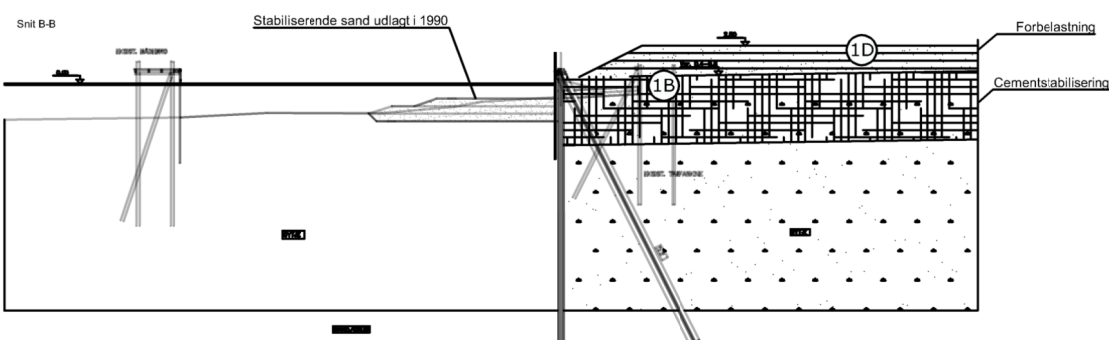
DATO 25.04.2023

DOKUMENTNR.	VERSION
S02	1.0



Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2
Koter refererer til DVR90

Fase 1:
Snit A-A



Fase 1: Forberedende arbejder

- 1A. Cementstabilisering fra eksisterende terræn (kote + 0.4-0.8) til 4,5 m.u.t.
- 1B. Demontering af eksisterende ankre
- 1C. Udlægning af markeringsnet for adskillelse mellem sedimentdepot og rent sand for nedlukning og forkonsolidering.
- 1D. Etapevis udlægning af sand over cementstabiliseringen til kote +2,0 - 2,5 m. Sand udlægges i 4 etaper i følgende lagtykkelser, 1,0 m, 1,5 m, 1,8 m og 1,0 m. For udlægning af hvert sandlag omslutes randzonen mod eksisterende træspunsvæg med geonet minimum 5 m ind under og over sandlaget.

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT

Kolding Kommune Klimatilpassningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 1	PROJEKTNR.	A239486
	TEGN./UDARB.	TMRA/
	KONTROLLERET	MILS
	GODKENDT	SOH
	MÅL	1:500
	DATO	2023-04-25

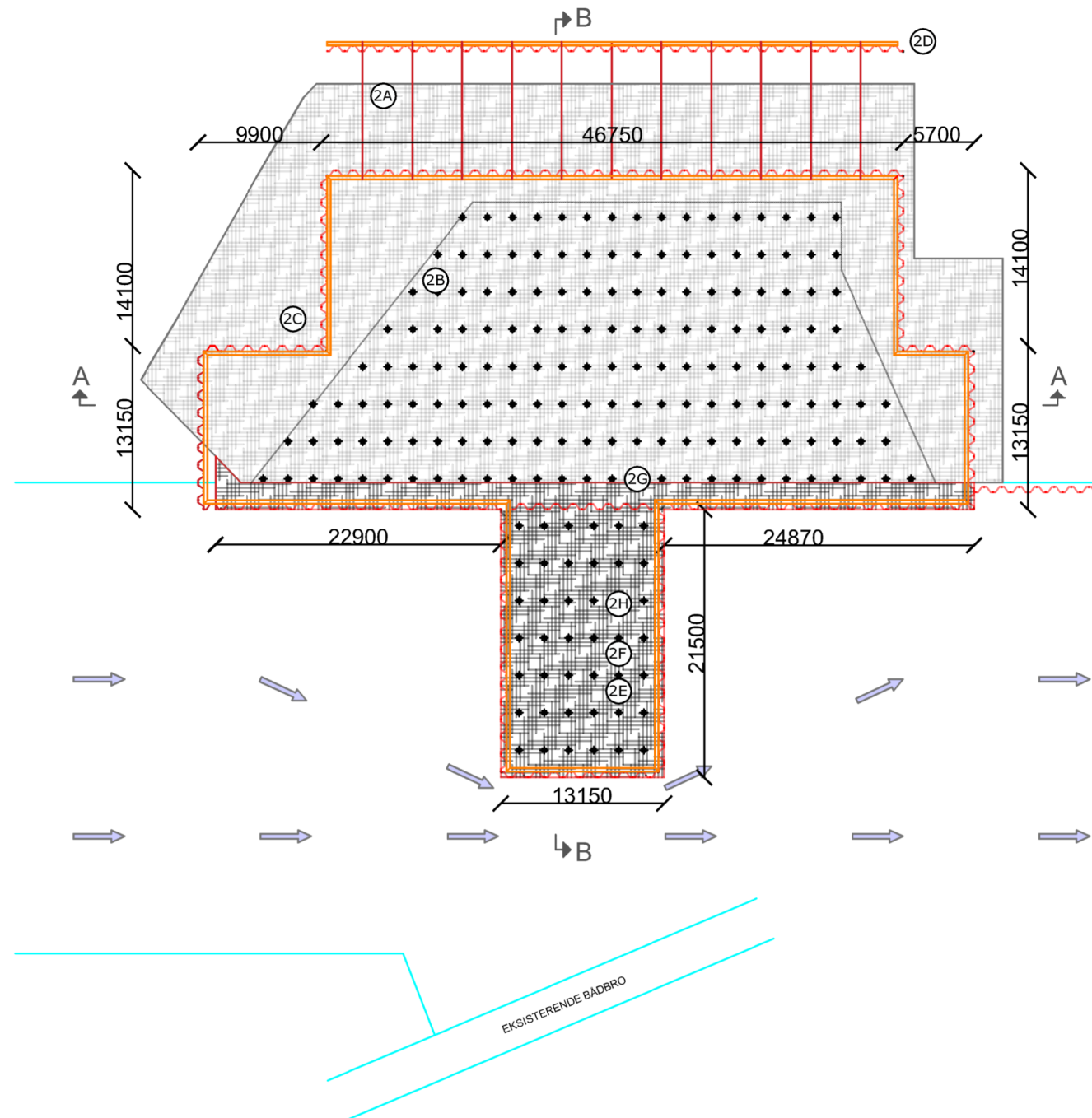
BEMÆRKNINGER

Udbudsmateriale - Entreprise A

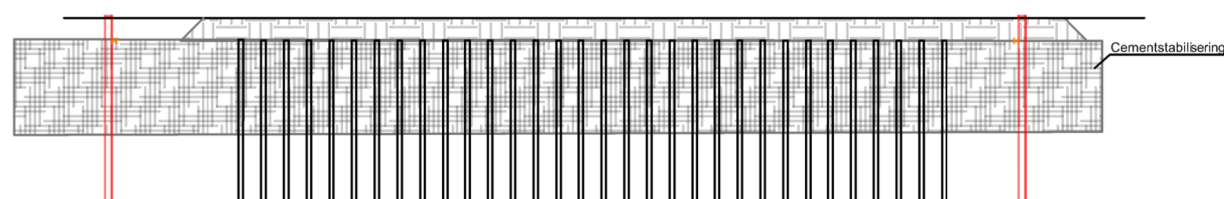
COWI COWI A/S
Havneparken 1
7100 Vejle
Danmark

Tlf +45 56 40 00 00
Fax +45 56 40 99 99
www.cowi.dk

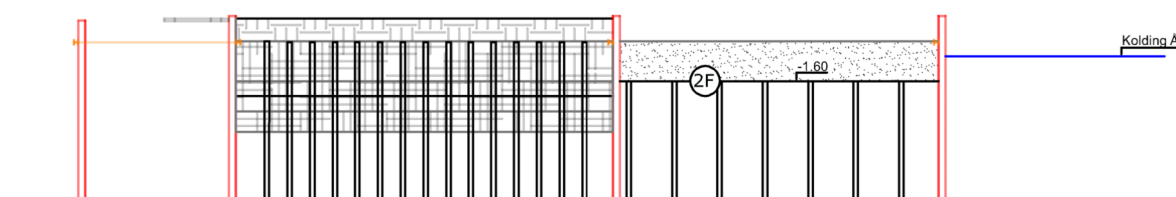
DOKUMENTNR.	VERSTON
A239486-2-UDB-TEG-041	1.0



Snit A-A



Snit B-B



Fase 2: Installering af spuns og pæle.

- 2A. Adgangsvej fra Årøvej til byggefelt
- 2B. Ramning af pæle i pumpebygværk, dykkes
- 2C. Ramning af spuns samt etablering af byggegrube
- 2D. Etablering af ankerspuns og ankerstænger
- 2E. Tørholdelse af slusegrube
- 2F. Udlægning af sand, kote +2.0, slusegrube
- 2G. Kapning af spuns mellem sluse- og pumpegrube.
- 2H. Ramning af pæle i slusegrube, dykkes

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT

Kolding Kommune Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 2

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

BEMÆRKNINGER

MÅL 1:500

DATO 2023-04-25

Udbudsmateriale - Entreprise A

COWI
COWI A/S
Havneparken 1
7100 Vejle
Danmark

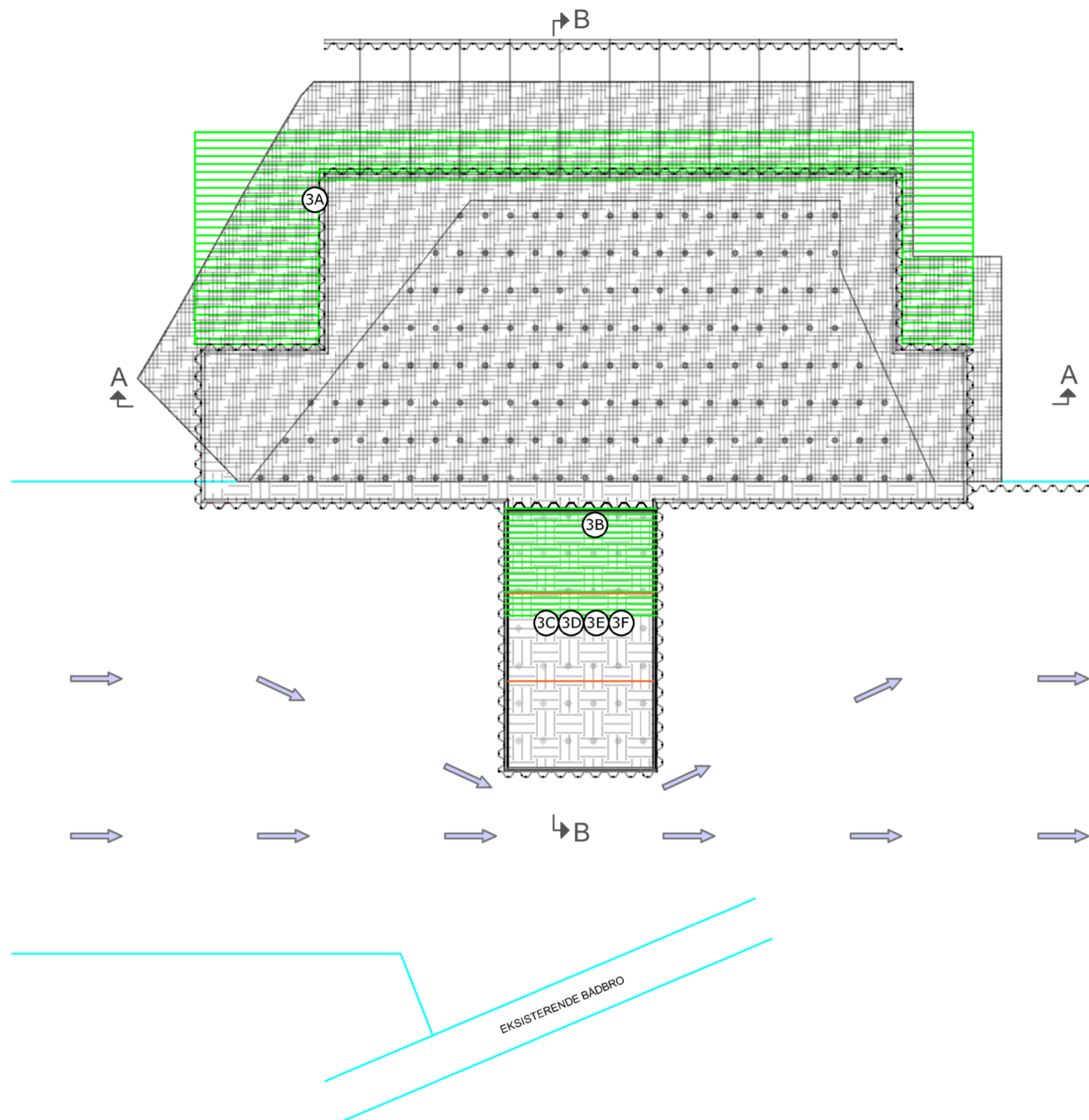
Tlf +45 56 40 00 00
Fax +45 56 40 99 99
www.cowi.dk

DOKUMENTNR.

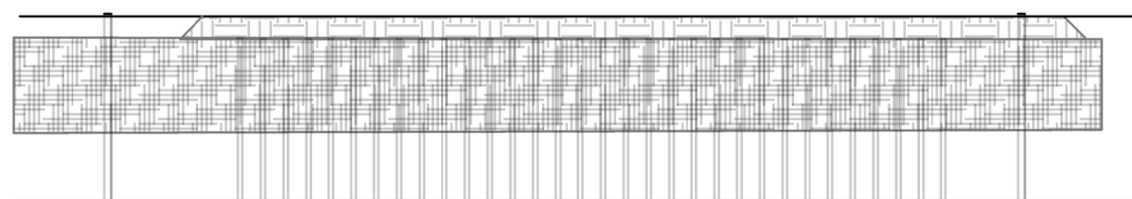
S04

VERSION

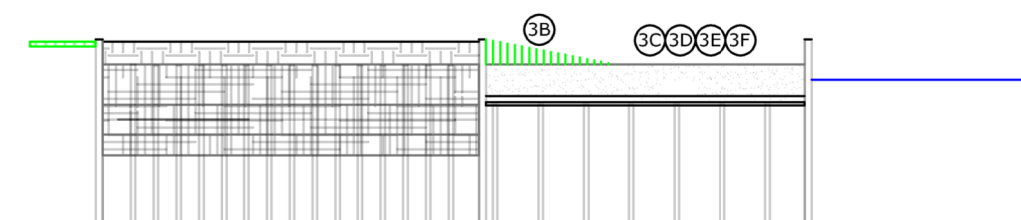
1.0



Snit A-A



Snit B-B



Fase 3: Udgravning, udlægning og støbning i slusegrube

3A. Etablering af adgangsvej for tunge køretøjer omkring pumpegrube. Max belastning 20 kN/m³

3B. Etablering af adgangsvej til slusegrube. Max belastning 20 kN/m³

3C. Udgravning, kote -1.6 slusegrube

3D. Afstivning af slusegrube

3E. Udlægning af ral og støbning af renselag

3F. Støbning af bundplade

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.
.
.
.
.

Kolding Kommune Klimatilpassningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 3

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA /

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

BEMÆRKNINGER

MÅL 1:500

Udbudsmateriale - Entreprise A

DATO 2023-04-25

COWI

COWI A/S
Havneparken 1
7100 Vejle
Danmark

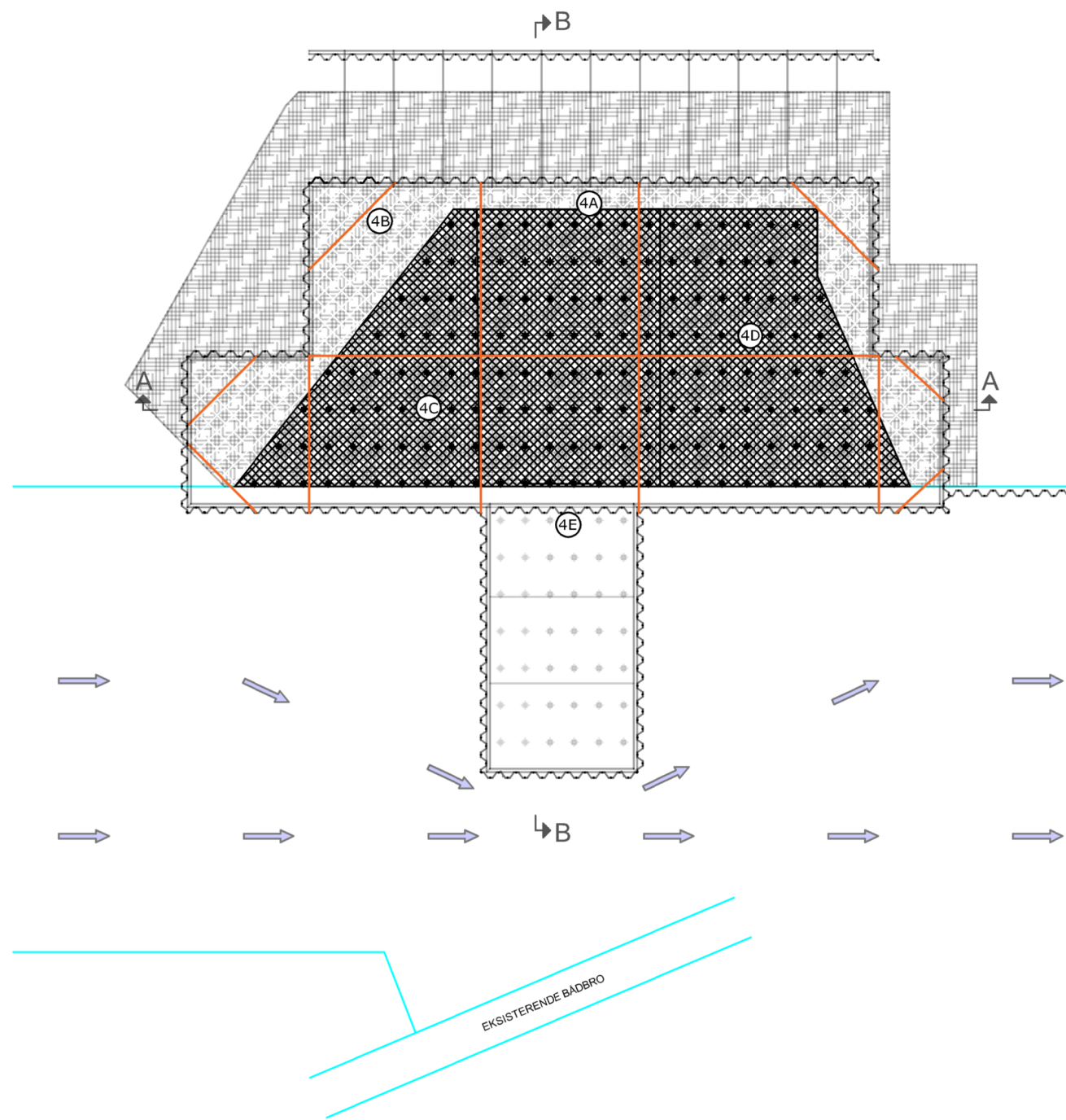
Tlf +45 56 40 00 00
Fax +45 56 40 99 99
www.cowi.dk

DOKUMENTNR.

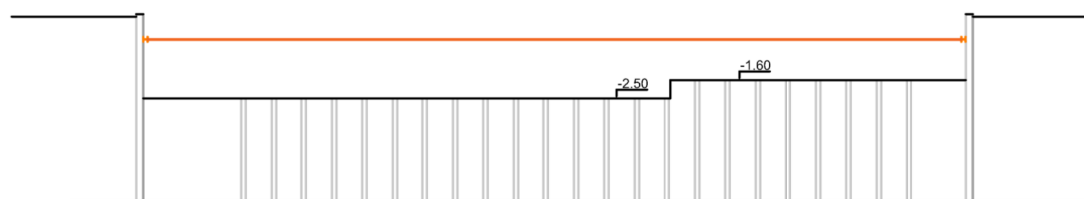
S05

VERSION

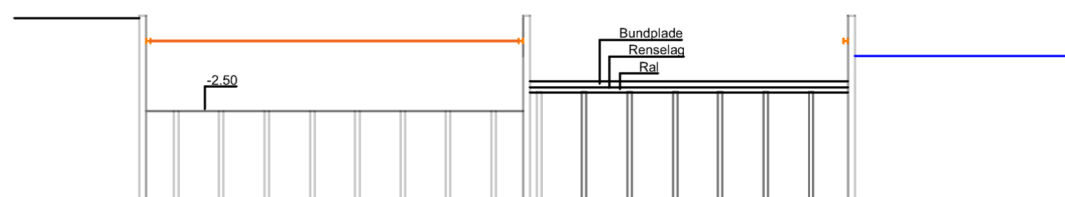
1.0



Snit A-A



Snit B-B



Fase 4: Udgravning, udlægning og støbning i Pumpegrube

4A. Udgravning til kote -0.5

4B. Afstivning af pumpegrube

4C. Indløbsbygværk og pumpebygværk. Udgravning, udlægning af ral og støbning af bundplade (Støbes ud til spuns)

4D. Udløbsbygværk. Udgravning, udlægning af ral og støbning af bundplade (Støbes ud til spuns)

4E. Skæring af spuns mellem pumpegrube og slusegrube

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.
.
.
.

Kolding Kommune

Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 4

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

BEMÆRKNINGER

MÅL 1:500

Udbudsmateriale - Entreprise A

DATO 2023-04-25

COWI COWI A/S
Havneparken 1
7100 Vejle
Danmark

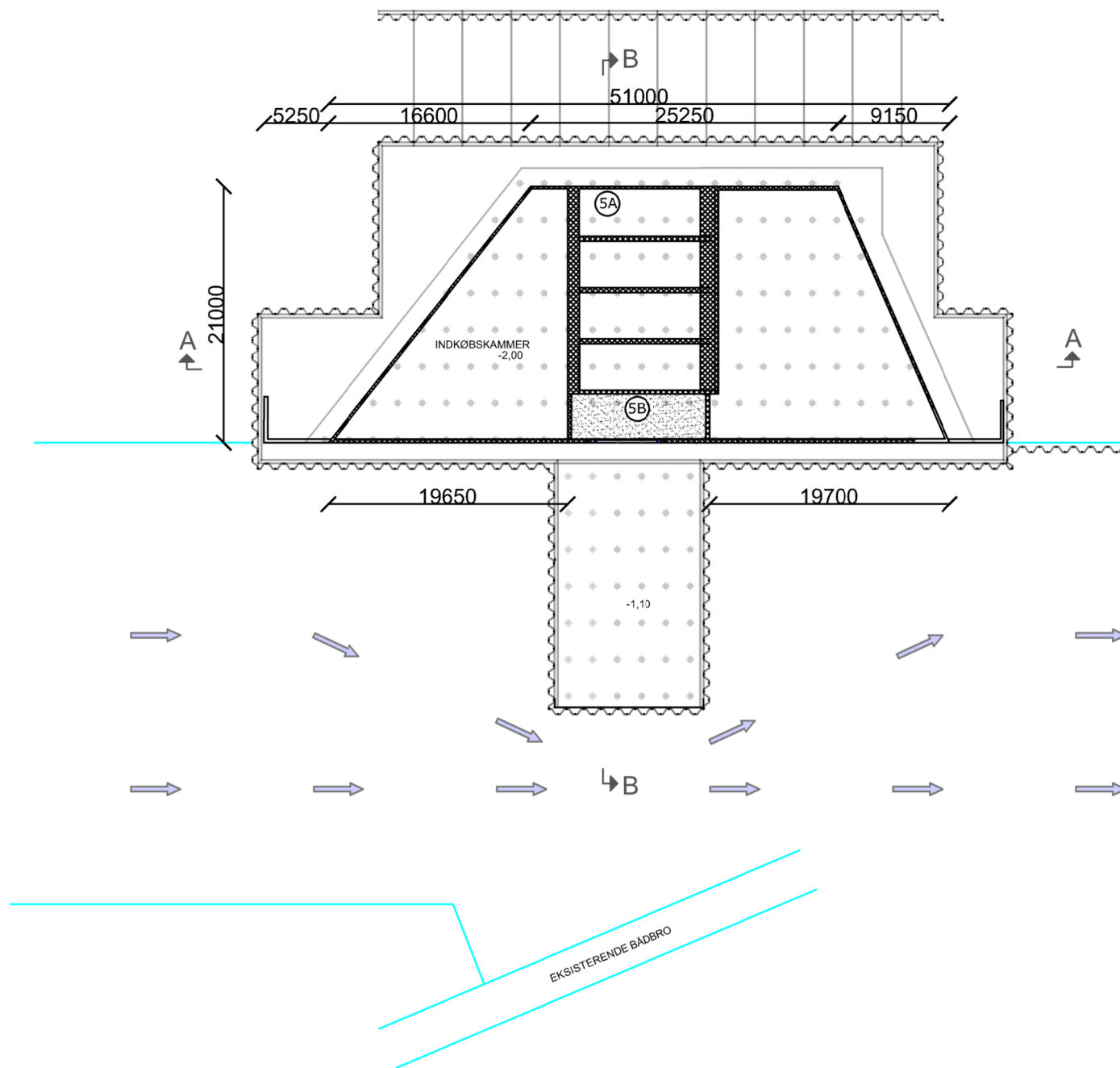
Tlf +45 56 40 00 00
Fax +45 56 40 99 99
www.cowi.dk

DOKUMENTNR.

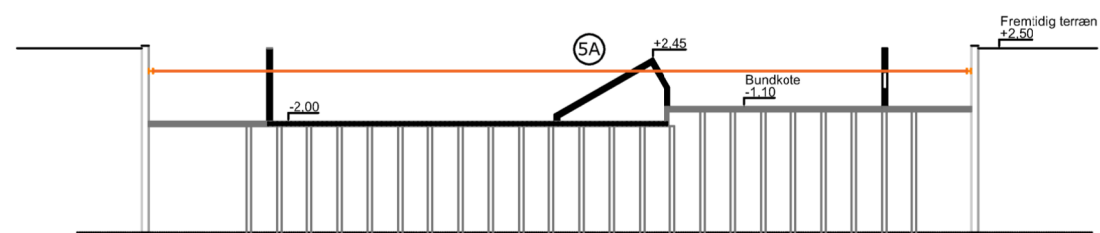
S06

VERSION

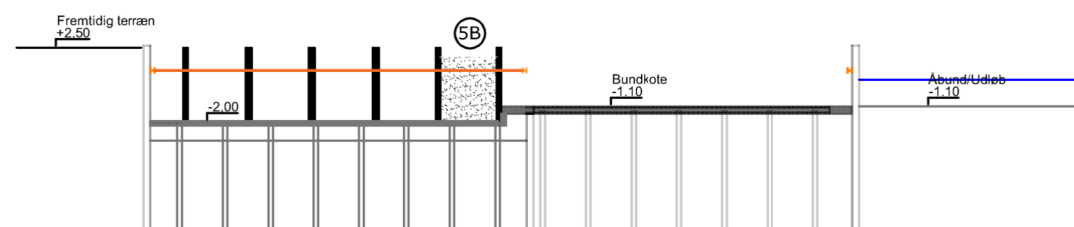
1.0



Snit A-A



Snit B-B



Fase 5: Støbearbejde af vægge.

5A. De ydre og indre vægge støbes til kote +2.8 samt vægge mellem pumper

5B. Opfyldes med friktionsfyld.

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.
.
.
.
.

Kolding Kommune Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 5

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

MÅL 1:500

DATO 2023-04-25

BEMÆRKNINGER

Udbudsmateriale - Entreprise A

DOKUMENTNR.

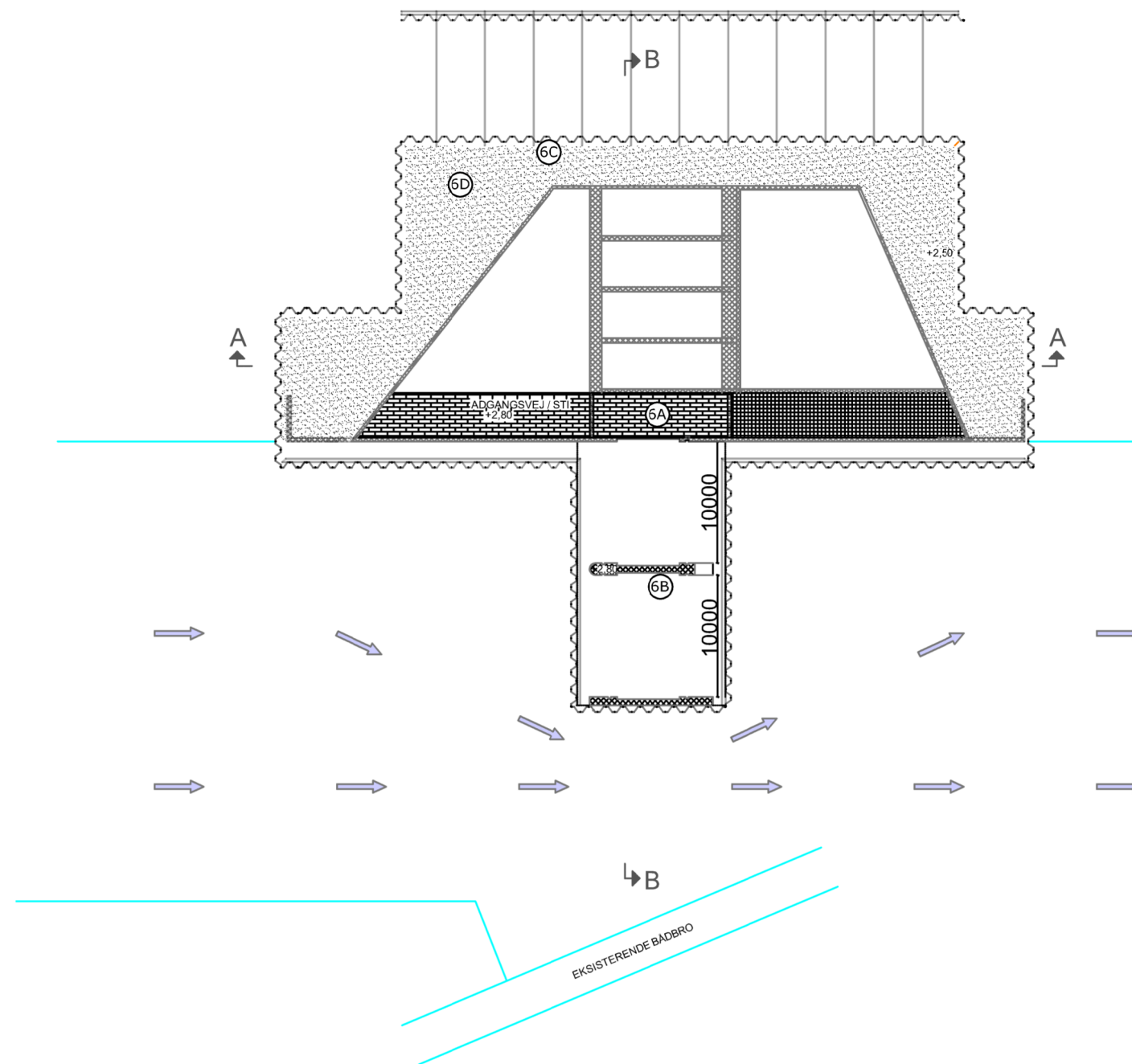
VERSION

COWI COWI A/S
Havneparken 1
7100 Vejle
Danmark

Tlf +45 56 40 00 00
Fax +45 56 40 99 99
www.cowi.dk

S07

1.0



Fase 6: Etablering af adgangsvej og slusevægge.

6A. Etablering af adgangsvej og sti foran slusevægge.

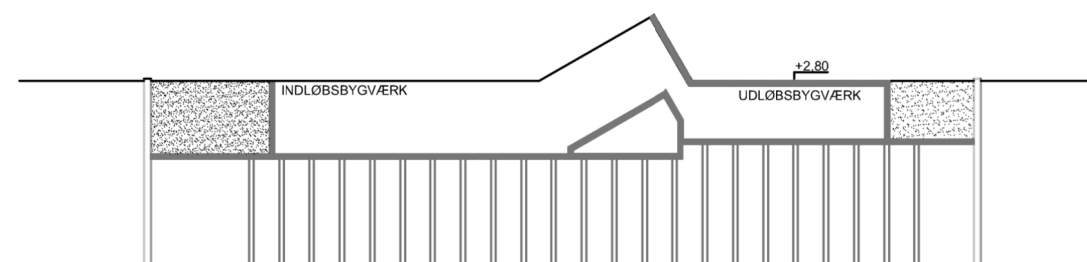
6B. Støbning af midterse og sydlige slusevæg

6C. Stræk fjernes

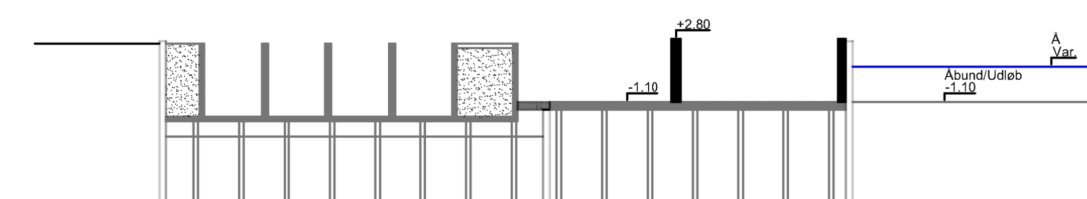
6D. Opfyldning med råjord/friktionsfyld omkring pumpestationen.

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2
Koter refererer til DVR90

Snit A-A



Snit B-B



VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.
.
.
.
.
.

Kolding Kommune Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 6

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

MÅL 1:500

DATO 2023-04-25

BEMÆRKNINGER

Udbudsmateriale - Entreprise A

DOKUMENTNR.

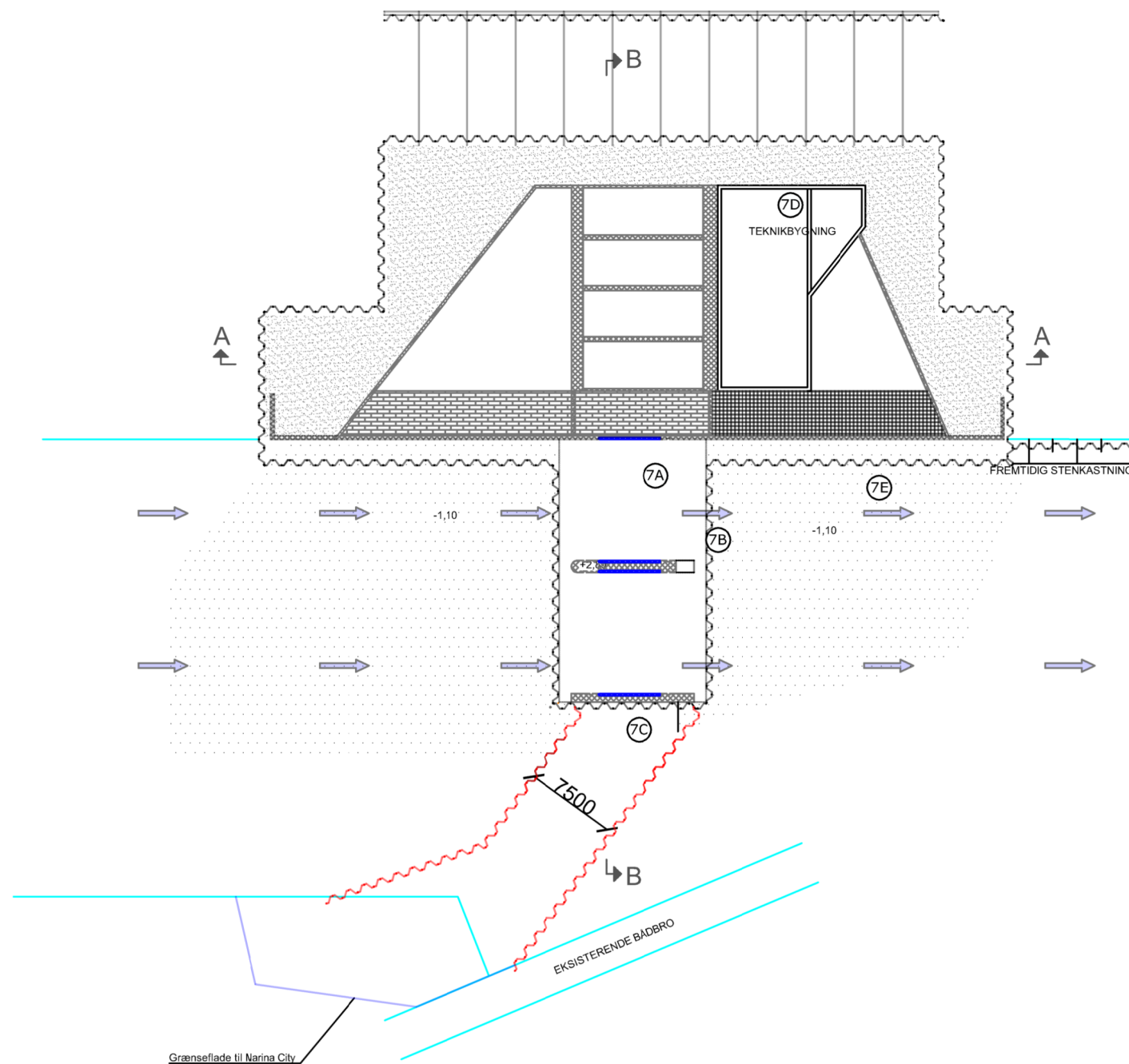
VERSION

COWI COWI A/S
Havneparken 1
7100 Vejle
Danmark

Tlf +45 56 40 00 00
Fax +45 56 40 99 99
www.cowi.dk

08

1.0



Fase 7: Adgangsvej og teknikbygning.

7A. Montering af sluseporte.

7B. Skæring af spunsen i åen med dykkerer.

7C. Installering af spuns for adgangsvej fra sydlige side af åen.

7D. Støbning/opbygning af teknikbygning.

7E. Udlægning af erosionssikring på åbund.

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.
.
.
.
.

Kolding Kommune Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 7

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

MÅL 1:500

DATO 2023-04-25

BEMÆRKNINGER

Udbudsmateriale - Entreprise A

DOKUMENTNR.

VERSION

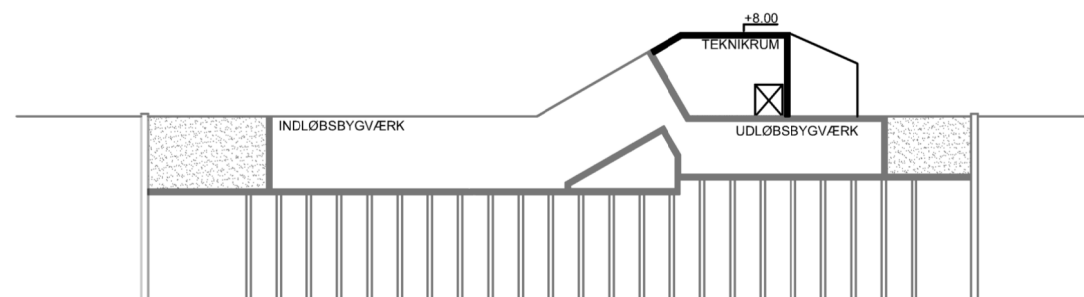
COWI COWI A/S
Havneparken 1
7100 Vejle
Danmark

Tlf +45 56 40 00 00
Fax +45 56 40 99 99
www.cowi.dk

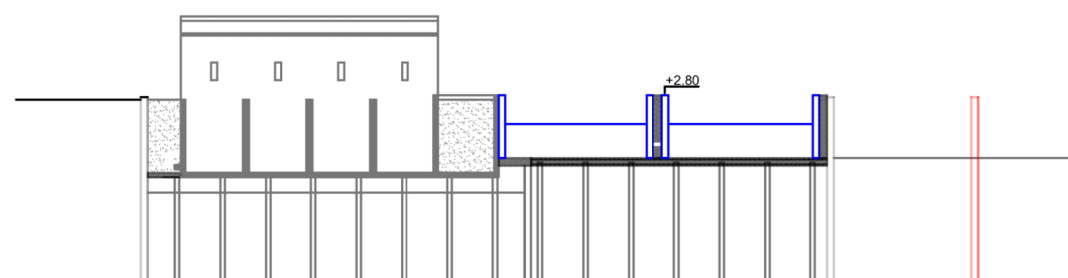
S09

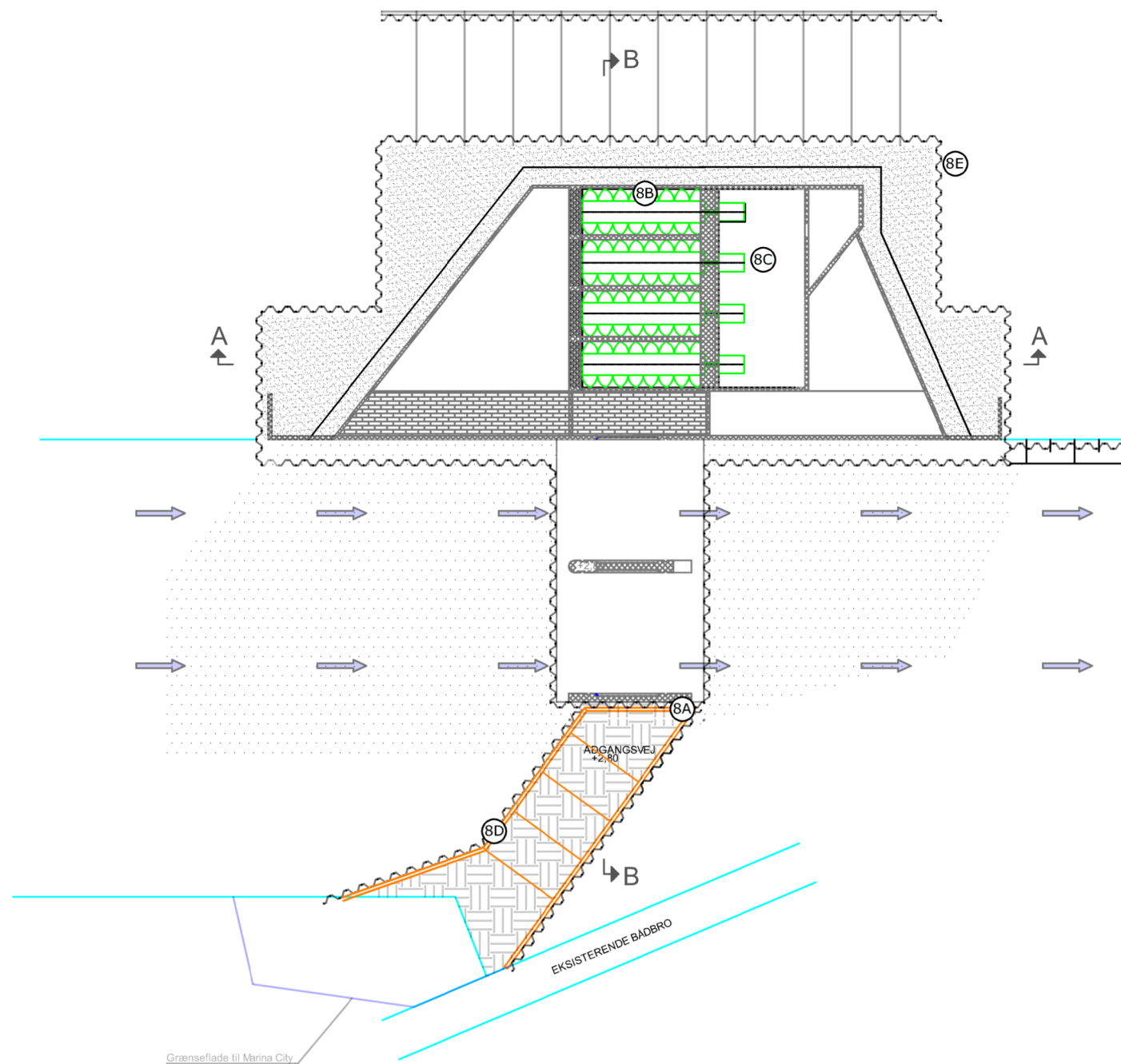
1.0

Snit A-A

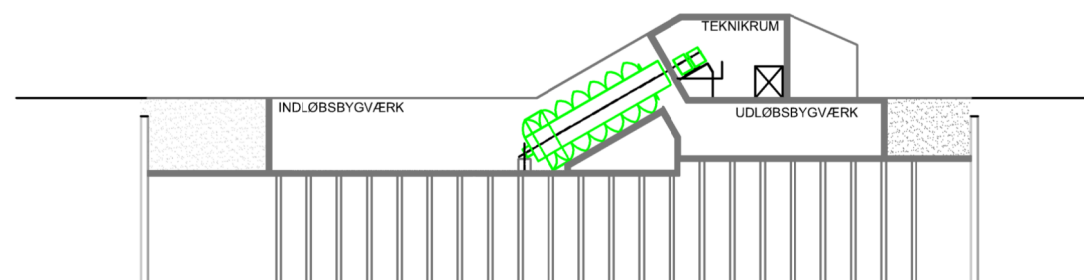


Snit B-B

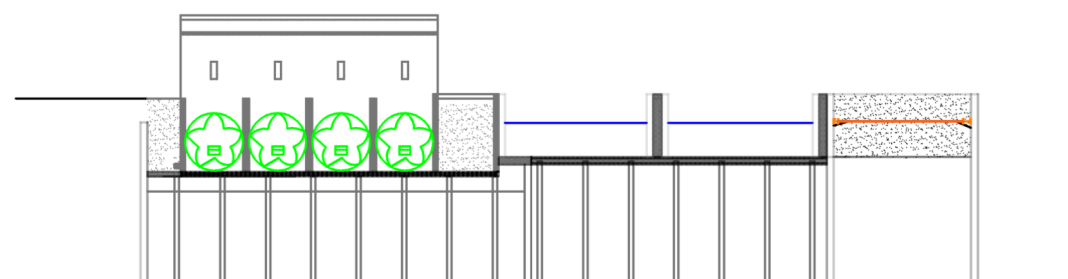




Snit A-A



Snit B-B



Fase 8: Pumper.

8A. Etapevis opfyldning med råjord/friktionsfyld for den sydlige adgangsvej til kote +2.80.

8B. Indløftning af snekkepumper.

8C. Støbning af plint til EL-motor for pumper.

8D. Montering af stræk på spunsprofiler ved adgangsvej syd.

8E. Skæring af spuns under terræn.

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.
.
.
.
.

Kolding Kommune

Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 8

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

MÅL 1:500

DATO 2023-04-25

BEMÆRKNINGER

Udbudsmateriale - Entreprise A

COWI COWI A/S
Havneparken 1
7100 Vejle
Danmark

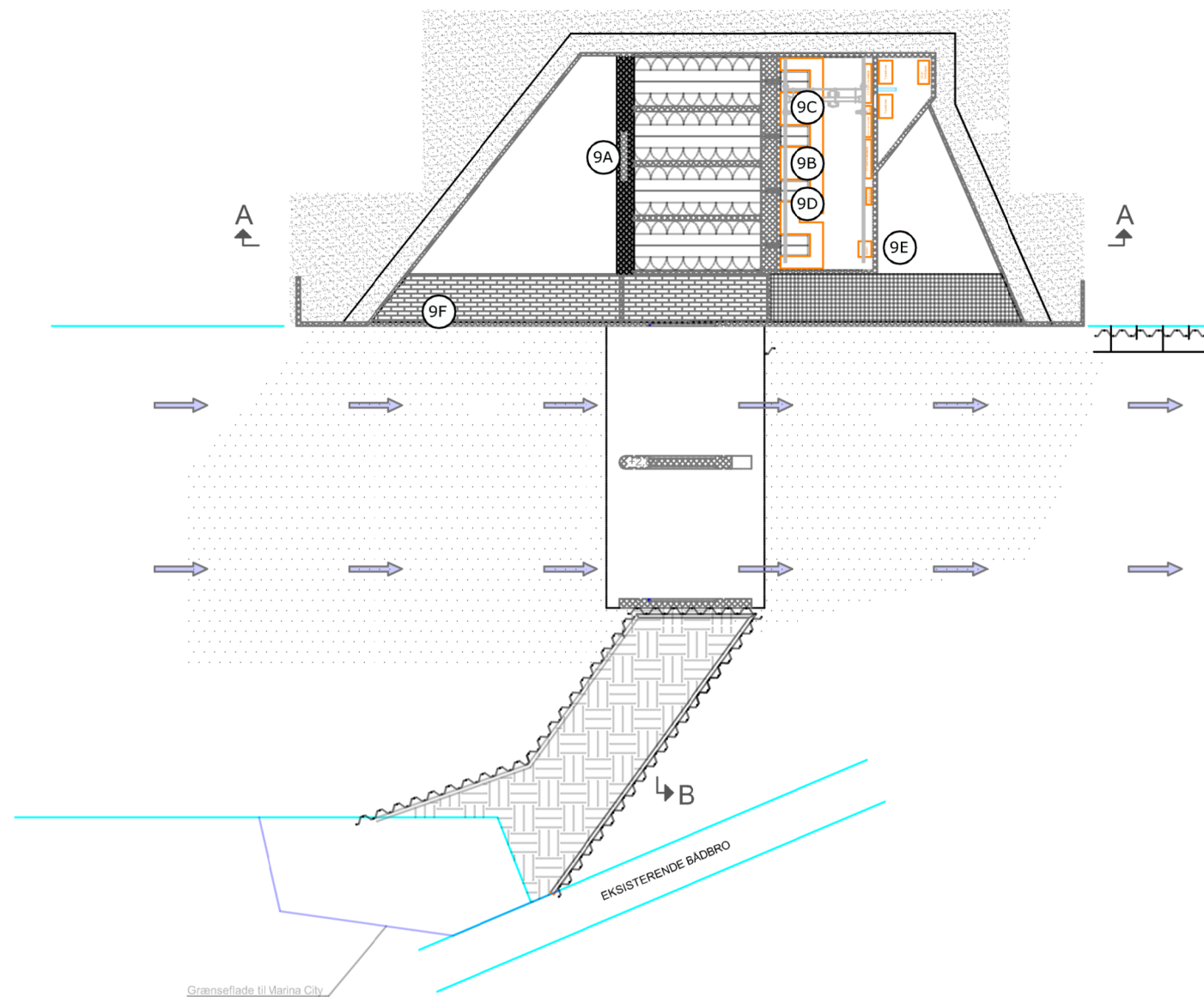
Tlf +45 56 40 00 00
Fax +45 56 40 99 99
www.cowi.dk

DOKUMENTNR.

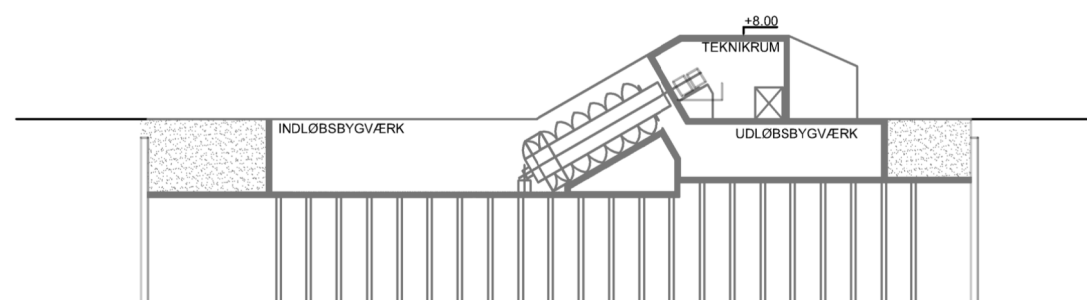
S10

VERSION

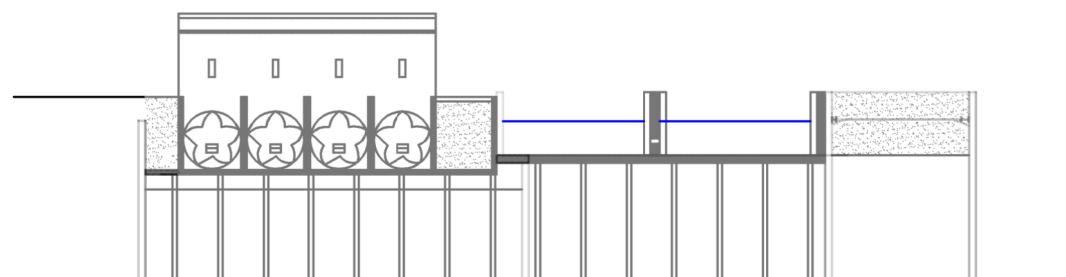
1.0



Snit A-A



Snit B-B



Fase 9: Teknik og styring.

- 9A. Montering af servicebro for indløbsbygværk
- 9B. Opsætning af galleri i teknikrum
- 9C. Montering af traverskran
- 9D. Indløftning af gear og EL-motor til pumpe.
- 9E. Etablering af teknik og styring.
- 9F. Montering af rækværker, belysning og anden apering

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2
Koter refererer til DVR90

VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.
.
.
.
.

Kolding Kommune Klimatilpassningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 9

PROJEKTNR. A239486
TEGN./UDARB. TMRA/
KONTROLLERET MILS
GODKENDT SOH

BEMÆRKNINGER

MÅL 1:500
DATO 2023-04-25

Udbudsmateriale - Entreprise A

COWI COWI A/S
Havneparken 1
7100 Vejle
Danmark

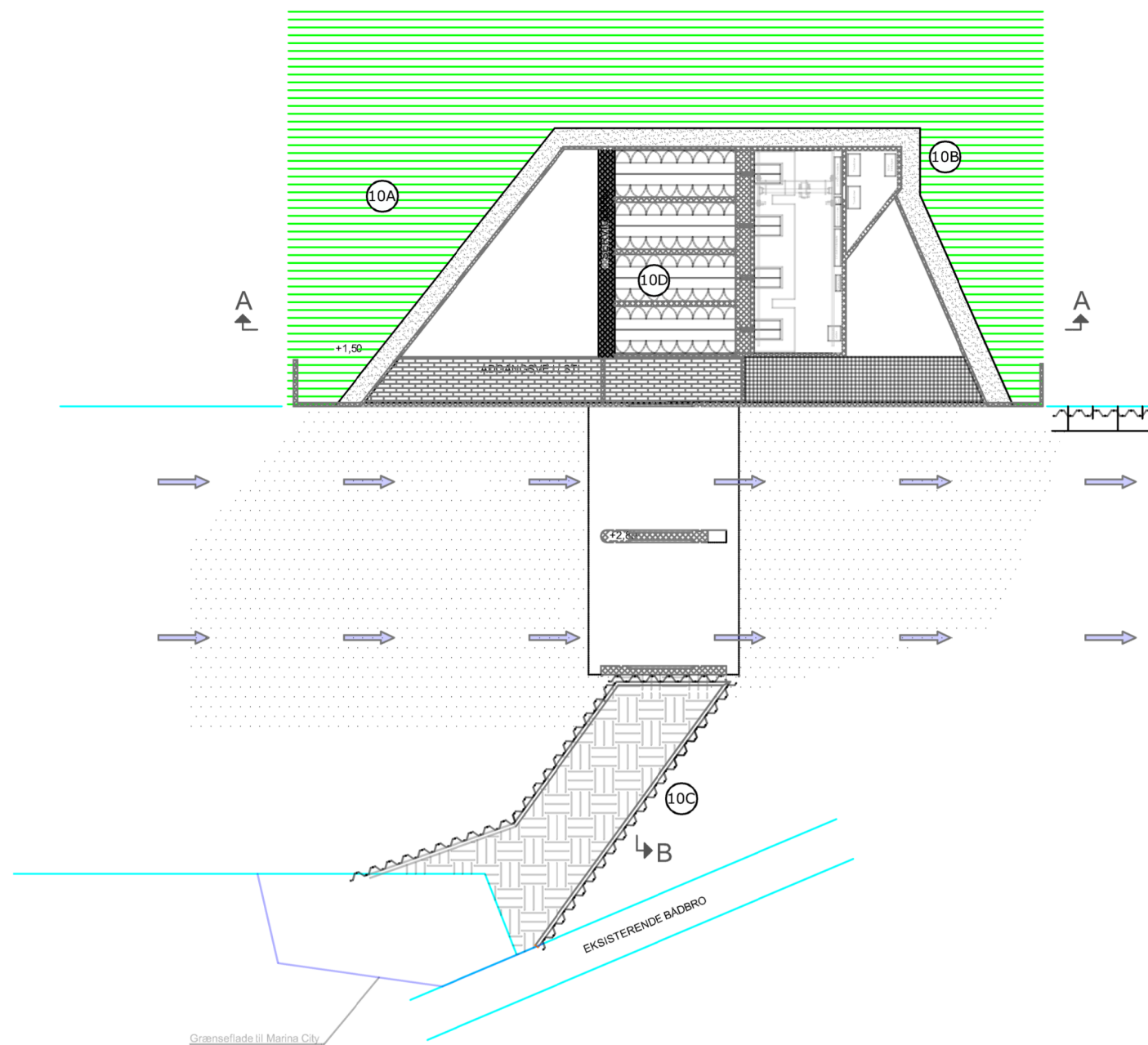
Tlf +45 56 40 00 00
Fax +45 56 40 99 99
www.cowi.dk

DOKUMENTNR.

S11

VERSION

1.0



Fase 10: Etablering af belægning for adgangsvej.

10A. Etablering af belægning på adgangsvej nord om pumpestation.

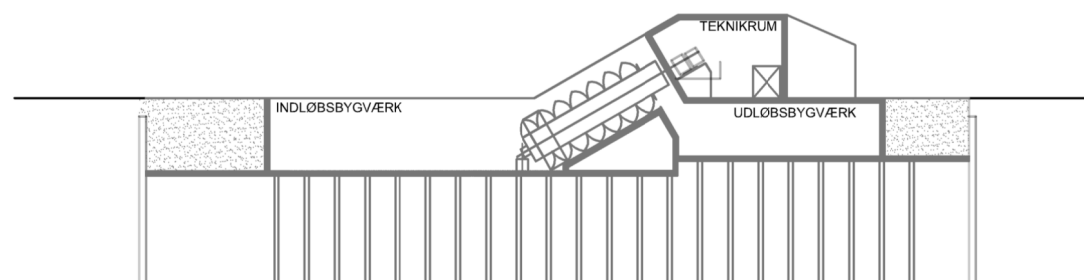
10B. Etablering af belægning på adgangsvej syd for slusen.

10C. Montering af beklædning på sydlig adgangsvej i overensstemmelse med Marina City

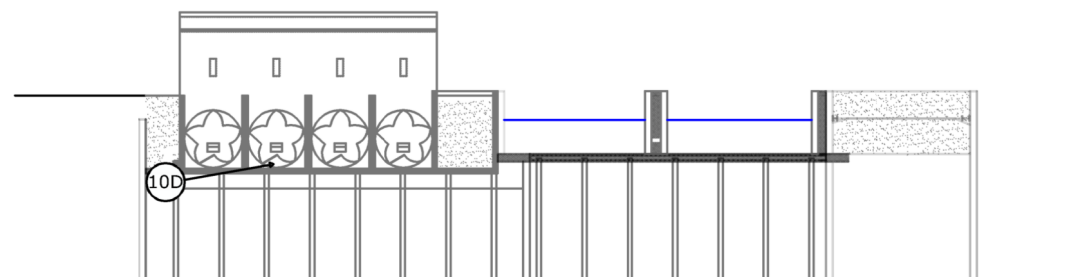
10D. Støbning af trug for snekepumper.

Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2
Koter refererer til DVR90

Snit A-A



Snit B-B



VER.	DATO	BEMÆRKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL	GODKENDT
.
.
.
.

Kolding Kommune Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Fase 10

PROJEKTNR. A239486

TEGN./UDARB. TMRA/

KONTROLLERET MILS

GODKENDT SOH

MÅL 1:500

DATO 2023-04-25

BEMÆRKNINGER

Udbudsmateriale - Entreprise A

COWI COWI A/S
Havneparken 1
7100 Vejle
Danmark

Tlf +45 56 40 00 00
Fax +45 56 40 99 99
www.cowi.dk

DOKUMENTNR.

012

VERSION

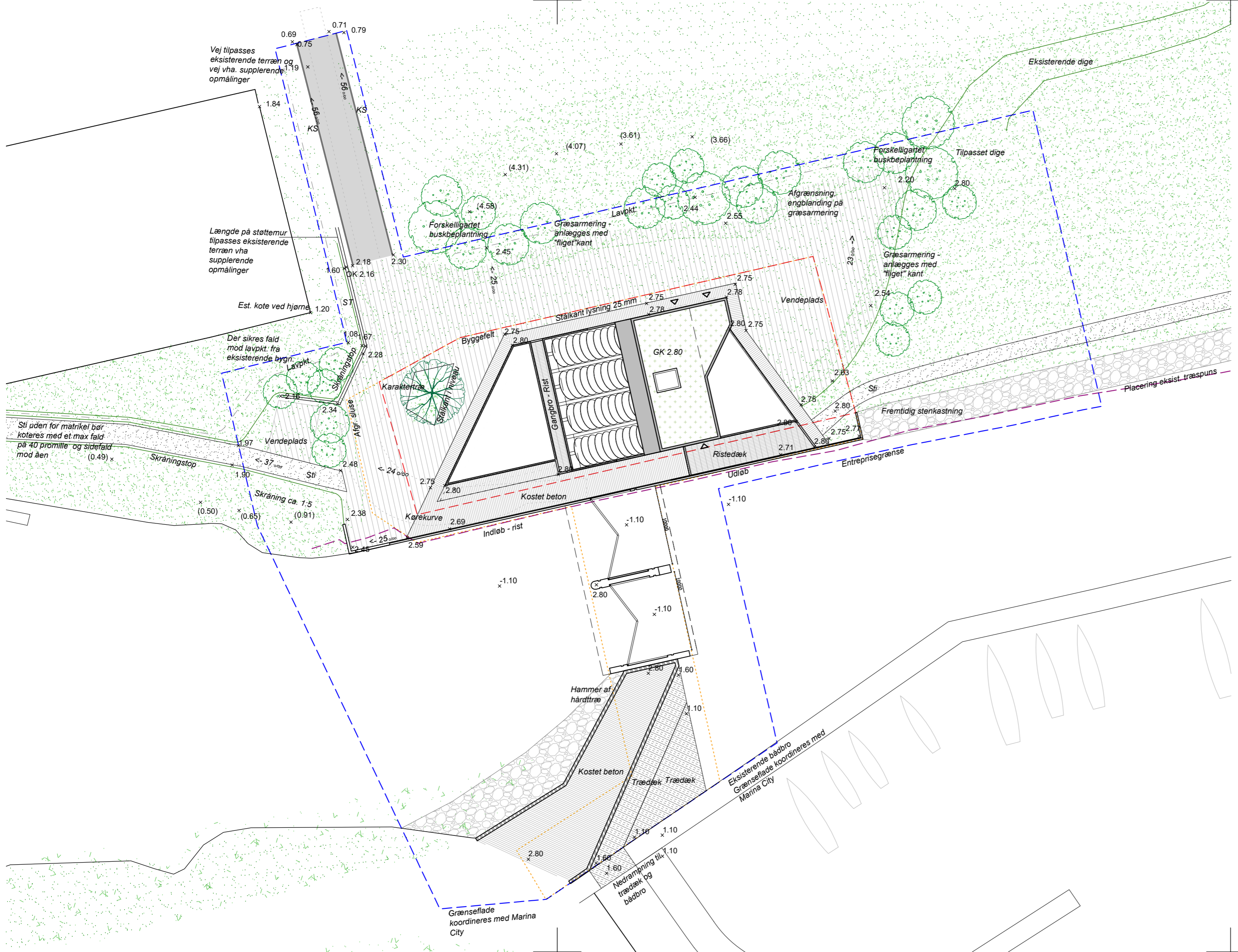
1.0

MAJ 2023
KOLDING KOMMUNE

KLIMATILPASNINGSPROJEKT KOLDING Å PUMPE OG SLUSE

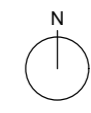
ANSØGNING OM ÅREGULERINGSTILLADELSE
BILAG B





SIGNATURFORKLARING

- | | |
|--|----------------------|
| Alment | Belægning |
| Entrepriegrænse | Asfalt |
| Byggefelt - bygning | Kostet beton |
| Byggefelt - sluse | Græsarmering |
| Eksisterende kote | Grussti |
| Ny kote | Trædæk |
| Promillefald | Ristedæk |
| Lavpukt | Stålkant |
| Beplantning | Div. |
| Engblanding med urter og blomster | Træværn |
| Afgrænsning engblanding på græsarmering | Sokkelrende med rist |
| Større karaktertræ | Støttemur |
| Forskelligartet buskbeplantning (ca. 30 stk) | Hammer af hårdtræ |



Koordinatværdier på denne tegning refererer til DKTM2
Koter refererer til DVR90

1.0	19.10.2022		AJGR	MPRA
VER.	DATO	BEM/ERKNINGER	TEGN./UDARB.	KONTROL
			GODKENDT	

Kolding Kommune Klimatilpasningsprojekt Kolding Å pumpe og sluse

Situationsplan	PROJEKTNR.	A239486
	TEGN./UDARB.	TMRA
	KONTROLLERET	MILS
	GODKENDT	SOH
Udbudsmateriale - Entreprise A	MÅL	1:400
	DATO	25.04.2023
BEM/ERKNINGER	DOKUMENTNR.	VERSION
	A239486-2-UDB-TEG-043	2.0

	COWI A/S Havneparken 1 7100 Vejle Danmark	Tlf +45 56 40 00 00 Fax +45 56 40 99 99 www.cowi.dk	
		Arkitema Frederiksgade 32 8000 Aarhus Danmark	Tlf +45 70 11 70 11 info-danmark@arkitema.dk www.cowi.dk

MAJ 2023
KOLDING KOMMUNE

KLIMATILPASNINGSPROJEKT KOLDING Å PUMPE OG SLUSE

ANSØGNING OM ÅREGULERINGSTILLADELSE
BILAG C





07 Dokumentation for fiskevenlig pumpe

De tilbudte snækkepumper fra Landustrie vil for denne opgave blive konstrueret i fiskevenligt design, så de tilgodeser fiskenes vandring gennem snækkepumper.

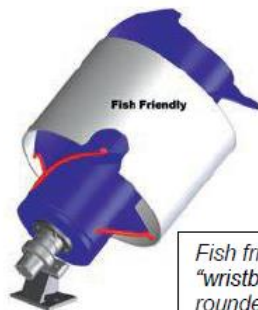
Alle skruepumperne har et standard højt niveau af fiskevenlighed baseret på den lave rotationshastighed og stor afstand mellem vindingerne.

Baseret på de seneste tests vedrørende fiskevenlighed af snækkepumperne, er det konstateret at hvis de kun har stigende vindinger ("De Wit" udførelse) kan den nødvendige fiskevenlighed ikke opnås.

Snekker med et ekstra "armbånd" omkring den udvendige diameter af skruen, som udviklet i 2008 af Landustrie, fungerer meget bedre i relation til fiskevenlighed. Dette "armbånd" roterer i truget med en lille frigang. Dette unikke LANDY-design forhindrer skader på fisk ved indgang til pumpen, hvor vingen og truget mødes. Vingernes diameter vil blive øget gradvist fra røret mod den udvendige diameter af skrue-pumpen. Vingerne vil i sidste ende smelte sammen med "armbåndet". En tykkere rund kant i begyndelsen af bladene forårsager trykbølger, som genkendes af fisken, hvilket fører fisken væk fra bladene. Dette resulterer i den mest fiskevenlige snækkepumpe på markedet, hvilket er bevist ved adskillige test! Dokumentation for test er vedlagt efterfølgende, bilag 7.1



Harrison Hot Springs, Canada



Fish friendly
"wristband" and
rounded edges (red)



"De Wit" execution





VisAdvies

Ecological Advice and research

Study of fish survivability at the
Ennemaborgh pumping station
on 23 October 2012

Report: VA2012_25

Commissioned by:

Hunze & Aa's Water Authority (Netherlands)

January 2013

By:

Vis H., Q.A.A. de Bruijn & J.H. Kemper

Status page

Title: Study of fish survivability at the Ennemaborgh pumping Station on 23 October 2012

Compiled by: VisAdvies BV

Address: Twentehaven 5
3433 PT Nieuwegein, the Netherlands

Telephone: +31 (0)30 285 1066

Homepage: <http://www.VisAdvies.nl>

Client: Hunze and Aa's Water Authority

Contact person: Peter Paul Schollema

Author(s): Vis H., Q.A.A. The Bruijn & J.H. Kemper

E-mail address: info@VisAdvies.nl

Person with ultimate responsibility: Jan Kemper

Number of pages: 22

Key words: Pumping station, fish damage, fish survivability, forced exposure

Project number: VA2012_25

Date: 2 January 2013

Version: Final

Bibliographical reference

Vis H., Q.A.A. De Bruijn & J.H. Kemper, 2012. Study of fish survivability at the Ennemaborgh pumping station on 23 October 2012. VisAdvies BV, Nieuwegein. Project number VA2012_25, 22 pages.

Copyright: © 2013 VisAdvies BV / Waterschap Hunze en Aa's
Unless required by law, no part of this document may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of VisAdvies BV and Waterschap Hunze en Aa's.

Contents

1	Introduction	2
1.1	Terms of reference	3
2	Method and materials	4
2.1	Testing area	4
2.2	Experiments	5
2.3	Tested specimens	5
2.3.1	Experiments on Animals Act (WOD)	5
2.3.2	Tested specimens	5
2.4	Conducting of experiments	6
2.4.1	Forced exposure	6
2.4.2	Processing of the fish	6
2.4.3	Delayed mortality	7
2.5	Statistical evaluation	8
2.5.1	Statistical evaluation	8
2.6	Appraisal of fish survivability	9
2.6.1	Calculation	9
2.6.2	Appraisal	9
3	Results	11
3.1	Fish data	11
3.2	Direct damage and mortality	12
3.2.1	Left screw pump 30 Hz	12
3.2.2	Left screw pump 50 Hz	13
3.2.3	Right screw pump 30 HZ	14
3.2.4	Right screw pump 50 Hz	14
3.3	Reliability intervals regarding mortality rates	15
3.4	Damage profiles	16
3.5	Delayed mortality	17
3.6	Appraisal of fish survivability at lifting station	18
3.6.1	Left screw pump 30 Hz	18
3.6.2	Left screw pump 50 Hz	18
3.6.3	Right screw pump 30 Hz	19
3.6.4	Right screw pump 50 Hz	19
3.6.5	Final score	20
3.6.6	Overview of mortality rates	20
4	Conclusions and recommendations	21
4.1	Conclusions	21
4.2	Recommendations	21
5	Reference list	22

1 Introduction

The problem of fish damage at pumping stations has been of increasing concern in recent years. This led to the Hunze en Aa's Water Authority amongst others participating in the KRW innovation project 'Fish swimming up and down'. In the autumn of 2009, the Applied Water Research Foundation STOWA (Stichting Toegepast Onderzoek Water) carried out a study of fish damage at 26 different pumping stations (Kemper *et. al*, 2011). The study showed that the level of fish damage varied greatly from one pumping station to the next. It also pointed to the availability of fish-friendly alternatives.

The fish-friendliness of a pumping station is defined in two dimensions (Kunst *et al.*, 2008), namely

- **fish passability** (to what extent is the migration of fish through the pumping station possible) and
- **fish survivability** (to what extent are fish subject to damage and mortality when passing through the pumping station).

The pump manufacturer *Landustrie Sneek BV* has been working on the development of a fish-friendly screw pump. Two samples of these were placed at the Ennemaborgh pumping station, in the area under the management of the Hunze en Aa's Water Authority. Both screw pumps with a diameter of 1500 mm were originally designed with a tubular part for the inflow, with a length of 900 mm, with blades gradually narrowing from the central pipe to the pipe sleeve, and a flow pattern on the first blades to avoid impact damage. In addition, the gap between the concrete trough and blades was minimised and the concrete was rendered in an extra smooth finish.

In the autumn of 2009, a study was done to establish the rate of fish survivability at the screw pumps. The fish supply during the research period was insufficient and therefore it was difficult to draw a conclusion in this regard (Bonhof, 2009). Supplementary to this research, dummy fish were used in the springtime of 2011 to get an idea of fish survivability at the Ennemaborgh pumping station (Kemper & Vis, 2011). This study led to a number of recommendations aimed at improving the rate of fish survivability.

In the meantime, adjustments have been made in the construction of the pumping station. All openings at the weir side have been closed off at both screw pumps. On screw pump 2 (right), a special rubber closing profile was affixed to the blades, thus leaving no more room between the blade and the trough.

To get an idea of the fish survivability at the screw pumps following the changes, the Hunze en Aa's Water Authority commissioned VisAdvies to carry out a test involving the 'forced throughput' of fish.

Method and Materials

1.1 Terms of reference

- What damage and/or mortality rate occurs at the passage of the screw pumps at the Ennemaborgh pumping station, as an indication for *fish survivability*?
- What differences arise in terms of damage and mortality rates between specific groups and length classes of fish and between the two screw pumps?
- Is there a delayed mortality issue following the passage through the screw pumps, and if yes, to what extent?

Method and materials

2 Method and materials

The method and materials are based on the protocol developed by VisAdvies BV. for testing (pump works) pumps for fish survivability based on a standardised method (Vis *et al.*, 2011).

2.1 Testing area

The Ennemaborgh pumping station is located close to Winschoten in Groningen (Figure 2.1). The pump works was constructed in 2009 and discharges water from an area measuring 620 ha to the south-west of the Oldambtmeer.



Figure 2.1 Geographical location of the Ennemaborgh pumping station to the north of Winschoten.



Figure 2.2 Pumping station at Ennemaborgh with screw pump 1 (left) and screw pump 2 (right).

Method and Materials

The Ennemaborgh pumping station is a pumping station with two screw pumps. It has a maximum capacity of 80 m³/min (Table 2.1).

Table 2.1 Features of the Ennemaborgh pumping station.

Type of pumping station	Screw pumps
Number of screw pumps	2
Capacity	2x 40 m ³ /min

2.2 Experiments

Both screw pumps at the Ennemaborgh pumping station were tested with two different rotational speeds (23.8 and 39.1). A total of four experiments were carried out (Table 2.2). In the first and third experiment, the screw pumps with a rotational speed of 23.8 revolutions per minute were tested with the 2 screw pumps lifting some 23 m³ water per minute (per screw pump). In the second and fourth experiment, the screw pumps with a rotational speed of 39.1 revolutions per minute were tested, with the screw pumps lifting 40 m³ water per minute (per screw pump). The head of water at the pump works is 2.3 metres. The operation of the pump works was arranged by the Hunze en Aa's Water Authority.

Table 2.2 Rotational speed, throughput and head of water during the different experiments

Experiment	Screw pump	rev./min (frequency)	Water renewal (m ³ /min)	Head of water (cm)
1	1 (left)	23.8 (30 Hz)	23	270
2	1 (left)	39.1 (50 Hz)	40	270
3	2 (right)	23.8 (30 Hz)	23	270
4	2 (right)	39.1 (50 Hz)	40	270

2.3 Tested specimens

2.3.1 Experiments on Animals Act (WOD)

The forced throughput of fish is regulated under the Dutch Experiments on Animals Act (WOD). Before commencing with the experiment, the test plan was approved by the Animal Experiments Commission (DEC) of the Wageningen UR Central Veterinary Institute.

2.3.2 Tested specimens

The three fish families used for purposes of the study were:

- Freshwater eel (*anguillidae*)
- Carp-like fish (*cyprinidae*)
- Perch-like fish (*percidae*)

These three groups are thought to be representative of the fish fauna in the Netherlands. The adult (silver) eel is of particular interest because this is the only type that has to pass through the pumping stations to get to the North Sea on its journey to the spawning grounds in the Sargasso Sea. Moreover, it is a type that should be protected within the context of the EU Freshwater Eel regulations and therefore merits priority in the eyes of the water authorities. The carp-like fish and perch-like fish were chosen because these two families are representative of the fish fauna in the Netherlands. To guarantee the reliability of the result, it

was recommended per experiment to have a throughput of at least 100 fish divided over two different length classes (Table 2.3; *Vis et al., 2012*). A total of 4 experiments were carried out.

Table 2.3 Overview of tested specimens used

Type		Length Category (cm)	Number per experiment	Total number
1	Freshwater eel	0-45	50	200
2		>45	50	200
3	Carp-like fish	0-15	50	200
4		>15	50	200
5	Perch-like fish	0-15	50	200
6		>15	50	200

The carp-like fish and the smaller perch-like fish were collected by M. Vos of the commercial fisheries and kept in storage for a few days in the period before the testing. On the day of the test, the fish at the location were put through the system. The (silver) eels and the large perch-like fish were brought in by VisAdvies from the estuary region. During transport, the fish were provided with the correct levels of oxygen concentration by means of aeration pumps.

2.4 Conducting of experiments

2.4.1 Forced exposure



For purposes of the survivability test, the fish were passed manually through the distributary channel via the inspection traps (Figure 2.3). In this manner, the fish passed through the screw pumps from one end to the other, so that there was very little chance of escape. On the outflow side of the lifting station, the fish were captured by the fisherman from the commercial fishery in a knotless collecting net.

Figure 2.3 Inspection traps near the end of the supply channel

2.4.2 Processing of the fish

After the fish had been passed through the system, the lifting mechanism was switched off and the fish were taken out of the collecting net. All fish were checked for damage, with a distinction being made between the following four damage categories:

Method and Materials

1. Undamaged fish

2. Slightly damaged fish

These fish were classified in accordance with the following types of damage:

- red and/or swollen eyes,
- red and/or damaged fins,
- light scratches.

3. Severely (terminally) damaged fish

These fish were classified in accordance with the following types of damage:

- cut and/or cut through,
- fragmentation and/or fractures,
- damage to (and/or missing) eyes,
- damage to (and/or upturned) gill covers/arcs,
- haemorrhage,
- abnormal swimming movements (no external damage).

4. Dead fish

2.4.3 Delayed mortality

To get an idea of the extent to which fish still died at a later stage, eels that were passed through were held in storage for a period of 48 hours. This section deals with the survival of the freshwater eel. Experience has shown that perch-like fish and carp-like fish are less suitable for storage and many fish die from factors unrelated to the damage that is caused by the pumping mechanism (Vis *et al.*, 2012). After the test had been completed, the scaly fish were released at the research location and the freshwater eels were transferred to the VisAdvies depot in Nieuwegein. Here they were placed in 1500 litre holding tanks which were continuously flushed with water from the adjacent Merweder Canal (Figure 2.4).



Figure 2.4 One of the tanks flushed with fresh water from the Merwede Canal.

The freshwater eels were stored per scenario. As a reference, 20 freshwater eels were kept in storage that had not passed through the screw pump. This “zero group” was deployed in order to check whether during the storage, factors were at play other than the exposure to the screw pump which might have had a bearing on the storage. The freshwater eels were checked every three hours during the day for mortality or abnormal behaviour. After 48 hours, the definitive delayed mortality rate was recorded.

Fish that have passed through a pumping station without any discernible level of damage can still die after a period of 48 hours, due to internal damage (Figure 2.5). Red fins can be a sign of such internal damage. For this reason, after a period of 48 hours, freshwater eels with red fins were checked internally for fragmentation to the spine. It is assumed that silver eels with fragmentation of the spine will not reach the spawning grounds (distance of >5000 km) and for this reason, these individual fish are regarded as dead for purposes of the analysis.



Figure 2.5 A freshwater eel (below) with blood below the pelvic fin and (above), a freshwater eel with no damage.



Figure 2.6 Picture of a cut freshwater eel showing internal wounds.

2.5 Statistical evaluation

2.5.1 Statistical evaluation

Aside from estimating the likelihood of damage to the fish, an indication was also given of the parameters within which this likelihood of damage lay. This is the so-called reliability interval. The estimated chance of a certain type of damage is equal to the number of damaged fish divided by the total number of fish that passed through the lifting mechanism. The variance in the number of damaged fish is estimated with:

where $s^2(n)$ is the estimated variance in the number of damaged fish, n and the number of damaged fish, N the total number of fish and the estimated likelihood of damage.

The reliability of the determination is calculated with the aid of the reliability interval

for binomial distribution data sets (Clopper & Pearson, 1934). The reliability interval is an interval relating to the mortality rate within which it can be stated with 95% certainty that the mortality rate falls within this interval.

2.6 Appraisal of fish survivability

2.6.1 Calculation

The rate of fish survivability at lifting stations is determined based on the ratio of fish mortality (direct and/or indirect) after passing through the system, per type and per length class. The survivability for fish passing through the system is determined based on the number of fish that are classified in the ‘dead’ category after passing through the lifting station, whereby:

Mortality rate = total number of dead fish/ total number of fish that have passed through,

And the total number of dead fish = total direct and indirect mortality.

2.6.2 Appraisal

Each tested scenario is given a score between 0 and 1, in order to record the *fish survivability* at a lifting station. A final score of 0 means that a lifting station offers a minimal *fish survivability*, whereas a final score of 1 points to maximum *survivability*.

In determining the degree of *fish survivability* at a lifting station, a survival rate has to be determined for each fish type and length category. The survivability is then classified in four possible survivability classes (Table 2.4). The classification of these four classes is entirely based on the results of the *fish survivability* (per type and per length class) from the pumping station index of the STOWA pumping stations study Phase 3 (Kemper *et al.*, 2011).

For each fish type and length class, the total fish survivability is expressed as a percentage of the number of fish that passed through in that class. In the final analysis, this leads to a total of six survivability ratios per test scenario (three fish types, each with two length classes).

Table 2.4 Build-up of final score regarding fish survivability at lifting station

Type		Length Category (cm)	Weighting factor	Survivability classes (%)			
				Very good	Good	Inadequate	Poor
1	Freshwater eel	0-45	0.15	99-100	95-99	90-95	0-90
2		>45	0.25	99-100	95-99	90-95	0-90
3	Carp-like fish	0-15	0.1	97.5-100	90-97.5	80-90	0-80
4		>15	0.2	95-100	90-95	75-90	0-75
5	Perch-like fish	0-15	0.1	99-100	97.5-99	92.5-97.5	0-92.5
6		>15	0.2	99-100	95-99	90-95	0-90
		Score		0.75-1	0.5-0.75	0.25-0.5	0.0-0.25

Method and Materials

Each type has its own weighting factor for each length category. The total weighting factor for eel-like fish is higher (0.4 of 1) than for carp-like fish (0.3 of 1) and for perch-like fish (0.3 of 1). This has to do with the large migration need of this fish type and the (low) level of occurrence in the Netherlands. For all types, the larger fish have a weighting factor that is higher than for the smaller fish due to the following:

- the greater chance of being struck by the lifting station, and
- the importance of the larger samples of each type for sustainability of the type.

The sub score per type and length class (1-6) is calculated as follows:

Sub score type 1, length class 1 = weighting factor X appraisal of survivability % .

Table 2.5 Classification of fish survivability per type

Final score	Classification	Colour coding
0.75-1	Very good	Light green
0.5-0.75	Good	Green
0.25 -0.5	Inadequate	Light red
0.0-0.25	Poor	Red

The final score (Table 2.5) of a lifting station is obtained by adding up the six sub scores. Therefore a pumping station with an end figure of 1 will provide a score for the *fish survivability* which is comparable with the best appraised lifting stations in the Netherlands, whereas a pumping station with an end figure of 0 will provide a score for the *fish survivability* which is comparable with the least appraised lifting stations.

3 Results

At the start of the test it transpired that some of the fish which passed through the system remained behind in the outflow channel. This problem was remedied to a large extent in subsequent scenarios by chasing the fish with an electrofish-aggregate into the collecting net.

3.1 Fish data

All fish that passed through the system (Table 3.1) were in good condition prior to the start of the experiment. In total, 433 fish passed the left screw pump, divided over two different speeds: 30 Hz (n=243) and 50 Hz (n=190). In total, 416 fish passed the right screw pump, also divided over two speeds: 30 Hz (n=156) and 50 Hz (n=260).

Table 3.1 Number of tested specimens per group type, length class and pump scenario

Type	Length class (cm)	Pump scenario			
		Screw pump 1 30 Hz	Screw pump 1 50Hz	Screw pump 2 30 Hz	Screw pump 2 50 Hz
Freshwater eel	0-45	10	16	14	19
	>45	41	22	36	55
Perch-like fish	0-15	87	30	29	40
	>15	41	47	23	77
Carp-like fish	0-15	24	35	26	31
	>15	40	40	28	28
Total		243	190	156	260

Table 3.2 shows the average lengths and standard deviations for the tested specimens. The length-frequency diagrams for the tested specimens are shown in Figure 3.1.

Table 3.2 Average total length of tested specimens in cm (TL ± stdev)

Type	Length class (cm)	Pump scenario			
		Screw pump 1 30 Hz	Screw pump 1 50Hz	Screw pump 2 30 Hz	Screw pump 2 50 Hz
Freshwater eel	0-45	40.9±3.5	39.9±3.6	38.7±5.3	42.1±3.4
	>45	59.5±8.5	62.7±6.1	61.8±9.7	63.2±7.3
Perch-like fish	0-15	10.1±2.5	10.6±1.9	10.4±2.5	10.2±2.1
	>15	25.3±5.0	26.1±3.6	27.6±6.3	26.2±4.8
Carp-like fish	0-15	10.8±1.8	11.3±1.5	12.2±1.7	11.2±1.5
	>15	30.6±13.0	27.6±9.5	28.4±12.1	29.6±10.8

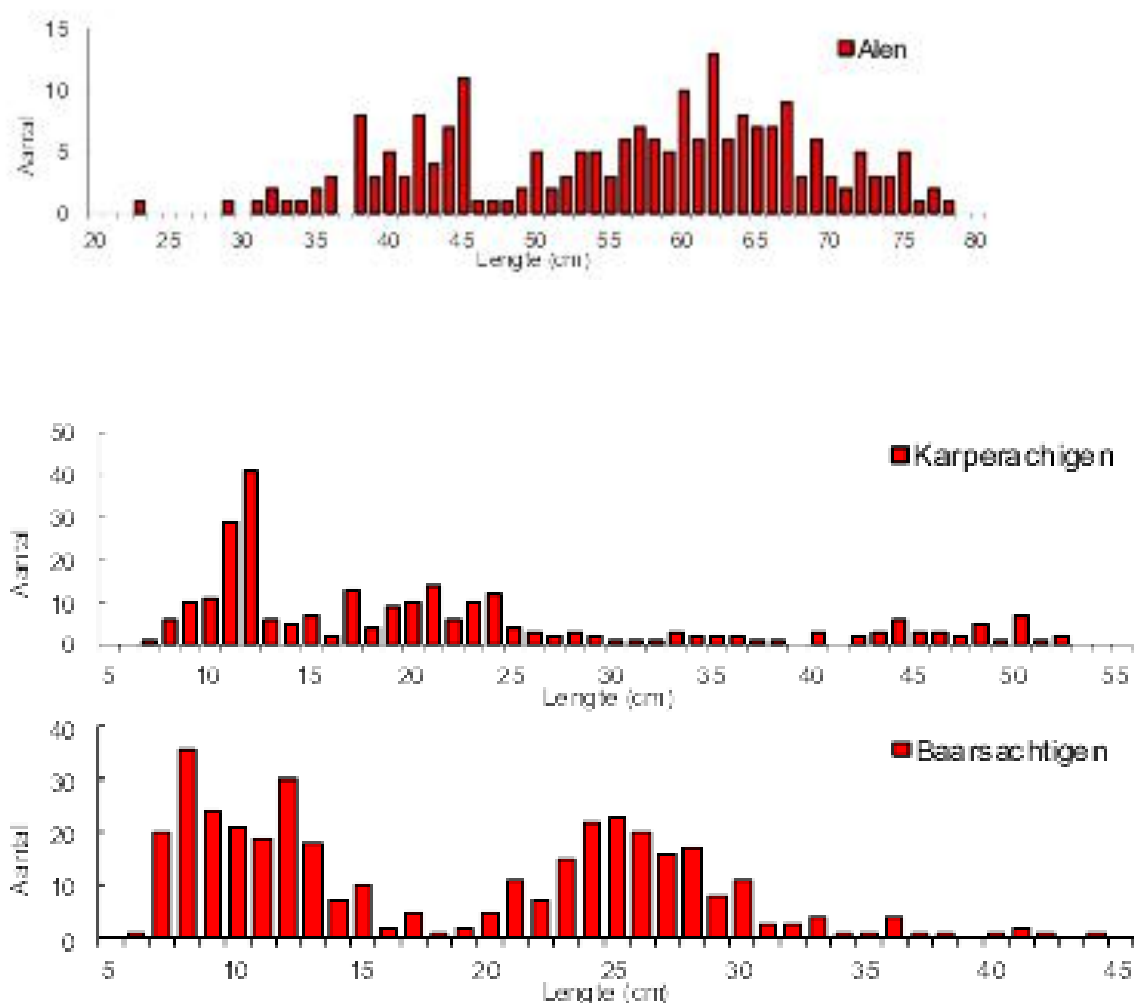


Figure 3.1 Overview of length accumulations for fish used

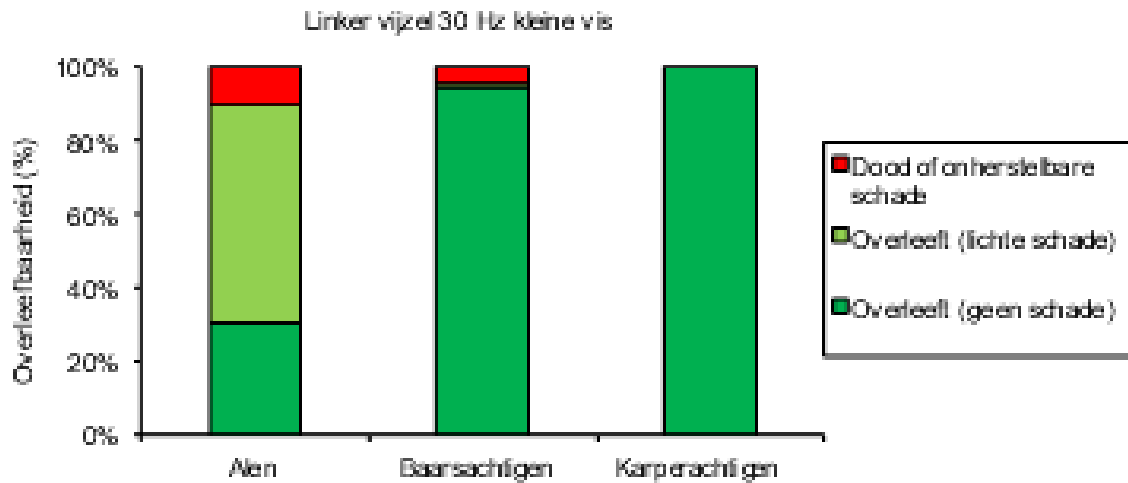
[bar charts (3):] Freshwater eel number / length Carp-like fish number / length Perch-like fish number / length

3.2 Direct damage and mortality

3.2.1 Left screw pump 30 Hz

Of the 10 freshwater eels measuring <45 cm which passed through the system, six samples (60%) were slightly damaged and one sample (10%) was irreparably damaged (Figure 3.2). Of the 41 freshwater eels measuring >45 cm which passed through the system, four samples (10%) were slightly damaged and one sample (2%) was irreparably damaged. Of the 87 perch-like fish measuring <15 cm passing through the system, one sample (1%) was slightly damaged and four samples (5%) were dead. All 41 perch-like fish measuring >15 cm passing through the system were undamaged. All 24 carp-like fish measuring <15 cm passing through the system were undamaged. Of the 40 carp-like fish measuring >15 cm passing through the system, two samples (5%) were slightly damaged.

Results



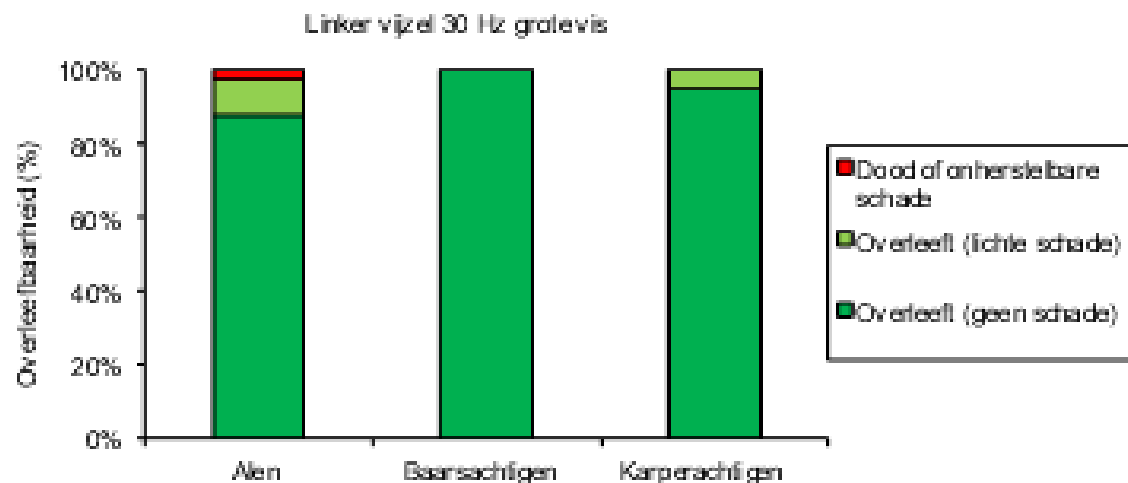
[bar chart:]
 Left screw pump 30 HZ small fish
 Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

Carp-like fish

- * Dead or irreparably damaged
- * Survived (slightly damaged)
- * Survived (undamaged)



[bar chart:]
 Left screw pump 30 HZ large fish
 Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

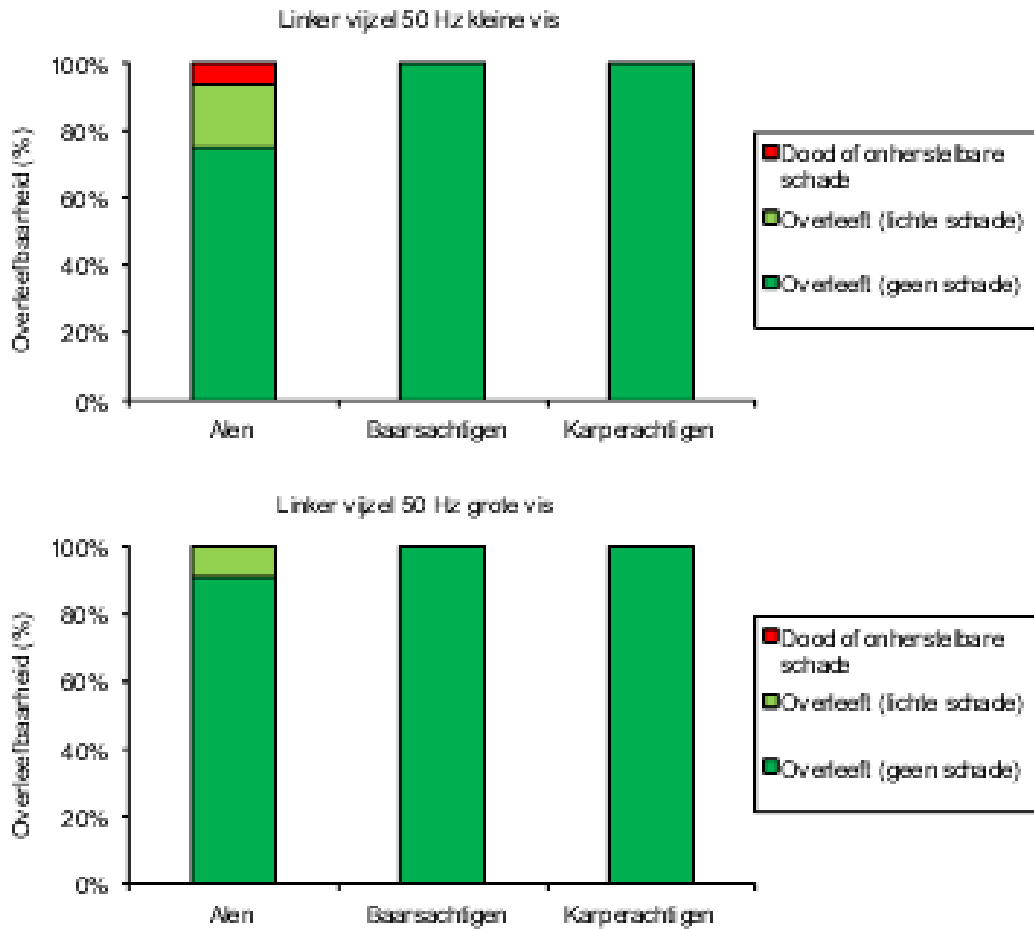
Carp-like fish

- * Dead or irreparably damaged
- * Survived (slightly damaged)
- * Survived (undamaged)

Figure 3.2 Overview of survival rates, scenario 1 for three specific groups of small fish (above) and large fish (below).

3.2.2 Left screw pump 50 Hz

Of the 16 freshwater eels measuring <45 cm passing through the system, three samples (19%) were slightly damaged and one sample (6%) was irreparably damaged (Figure 3.3). Of the 22 freshwater eels measuring >45 cm passing through the system, two samples (10%) were slightly damaged. The perch-like and carp-like fish passing through the system were all undamaged.



[bar chart:]
Left screw pump 50 HZ small fish
Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

Carp-like fish

- * Dead or irreparably damaged
- * Survived (slightly damaged)
- * Survived (undamaged)

[bar chart:] Left screw pump 50 HZ large fish
Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

Carp-like fish

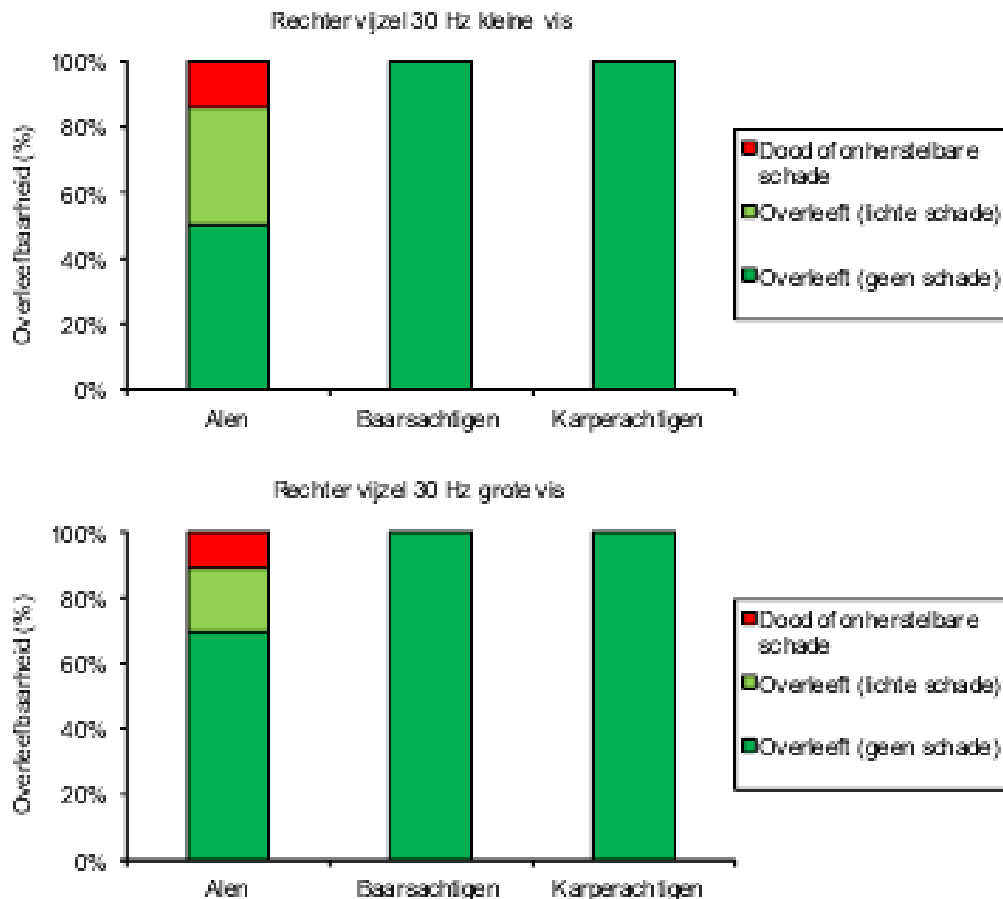
- * Dead or irreparably damaged
- * Survived (slightly damaged)
- * Survived (undamaged)

Figure 3.3 Overview of survival rate, scenario 2 for three specific groups of small fish (above) and large fish (below).

Results

3.2.3 Right screw pump 30 HZ

Of the 14 freshwater eels measuring <45 cm passing through the system, five samples (36%) were slightly damaged and two samples (14%) were irreparably damaged (Figure 3.4). Of the 36 freshwater eels measuring >45 cm passing through the system, seven samples (19%) were slightly damaged and four samples (11%) were irreparably damaged. The perch-like and carp-like fish passing through the system were all undamaged.



[bar chart:]

Right screw pump 30 HZ small fish
Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

Carp-like fish

- * Dead or irreparably damaged
- * Survived (slightly damaged)
- * Survived (undamaged)

[bar chart:] Right screw pump 30 HZ large fish
Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

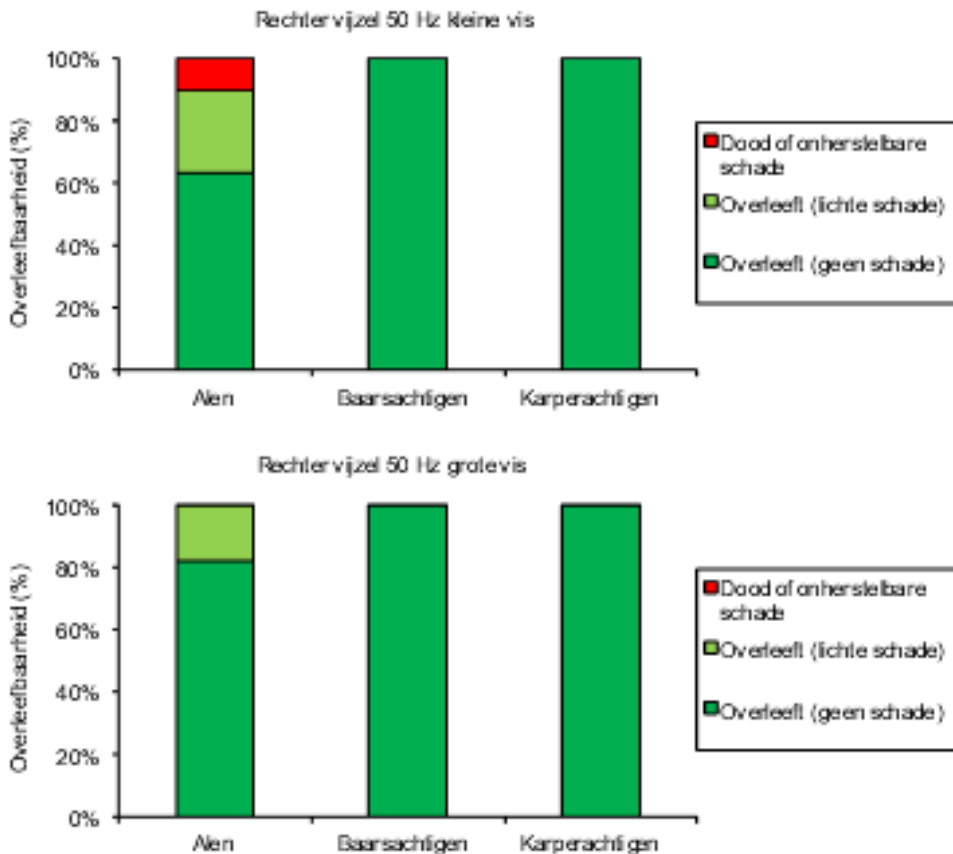
Carp-like fish

- * Dead or irreparably damaged
- * Survived (slightly damaged)
- * Survived (undamaged)

Figure 3.4 Overview of survival rates, scenario 3 for three specific groups of small fish (above) and large fish (below).

3.2.4 Right screw pump 50 Hz

Of the 19 freshwater eels measuring <45 cm passing through the system, five samples (26%) were slightly damaged and two samples (11%) were irreparably damaged (Figure 3.5). Of the 55 freshwater eels measuring >45 cm passing through the system, 10 samples (18%) were slightly damaged. The perch-like and carp-like fish passing through the system were all undamaged.



[bar chart:]
Right screw pump 50 HZ small fish
Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

Carp-like fish

- * Dead or irreparably damaged
- * Survived (slightly damaged)
- * Survived (undamaged)

[bar chart:] Right screw pump 50 HZ large fish
Survivability (%)

Freshwater eel

Perch-like fish

Carp-like fish

- * Dead or irreparably damaged
- * Survived (slightly damaged)
- * Survived (undamaged)

Figure 3.5 Overview of survival rates, scenario 4 for three specific groups of small fish (above) and large fish (below).

Results

3.3 Reliability intervals regarding mortality rates

Prior to the start of the experiments, it was calculated that for each type group and length class, 50 samples would have to pass through the system in order to provide a reliable estimate of the mortality rate. In practice, a minimum of 50 samples per type group and length class were indeed passed through, however it was not possible to retrieve all samples on the outflow side. This meant that the reliability interval was somewhat larger for a number of specific groups. For small freshwater eels, the reliability interval varies between 30% and 44% (Table 3.3). In determining the survival rate, a reliability interval of <25% is looked for. A reliability interval of 25- 50% is still regarded as acceptable. With a reliability interval of >50%, no conclusions can be drawn. This approach was also adopted when devising the pumping station index as part of the STOWA pumping station study.

Table 3.3 Reliability intervals per type group, length class and experiment

Experiment	L-Class	Type group	Dead	N	Proportion	Binomial High	Binomial Low	Difference
1	Small	Freshwater eels	1	10	10%	44.5%	0.3%	44%
		Perch-like fish	4	87	5%	11.4%	1.3%	10%
		Carp-like fish		24	0%	14.2%	0.0%	14%
	Large	Freshwater eels	1	41	2%	12.9%	0.1%	13%
		Perch-like fish		41	0%	8.6%	0.0%	9%
		Carp-like fish		40	0%	8.8%	0.0%	9%
2	Small	Freshwater eels	1	16	6%	30.2%	0.2%	30%
		Perch-like fish		30	0%	11.6%	0.0%	12%
		Carp-like fish		35	0%	10.0%	0.0%	10%
	Large	Freshwater eels		22	0%	15.4%	0.0%	15%
		Perch-like fish		47	0%	7.5%	0.0%	8%
		Carp-like fish		40	0%	8.8%	0.0%	9%
3	Small	Freshwater eels	2	14	14%	42.8%	1.8%	41%
		Perch-like fish		29	0%	11.9%	0.0%	12%
		Carp-like fish		26	0%	13.2%	0.0%	13%
	Large	Freshwater eels	4	36	11%	26.1%	3.1%	23%
		Perch-like fish		23	0%	14.8%	0.0%	15%
		Carp-like fish		28	0%	12.3%	0.0%	12%
4	Small	Freshwater eels	2	19	11%	33.1%	1.3%	32%
		Perch-like fish		40	0%	8.8%	0.0%	9%
		Carp-like fish		31	0%	11.2%	0.0%	11%
	Large	Freshwater eels		55	0%	6.5%	0.0%	6%
		Perch-like fish		77	0%	4.7%	0.0%	5%
		Carp-like fish		38	0%	9.3	0.0%	9%

3.4 Damage profiles

The damage to the freshwater eels varied from slight abrasions (slight damage) to fragmentation and open wounds (serious damage). The damage in all cases happened in the tail area.



Figure 3.6 Samples of slight damage (left) and irreparable damage (right) directly after conducting the test.

With the carp-like and perch-like fish, the damage was caused over the entire body of the fish. Examples of slight damage included damage to fins and scale loss. Forms of serious damage included serious abrasions and fragmentation of the tail and the head.



Figure 3.7 Two dead perches with severe abrasions in the rump area, directly after conducting the test.

Results

Noticeably for all specific groups, the most damage and mortality occurred amongst the smaller samples. It seems quite likely that the damage is due to crushing in the very small area between the concrete foundation and the screw pumps. Owing to the flat and thin form of the tail of a freshwater eel, and of the carp-like and perch-like fish to a lesser extent, the smallest spaces can lead to damage during the passage of the fish through the screw pump. There were no indications of ‘impact damage’.

3.5 Delayed mortality

At the end of the testing, all scaly fish were deposited on the downstream side of the Ennemaborgh pumping station. The freshwater eels were transferred to the VisAdvies depot in Nieuwegein, and stored there in fish basins with fresh-flowing water. The freshwater eels were segregated in accordance with the scenario and the damage profile.

In the period up to 48 hours following completion of the testing, a record was kept of the delayed mortality. A total of three samples died (Figure 3.4).

These freshwater eels had been classified directly after the testing in the ‘irreparable damage’ category. The results of the test regarding delayed mortality therefore brought no influence to bear on the overall mortality rate. All dead freshwater eels had serious cuts and abrasions on their tails.

Table 3.4 Overview of delayed mortality

Type		Length class (cm)	Pump scenario			
			1 Screw pump 1 30 Hz	2 Screw pump 1 50Hz	3 Screw pump 2 30 Hz	4 Screw pump 2 50 Hz
1	Freshwater eel	0-45	1		1	
2		>45			1	
Total			1	0	2	0

The remaining freshwater eels from the ‘irreparable damage’ category were still alive after 48 hours; however their overall situation had generally deteriorated. The wounds were swollen and the skin around the wound was strongly discoloured. The dead freshwater eels were cut open on completion of the test. Aside from the wounds that were already visible in the tail area, internal wounds were also examined. No deviations were recorded here affecting for example the head and the organs.

The freshwater eel is a very strong type that can stay alive a long time even with irreparable damage. Nevertheless it should not be assumed that such samples will ever reach the spawning grounds in the Sargasso Sea.



Figure 3.8 Wound on freshwater eel, 48 hours after the experiment.

3.6 Appraisal of fish survivability at lifting station

3.6.1 Left screw pump 30 Hz

The score for the left screw pump working at 30 Hz is calculated in Table 3.5. For small freshwater eel, the survival rate was 90%, which falls within the ‘inadequate’ category. For large freshwater eels, the survival rate was 98%. This falls within the ‘very good’ category. The survival rate for carp-like fish was 100% for both length classes. The perches measuring >15 cm also got the maximum score. The survival rate for perches measuring <15 cm was 95%, which falls within the ‘inadequate’ category. When all partial scores are calculated along with the weighting factors, the left screw pump working at 30Hz scored 0.72. This falls within the ‘Good’ category.

Table 3.5 Survival rate and score for fish survivability at left screw pump 30 Hz

Type		Length Category (cm)	Weighting factor	Survivability classes (%)			
				Very good	Good	Inadequate	Poor
1 2	Freshwater eel	0-45	0.15				
		>45	0.25	98%		90%	
3 4	Carp-like fish	0-15	0.1	100%			
		>15	0.2	100%			
5 6	Perch-like fish	0-15	0.1			95%	
		>15	0.2	100%			
Score				0.75-1	0.5-0.75	0.25-0.5	0.0-0.25

3.6.2 Left screw pump 50 Hz

The score for the left screw pump working at 50 Hz is calculated in Table 3.6. For small freshwater eels, the survival rate was 94% which falls within the ‘good’ category. For large freshwater eels, the survival rate was 100%, which falls within the ‘very good’ category. The survival rate for carp-like and perch-like fish was 100% for both length classes. When all partial scores were calculated along with the weighting factors, the left screw pump working at 50 Hz scored 0.85. This falls within the ‘very good’ category.

Table 3.6 Survival rate and score for fish survivability at left screw pump 50 Hz

Type		Length Category (cm)	Weighting factor	Survivability classes (%)			
				Very good	Good	Inadequate	Poor
1 2	Freshwater eel	0-45	0.15		94%		
		>45	0.25	100%			
3 4	Carp-like fish	0-15	0.1	100%			
		>15	0.2	100%			
5 6	Perch-like fish	0-15	0.1	100%			
		>15	0.2	100%			
Score				0.75-1	0.5-0.75	0.25-0.5	0.0-0.25

Results

3.6.3 Right screw pump 30 Hz

The score for the right screw pump working at 30 Hz is calculated in Table 3.7. For small freshwater eels, the survival rate was 86%. This falls within the 'Poor' category. For large freshwater eels, the survival rate was 89%, which falls within the 'Poor' category. The survival rate for carp-like and perch-like fish was 100% for both length classes.

When all partial scores are calculated along with the weighting factors, the left screw pump working at 50 Hz scored 0.70. This falls within the 'Good' category.

Table 3.7 Survival rate and score for fish survivability at right screw pump 30 Hz

Type		Length Category (cm)	Weighting factor	Survivability classes (%)			
				Very good	Good	Inadequate	Poor
1	Freshwater eel	0-45	0.15				86%
		>45	0.25				89%
3	Carp-like fish	0-15	0.1	100%			
		>15	0.2	100%			
5	Perch-like fish	0-15	0.1	100%			
		>15	0.2	100%			
Score				0.75-1	0.5-0.75	0.25-0.5	0.0-0.25

3.6.4 Right screw pump 50 Hz

The score for the right screw pump working at 50 Hz is calculated in Table 3.8. For small freshwater eels, the survival rate was 89%. This falls within the 'Poor' category. For large freshwater eels, the survival rate was 100% and this falls within the 'Very good' category. The survival rate for carp-like and perch-like fish was 100% for both length classes.

Table 3.8 Survival rate and score for fish survivability at right screw pump 50 Hz

Type		Length Category (cm)	Weighting factor	Survivability classes (%)			
				Very good	Good	Inadequate	Poor
1	Freshwater eel	0-45	0.15				89%
		>45	0.25	100%			
3	Carp-like fish	0-15	0.1	100%			
		>15	0.2	100%			
5	Perch-like fish	0-15	0.1	100%			
		>15	0.2	100%			
Score				0.75-1	0.5-0.75	0.25-0.5	0.0-0.25

3.6.5 Final score

Table 3.9 Final score for fish survivability at the Ennemaborgh pump works

Scenario	Score
1 Left screw pump 30 Hz	0.74
2 Left screw pump 50 Hz	0.92
3 Right screw pump 30 Hz	0.70
4 Right screw pump 50 Hz	0.89
Average	0.81

The final score for the pumping station that was tested is a weighted average of all four tested scenarios (Table 3.9). The Ennemaborgh pump works got an average score of 0.81. This falls within the ‘Very good’ category. The left screw pump got a slightly higher score than the right screw pump. The right screw pump is fitted with a special rubber ‘draught strip’. Following inspection, it transpired that one of the three rubber profile parts on the blades had come loose, which can have a negative impact on the result for the right screw pump. Finally, it would appear that the screw pumps working at 50 Hz had a higher score (0.91) than for those working at 30 Hz (0.72).

3.6.6 Overview of mortality rates

An overview of the mortality rates (direct + indirect) is provided in Table 3.10. The number of tested specimens per scenario and type group varied; therefore a weighted average was calculated for the different scenarios. The average mortality rate per scenario varies from 1% to 4%. The overall mortality rate (weighted average scenario 1 to 4) was 2%.

*Table 3.10 Mortality rates (direct + indirect) per type group, length class and experiment. *: weighted average for all fish passing through the system*

		Experiment			
L-Class	Type group	1	2	3	4
Small	Freshwater eels	10%	6%	14%	11%
	Perch-like fish	5%	0%	0%	0%
	Carp-like fish	0%	0%	0%	0%
Large	Freshwater eels	2%	0%	11%	0%
	Perch-like fish	0%	0%	0%	0%
	Carp-like fish	0%	0%	0%	0%
	Average	2%	1%	4%	1%

Results

4 Conclusions and recommendations

4.1 Conclusions

- Ennemaborgh pumping station had an average score of 0.81 for fish survivability. This falls within the 'Very good' category;
- The left screw pump had a slightly higher score for fish survivability than the right screw pump;
- The pump working at 50 Hz scored higher for fish survivability than the 30 Hz pump;
- The mortality rate for freshwater eels measuring < 45 cm varied from 6%-14%;
- The mortality rate for freshwater eels measuring > 45 cm varied from 0%-11%;
- The mortality rate for small perch-like fish measuring <15 cm varied from 0% to 5%;
- The mortality rate for large perch-like fish was 0% in all tested scenarios;
- The mortality rate for carp-like fish (small and large) was 0% in all tested scenarios;
- The overall mortality rate (weighted average scenario 1 to 4) was 2%;
- No delayed mortality was recorded for the group comprising undamaged and slightly damaged freshwater eels. In the group comprising freshwater eels with irreparable damage, mortality was recorded in respect of three samples. The remaining freshwater eels from the 'irreparable damage' category were still alive 48 hours after the experiment but their condition had generally deteriorated. The freshwater eel is a very robust type that can survive a long time with irreparable damage. Nevertheless, it is not expected that such samples will ever reach the spawning grounds in the Sargasso Sea.
- The damage that occurred is in all cases very probably the result of crushing between the screw pump and the outer wall. There were no indications of impact damage while the fish passed through the screw pumps. This finding corresponds with the results of the previous study in 2010.

4.2 Recommendations

- The damage caused to fish during this test would appear to have been due to crushing between the screw pump and the foundation. It is very important that the spaces between the screw pump and the foundation are minimal. If these spaces can be further minimised, it will be possible to further increase the rate of fish survivability.

Bonhof G.H., 2009. Memo monitoring fish damage Ennemaborgh pumping station. Memo 2009-233, Koeman and Bijkerk bv, Haren.

Kemper J.H., H. Vis, F.T. Vriese, J. Hop & J. Kampen, 2011. *Gemalen of vermalen worden*. Subtitle: Study of the fish-friendly operation of 26 lifting stations. VisAdvies BV, Nieuwegein. Project number VA2009_33, 73 pages.

Kemper, J.H & H. Vis, 2011. Study of the fish-friendly operation of the pumping station at Ennemaborgh. VisAdvies BV, Nieuwegein. Project number VA2010_47, 13 pages.

Kunst, J.M., B. Spaargaren, F.T. Vriese, M.J. Kroes, C. Rutjes, E. van der Pouw Kraan, & R.R. Jonker, 2008. *Gemalen of vermalen worden*. Subtitle : Study of fish-friendly operations at pumping stations Project number: 253293 Reference number: I&M-99065369-MK. Grontmij BV and VisAdvies BV. I.o.v. STOWA.

Vis H., Q.A.A. The Bruijn & J.H. Kemper, 2011. Guideline to test and evaluate fish survivability in pumping station pumps. VisAdvies BV, Nieuwegein, the Netherlands. Project number VA2011_38, 23 pages.

Vis H. J.H. Kemper & I. Spierts, 2012. Test fish survivability Bedford Pumps SAF.90.05.12 pump at 330 rpm (1.3 m³/s). VisAdvies BV, Nieuwegein, the Netherlands. Project number VA2011_28, 17 pages.

VisAdvies

Ecological Advice and research



Twentehaven 5
3433 PT Nieuwegein
t. +31 (0)30 285 10 66
e. info@VisAdvies.nl
www.VisAdvies.nl
K.V.K. 30207643; ABN-AMRO: 40.01.19.528

Limitation of liability:

Neither VisAdvies BV, nor its shareholders, representatives or employees shall be held liable for any direct, indirect, incidental or consequential damage or penalties or other forms of damages and costs arising from or ensuing from the client's use of advice emanating from VisAdvies BV or ensuing from the putting into use by the client or third parties of the results of works or other data obtained from VisAdvies BV. The client shall indemnify VisAdvies BV against all claims from third parties and costs incurred by VisAdvies BV in connection therewith (including legal representation) in the event that the claims are associated in any way with the work executed by VisAdvies BV on behalf of the client.

Notwithstanding the foregoing, any liability on the part of VisAdvies BV arising from the agreement for services between VisAdvies BV and the client will be limited to the amount that is payable in the particular case under the professional indemnity insurance policy held by VisAdvies BV, plus the excess payable by VisAdvies BV under the terms of the insurance. If no compensation is paid under the insurance, for whatever reason, such liability on the part of VisAdvies BV will be limited to [twice] the amount charged by VisAdvies BV for the assignment in question [and duly paid in the twelve months preceding the date of the incident that gave rise to the liability] up to a maximum liability of [€50,000].

MAJ 2023
KOLDING KOMMUNE

KLIMATILPASNINGSPROJEKT KOLDING Å PUMPE OG SLUSE

ANSØGNING OM ÅREGULERINGSTILLADELSE
BILAG D



KOLDING KOMMUNE

LUKKEHYPPIGHED FOR SLUSE I UDLØBET AF KOLDING Å

NOTAT

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Indledning	1
2	Lukkehyppighed – høj vandstand og stormflod	2
2.1	Funktion	2
2.2	Lukkehyppighed	2
3	Lukkehyppighed – Skybrud	5
3.1	Funktion	5
3.2	Lukkehyppighed	6
4	Lukkehyppighed drift	7
5	Sammenfatning	7

1 Indledning

Som en del af en samlet klimatilpasning af Kolding By til sikring mod oversvømmelser fra kraftig nedbør og stormflod planlægges et kombineret bygværk med sluse og pumpestation etableret på udløbet af Kolding Å. Bygværket skal samlet set:

- > sikre at stormfloder ikke forplanter sig op igennem byen via Kolding Å og oversvømmer lavtliggende områder
- > sikre at åens egen vandføring ikke skaber oversvømmelser når slusen er lukket

PROJEKTNR.

A218027

DOKUMENTNR.

A218027-001

VERSION

1

UDGIVELSESDATO

26. okt. 2020

BESKRIVELSE

notat

UDARBEJDET

LAFN/JIJ/ALHK

KONTROLLERET

HEBJ

GODKENDT

LAFN

- > I sommerhalvåret sikre at der i Kolding Å er plads til vandet ved kraftige regnskyl hvor Åen ved varsling om skybrud kan pumpes ned hvorved der skabes et stort bassinvolumen.

De hydrauliske betragtninger omkring Kolding Å herunder muligt bassinvolumen, anbefaling af pumpeydelse m.m. er tidligere beskrevet i Rapport fra COWI "Klimatilpasningsprojektet Kolding Pumpe og Sluse".

Til brug for vurderingen af konsekvenser af det planlagte bygværk er der behov for viden om hvor hyppigt slusen vil lukke på årsbasis

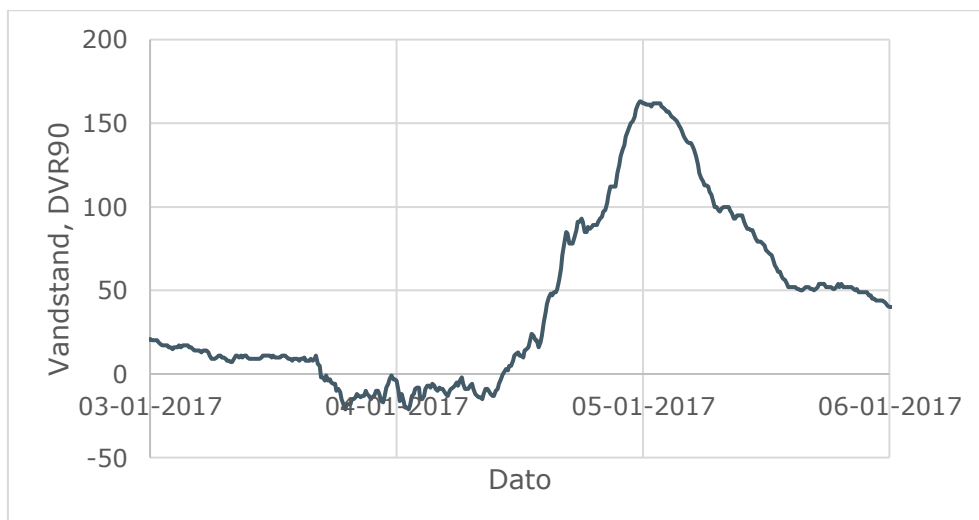
2 Lukkehyppighed – høj vandstand og stormflod

2.1 Funktion

Kolding by er udsat i forhold til stormflod hvor vandstanden i havnen vil forplante sig op igennem Kolding Å og skabe oversvømmelser. I takt med den forventede ændring i middelvandsspejl, som følge af klimaforandringerne, vil problematikken eskalere, da sandsynligheden for vandstandskoten for kritisk vandspejl vil stige. Ved at etablere en sluse og pumpestation i udløbet af Kolding Å vil man kunne lukke af for stormfloder før den kritiske kote indtræffer i Kolding Å. Pumpestationen skal sørge for at holde Åens vandføring i skak ved at pumpe å vandet forbi slusen når den er lukket.

2.2 Lukkehyppighed

Lukning i forbindelse med stormflod vil typisk have en lang varighed på gennemsnitligt ca. 1 døgn pr. hændelse. For de mest ekstreme hændelser kan det være længere, op mod to døgn, mens nogle hændelser måske kun har en høj vandstand i få timer, før vandstanden igen falder. Hændelsen i januar 2017 havde en varighed over kote 1,0 på ca. 12 timer.



Figur 1 Stormflodshændelsen i januar 2017

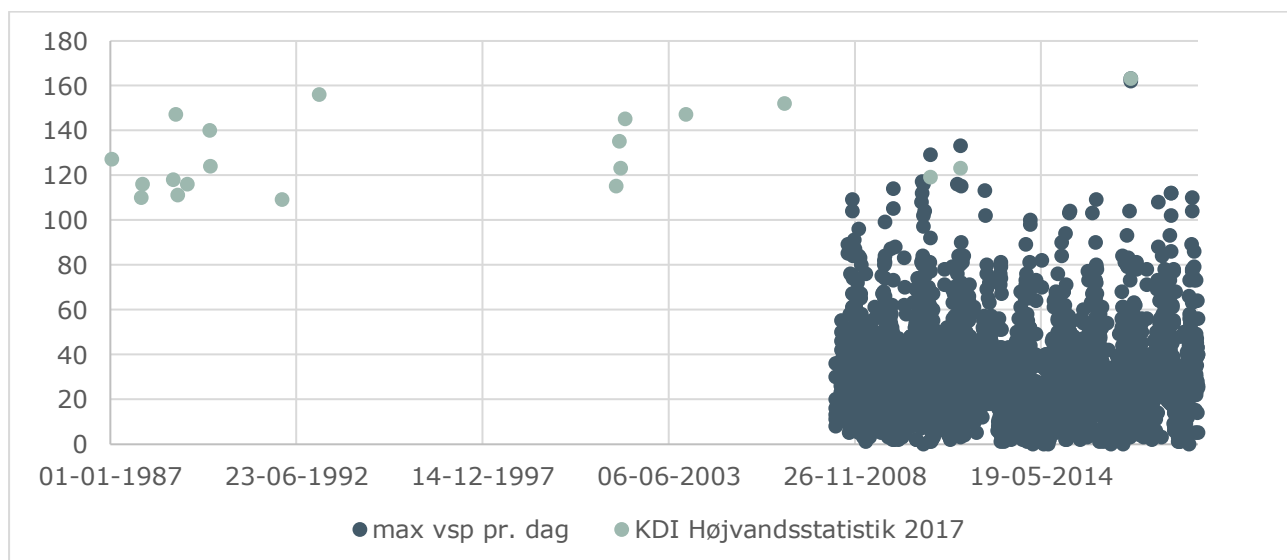
Til brug for vurdering af lukkehyppighed er anvendt følgende datakilder:

- > Kystdirektoratet, 2018: Højvandsstatistikker 2017. Kystdirektoratet, Miljø- og Fødevareministeriet
- > DMI data for Kolding havn ar vi haft til rådighed for perioden 29-4-2008 til 1-1-2019 med enkelte udfald i data. Samlet 10,2 års måledata.

Til brug for vurderingen af situationen ved de eksisterende forhold er anvendt data fra de 20 værste stormfloder baseret på DMI's højvandstatistik.

På grundlag af DMIs tidsserie er der lavet analyse baseret på daglige maksimale vandstandsdata. Dette giver et godt grundlag for at vurdere hyppigheder i en fremtidig situation hvor vandstandsstigningen gør at slusen skal lukke hyppigere. Det skal bemærkes at tidsserien fra målestationen, indeholder alle registrerede data, som de er downloadet og ikke er kvalitetssikret. Der er konstateret en uoverensstemmelse på op til 10 cm ved to hændelser i hhv. 2011 og 2012 mens der er god overensstemmelse ved den værste hændelse i 2017 (1 cm i diff).

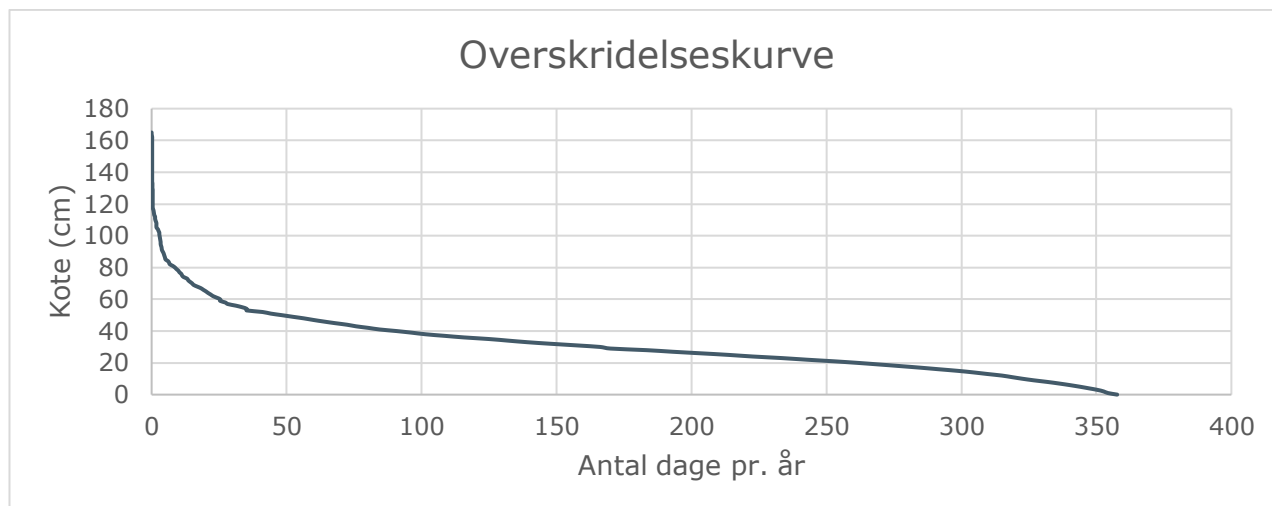
Nedenstående figur viser de to serier, som danner grundlag for analysen



Figur 2 Anvendte data over stormflod og daglige maksimal vandstand til analyse af lukkehyppighed

For vandstandsdata over kote 115 cm, baseres analysen på Kystdirektoratets data for de 20 mest ekstreme storme (koten for mindste hændelse i statistikken). For lavere vandstande baseres den på den målte serie.

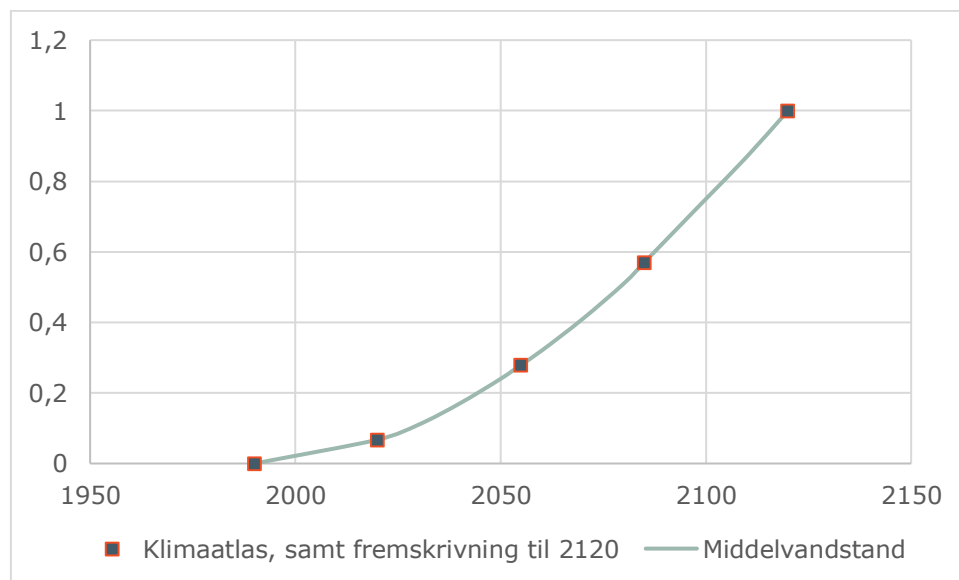
Der er udarbejdet en overskridelseskurve, der beskriver antal dage pr. år at en given vandstand overskrides.



Figur 3 Graf over overskrideshyppighed for nuværende situation.

2.2.1 Forventet vandstandsstigning

Analysen er baseret på den forventede vandstandsstigning, som den er angivet på klimatlas.dk. Dette er baseret på den seneste rapport fra FN's klimapanel. For Kolding forventes en fremtidig middelvandstand i år 2041-2070 på 28 cm og for år 2071-2100 på 57 cm. En fremskrivning af denne stigningstakt til år 2120, giver en vandstandsstigning på 1,00 m i år 2120. Den nuværende middelvandstand er 6,75 cm



Figur 4 Anvendt fremskrivning baseret på klimaatlas for år 2055 og 2085, samt nuværende middelvandstand på 6,75 cm og estimeret fremskrivning til år 2120.

Stormflodsniveauerne beskrevet i højvandstatistikken og måledata, refererer til DVR90. Det er således i faktiske koter for år 2017 og ikke ift. middelvandstand. Når der skal analyseres på de fremtidige forhold, skal der dog tages hensyn til den fremtidige udvikling i middelvandstanden. I nedenstående tabel er anført

antal forventede lukkedage som følge af vandstandsstigningen ved forskellige niveauer for hvornår slusen lukkes.

2.2.2 Lukkekote og antal lukkedage

Ved de nuværende forhold er kote 1,35 m tidligere vurderet som kritisk, men det har stor betydning ved hvilken kote eller varsel om kote, man beslutter sig for at lukke slusen. I tabellen er derfor angivet forventede lukkedage, for forskellige lukke koter.

Tabel 1 Estimerede antal lukkedage, såfremt slusen lukker ved vandstand i forskellige koter.

Årstal	Middelvandstand (m)	Estimerede antal lukke dage pr. år ved lukning i kote:			
		1,2 m	1,3 m	1,4 m	1,5 m
2020	0,07	0,4	0,3	0,3	0,1
2030	0,11	0,6	0,3	0,3	0,2
2040	0,17	1,6	0,5	0,3	0,3
2050	0,24	2,8	1,3	0,4	0,3
2055	0,28	3,1	1,8	0,5	0,3
2060	0,32	3,4	2,4	0,9	0,4
2070	0,41	5,2	3,3	1,9	0,6
2080	0,51	11	5,2	3,3	1,9
2085	0,57	16	9,2	4,4	3,0
2090	0,63	22	13	6,5	3,6
2100	0,75	44	24	14	7,8
2110	0,87	96	52	25	16
2120	1,00	204	116	64	31

3 Lukkehyppighed – Skybrud

3.1 Funktion

Blue Kolding kan udnytte slusen og pumpen til at skabe et bassinvolumen i Kolding Å som recipient til vand fra kraftige regnskyl over Kolding By. Ved varsel om skybrud vil forsyningen kunne lukke for slusen og pumpe Kolding Å ned og på den måde frigøre et større bassinvolumen.

For at udnytte denne kapacitet fuldt ud, vil der over tid skulle anlægges tiltag i byen, som muliggør denne udnyttelse ved at sikre, at vandet på en fornuftig måde kan ledes til Åen.

Bassinet kan udnyttes aktivt og indgå som en del af serviceniveauet for de regnvandskloakerede oplande. Typisk tillader serviceniveau for regnvandskloakerede områder stuvning til terræn hvert 5 år. For at overholde dette serviceniveau kan bassinet fremover indgå aktivt som en del af regnvandssystemet. Ved hændelser der ligger udover serviceniveau vil bassinet samtidigt kunne udnyttes ved anlæggelse af skybrudsveje som på en fornuftig måde leder vandet til åen, evt. ved ændring i vejprofiler eller etablering af render, således at skadesomkostninger fra vand på terræn minimeres.

Ved fællessystemer (regnvand og spildevand i samme rør) er det typiske serviceniveau stuvning til terræn hvert 10 år. Her vil bassinet næppe indgå i overholdelse af serviceniveau for hændelser op til 10 år. Men derimod vil skybrudsveje og andre tiltag kunne lede vand fra disse arealer sikkert mod åen i tilfælde af opstuvning.

Blue Koldings behov for at lukke slusen ift. regnvandshåndtering vil primært finde sted i sommerhalvåret hvor der er risiko for kraftig regn og skybrud.

3.2 Lukkehyppighed

Hvor hyppigt Blue Kolding vil have behov for at lukke slusen afhænger af flere ting bl.a.:

- > Hvordan bassinet vil samtænkes med regnvandssystemet
- > Hvornår tiltag til afledning af regnvand etableres både inden for serviceniveau og deciderede skybrudsveje til håndtering af hændelser over serviceniveau.
- > Evt. separering af nogle af de i dag fælleskloakerede arealer

COWI og Blue Kolding har sammen drøftet behovet på møde d. 5. oktober ved tilstedeværelse af Lars Frederiksen & Jeppe Sikker Jensen (COWI) og Thomas Faarbæk (Blue Kolding).

Det vurderes at der vil være et estimeret direkte behov for lukning af slusen 1-2 gange om året i sommerhalvåret. Men da Blue Kolding er nødt til at reagere på varsling om skybrud i forhold (lukning af sluse og tid til nedpumpning af åen) vil det forventede antal lukninger i sommerhalvåret være højere, da varsling om skybrud er forbundet med en vis usikkerhed både i forhold til om varslingen reelt bliver til et konkret skybrud og hvor kraftig regn intensitet der vil være tale om. Antallet af varsler fra DMI varierer en del fra år til år men det vurderes overordnet at der varsles skybrud 4-6 gange om året. Blue Kolding vil ved varsling vurdere vandstanden i Kolding Å som resultat af vandstand i Fjorden. Således vil en lav vandstand næppe resultere i at man vil lukke slusen. Det vurderes

således på denne baggrund at Blue Kolding vil skulle lukke slusen 1-3 gange i løbet af sommerhalvåret. Dette vil kunne stige over tid som følge af udvikling i klimaet og evt. udbygninger i afløbssystemet.

Lukning i forbindelse med skybrud vil typisk have en varighed på et antal timer.

4 Lukkehyppighed drift

I forhold til at sikre slusens funktion vil det være ønskeligt at lukke slusen nogle gange om året for at "motionere" de bevægelige dele og fjerne evt. sediment på sluseport. Det vurderes at slusen vil skulle lukkes 1 gang hvert 1-2 måneder. Dog vil der være tale om meget kortvarige lukninger og det er ikke sikkert at man vil lukke slusen totalt. Det vurderes således at lukning som følge af drift vil være særdeles kortvarige og bør ikke indregnes i antal af lukninger.

5 Sammenfatning

Med udgangspunkt i de ovenstående analyser og vurdering kan følgende sammenstilling omkring antal lukkedage udledes:

Tabel 2 Estimerede antal lukninger om året i 2020, 2045, 2070 og 2120. Bemærk at kritisk kote har stor indvirken på antal lukkedage og at antallet vil kunne reduceres over tid ved at hæve den kritiske kote i byen langs åen (forhøje brinker m.m.). Behovet for luk i forbindelse med skybrud er vurderet i samråd med Blue Kolding. Faktisk behov afhænger af udbygning af afløbssystem herunder skybrudsveje og strategi for fremtidig udnyttelse. De første 5-10 års drift data efter pumpen er ibrugtaget, vil give et mere nuanceret billede af behovet.

År	Højvande (kote 1,3-1,4 kritisk)	Skybrud	Totalt
2020	0,3	1 - 3	1,3 - 3,3
2045	0,4 - 1,3	1 - 3	1,4 - 4,3
2070	1,9 - 3,3	1 - 3	2,9 - 6,3
2120	64 - 116	1 - 3	65 - 119

Kolding Kommune / Pumpe Sluse
Nytov 11 (Kolding Havn)
6000 Kolding

CVR nr. 29189897

12. juli 2023 - Sagsnr. 23/4466 - Løb.nr. 131928/23

Spildevandstilladelse til Pumpe Sluse til kloak

Lovgrundlag

Kolding Kommune meddeler hermed tilladelse til afledning af spildevand fra forbelastning af område B i indspulingsbassinet på Kolding Havn i forbindelse med etablering af pumpe-slusen til det offentlige kloaksystem på nedennævnte vilkår. Lovgrundlaget for tilladelsen er miljøbeskyttelseslovens kapitel 4, § 28, stk.3, jf. Miljøbeskyttelsesloven nr. 5 af 3. januar 2023.

Baggrund

Baggrunden for tilladelsen er Cowis ansøgning på vegne af Kolding Kommune og BlueKolding af den 25. april 2023, med supplerende oplysninger.

BlueKolding og Kolding Kommune ønsker at etablere et pumpe- og sluseanlæg ved udmundning af Kolding Å. Anlægget skal være med til at fremtidssikre Kolding midtby mod forhøjet vandstande i Kolding Å, således at byen er bedre rustet mod skybrud og stormflod.

Placeringen af anlægget skal etableres på en del af deponiområdet, som Kolding Havn anvender som indspulingsbassin for opgravet havnesediment. Bassinet modtager på nuværende tidspunkt lettere forurenede havbundssediment, som ikke er egnet til klappning. Sedimentet stammer fra vedligeholdelse af sejlrende, havnens bassiner, samt fra lystbådehavnen.

Denne tilladelse omfatter afledning af spildevand fra selve forbelastningen, hvor drænvand fra indspulet materiale og oprindelige bløde aflejringer skal afledes til spildevandsledning. Tilladelsen er gældende indtil forbelastningen er afsluttet, forventeligt 1½ til 2 år.

Ved udarbejdelsen af anlægget skal det pågældende område forbelastes ved at der udlægges ca. 5 m sand ud på arealet i tynde lag fordelt over en periode på ca. 1 år. Området vil sætte sig ca. 3-3,5 m under denne proces. Sætningerne sker ved at vandet i de bløde aflejringer presses ud, hvorved der sker en konsolidering af jorden, hvorved der opnås en større styrke af jorden. Processen med konsolidering af jorden accelereres ved at sætte vertikaldræn ned i de bløde aflejringer, hvorved vandet hurtigere kan presses ud af jorden. Vandet presses ud af de bløde aflejringer, hvorfor der ikke sker en grundvandssænkning ved processen. Vand som presses ud og kommer op via vertikaldræne samles i et horisontalt drænsystem, som ligger i sandlaget. Dette vand skal udledes via spildevandssystemet til renseanlæg.

Efter perioden med forbelastning fjernes en del af sandet og pumpe-sluse anlægget bygges. Der forventes ikke yderligere udledning af drænvand.

Forudsætningerne for tilladelsens vilkår er beskrevet i den spildevandstekniske beskrivelse og spildevandstekniske vurdering.

Alle planlagte ændringer i afledningen af drænvand med indflydelse på spildevandsafledningen skal, inden ændringen foretages, meddeles til kommunen, så det kan afklares, om dette udløser et behov for ansøgning om revision af vilkårene i denne tilladelse.

Tilladelsens vilkår

Generelt

- 1) Der må afledes drænvand fra område B jf. bilag 1, som beskrevet i den spildevandstekniske beskrivelse.
- 2) Ved eventuelle uheld, hvor der er fare for afledning af stoffer/kemikalier ud over det tilladte, skal virksomheden straks ringe 112. Projektet skal straks søge at standse udledningen. Virksomheden skal desuden udarbejde en redegørelse i henhold til vilkår 14.

Anlægs- og driftsvilkår

- 3) Drænvand skal afledes via kulfilter, der er dimensioneret til at modtage drænvandet. Kulfilteret skal til enhver tid have kapacitet til at modtage den angivne mængde spildevand.
- 4) Alt drænvand skal afledes via sandfang, kulfilter og målebrønd. Målebrønd skal etableres på spildevandsledning før tilslutning til offentlig spildevandskloak. Brønd nr. for tilledning til spildevandsledning skal oplyses til Kolding Kommune inden tilslutning.
- 5) Der må afledes drænvand til spildevandsledningen med en hastighed på max 3 l/sek.
- 6) Til sikring af at der ikke sker gennembrud af kulfilter skal der analyseres for følgende parameter: Benz(bjk)flouranthen. Ved målt indhold af Benz(bjk)flouranthen, skal der igangsættes skift af kulfilter.
- 7) Brugt kulfiltermateriale skal bortskaffes efter Kolding Kommunes regulativ for erhvervsaffald.

Afledningsvilkår, kontrolregler

- 8) Kravet til spildevandets indhold skal overholde værdierne i tabel 1.

For øvrige stoffer i tabel 2 vurderes værdierne i forhold til angivet 20 gange miljøkvalitetskrav (MKK) for overfladevand.

Tabel 1.

Parameter	Kontrolkrav C	Kontroltype
Udledt vandmængde	Max 3 l/s	absolut ¹
pH	6,5 – 9,0	absolut
Nikkel	250 µg/l	gennemsnit ²
Zink	3000 µg/l	gennemsnit
Kobber	100 µg/l	gennemsnit
Cadmium	3 µg/l	gennemsnit
Chrom	300 µg/l	gennemsnit
Bly	100 µg/l	gennemsnit
Organisk stof (COD)	måles	
Totalfosfor (TP)	måles	
Totalkvælstof	måles	

1) Kontroltype "absolut" betyder, at kravet til en hver tid skal være opfyldt.

2) Kontroltype "gennemsnit" betyder, at værdien skal være overholdt over løbende 12 måneder

Dansk Standard 2399, 1. udgave. Afløbskontrol, Statistisk kontrolberegning af afløbsdata.

Tabel 2:

Parameter	Enhed	20*MKK ^(A)	Kontroltype
Naphthalen	µg/l	2,76	
Flouranthen	µg/l	0,126	
Benz(bjk)flouranthen	µg/l	0,0034	
Benz(a)pyren	µg/l	0,0034	
Dibenzanthracen	µg/l	0,0028	
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,0034	
Vinylchlorid	µg/l	1,0	
PFAS 4 ¹	ng/l	2(40)	Vurderes på enkelt prøve
PFAS 22 ¹	ng/l	15(100)	

1) 100 ng/l er kvalitetskravet for grundvand og 40 ng/l er vejledende kvalitetskrav for badevand, der findes ikke tilsvarende grænseværdier for spildevand pt.

(A): Værdi som målinger holdes op i mod. Værdien er fastsat som 20 gange miljøkvalitetskravet for overfladevand, dog ikke for PFAS 4 og PFAS 22.

Kontrolperioden er for alle kontrolvariable i skemaet løbende 12 måneder. Prøveudtagning og analyse skal ske i overensstemmelse med kravene i den til enhver tid gældende bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger udført af akkrediterede laboratorier, certificerede personer m.v.

Egenkontrol

9) Spildevandsmængde

Den årlige spildevandsmængde til kloak skal opgøres således:

Aflæsning/beregning af vand der er pumpet væk fra drænsystemet.

10) Måleprogram - generel

Til kontrol af spildevandets indhold af en række stoffer skal der udtages en prøve ved opstart når der er stabil drift (dog inden for den første måned), for de nævnte parametre i tabel 1 og 2. Efterfølgende skal der udtages en analyse, hver gang der er udlagt et nyt sandlag(belastningslag) på området. Herefter hver 3. måned til projektet er afsluttet.

Hver prøve analyseres for de parametre der er nævnt i tabel 1 og 2.

Analyseresultaterne sendes til Kolding Kommune, BlueKolding og Miljøstyrelsen så snart resultatet foreligger.

Analyseresultaterne vurderes løbende og ændringer i analyseprogram og rensning kan ændres efter behov i samarbejde med ansøger.

11) Måleprogram - indikatorstof

Der skal i opstartsperioden udtages ugentlige prøver til analyse for Benz(bjk)flouranthen, dette skal fortsætte indtil kulfilter skal skiftes, når der ses begyndende stigning i koncentrationen af Benz (bjk)fluoranthen på udgangssiden. Det skal i samarbejde mellem rådgiver og Kolding Kommune vurderes, hvor lang tid et kulfilter kan holde.

De ugentlige analyser skal fortsætte efter første skift af kulfilter til kulfilter 2, hvis det ikke vurderes, at der er tilstrækkelige data til at vurdere behovet for kulfilter skift, herefter kan prøverne overgå til månedlige analyser.

Under almindelig drift skal der tages analyser hver måned for Benz(bjk)flouranthen som indikatorstof for gennembrud af kulfilter.

De første 3 måneder skal analysedata fremsendes til Kolding Kommune, og herefter samles analyseresultaterne i en driftsjournal.

Driftsjournalen skal til en hver tid være tilgængelig for tilsynsmyndigheden.

12) Spildevandsprøver til analyse skal udtages som stikprøver.

13) Registreringer

Der skal føres logbog over:

- skift af kulfilter, dato for skift, bemærkninger.
- vurderinger forud for kulfilterskift, herunder målte værdier for Benz(bjk)flouranthen
- tidspunkt for påføring af nye sandlag samt tykkelse af laget
- driftsforstyrrelser

Rapportering

14) Redegørelse ved overskridelse af afledningsvilkår

Hvis afledningsvilkårene samt værdier som målinger holdes op i mod tabel 1 og 2 overskrides, skal projektleder for forbelastningen umiddelbart underrette kommunen og fremsende en redegørelse til kommunen, hvori det beskrives, hvad årsagen er til overskridelserne. Redegørelsen skal desuden indeholde forslag til handlingsplan, inkl. tidsplan for nedbringelse af afledningen, således at vilkårene fremover bliver overholdt.

15) Projekt rapport

Første rapportering skal ske senest den 31. januar 2024, herefter hver 6. måned.

- Rapportering af afledte vandmængder
- Resultat af gennemførte målinger
- Driftsjournal for kulfilter, herunder filterskift
- Vurderinger forud for kulfilterskift herunder målte værdier for Benz(bjk)flouranthen
- Tidspunkt for påføring af nye sandlag
- Oplysninger om driftsforstyrrelser
- Evt. ændringer af tidsplanen for projektet

Øvrigt

BlueKolding kan opkræve vandafledningsafgift og særbidrag hos virksomheden i henhold til gældende betalingsvedtægt.

Kolding Kommune kan i henhold til § 30 i miljøbeskyttelsesloven ændre vilkår fastsat i nærværende tilslutningstilladelse, hvis vilkårene anses for utilstrækkelige eller uhensigtsmæssige i forhold til recipient,

drift af renseanlæg, eller ændringer i renere teknologi på området taler herfor. Eventuelle vilkårsændringer vil i så fald blive varslet og efter høring meddelt som påbud.

Venlig hilsen

Gitte Just Pedersen
cand. scient.

Høring

Et udkast til spildevandstilladelsen har været sendt i høring fra den 27. juni 2023 til den 11. juli 2023 hos: Miljøstyrelsen, BlueKolding, Cowi, ansøger og Kolding Havn. **Miljøstyrelsen** havde følgende høringssvar: de vil gerne have en kopi af analyserne.

Ansøger, BlueKolding og Kolding Havn havde ingen bemærkninger.

Cowi havde følgende høringssvar nr. 1:

Af side 5 fremgår at "*sandet betragtes som potentielt lettere forurennet efter påvirkning fra drænvandet*".

Vi vil gerne have præciseret at det maksimalt er den første meter udlagte sand på deponiområdet, der kan betragtes som potentielt lettere forurennet.

Derudover vil vi gerne have tilføjet at det skal udtage 3-4 blandeprøver for at klarlægge om sandet er forurennet, når vi møder det igen i forbindelse med udgravning i byggegruben.

Kolding Kommunes svar på første høringssvar:

Vi vil omskrive afsnittet, da det ikke direkte hører hjemme i en spildevandstilladelse, men er en oplysning angående sandlaget.

Ved håndteringen af sandet skal Kolding Kommune kontaktes inden sandet håndteres, vedrørende krav til jordhåndtering.

Kontakt kan ske til jordforurening@kolding.dk

Cowi høringssvar nr. 2:

Idet afsnittet ikke direkte hører til i spildevandstilladelsen, vil det vel være muligt at vi i stedet for omskrivning, få afsnittet helt fjernet?

Kolding Kommune: afsnittet bliver slettet.

Klagevejledning

Hvad kan man klage over? Retslige spørgsmål samt kommunens vilkår og vurderinger.

Hvem kan klage? Ansøger, klageberettigede myndigheder, foreninger og organisationer samt enhver der har en væsentlig, individuel interesse i sagens udfald.

Hvem er klageinstans? Miljø- og Fødevareklagenævnet

Hvortil skal klagen sendes? Din klage skal indsendes via Klageportalen, som du finder et link til på <http://naevneneshus.dk>

Klageportalen kan tilgås via www.borger.dk og www.virk.dk. Du logger på www.borger.dk eller www.virk.dk ligesom du plejer, typisk med Mit-ID. Klagen sendes gennem Klageportalen til den myndighed, der har truffet afgørelsen. En klage er indgivet, når den er tilgængelig for myndigheden i Klageportalen.

Miljø- og Fødevareklagenævnet har oprettet en supportfunktion, som klager kan kontakte, hvis der opstår spørgsmål. Supportfunktionen kan kontaktes på e-mail klageportalen@naevneneshus.dk eller på telefon nr. 7240 5600.

Hvad er klagefristen? Klagefristen udløber 4 uger efter, at afgørelsen er meddelt, og det vil sige senest den **9. august 2023**.

Hvad koster det at klage? Privatpersoner skal betale et gebyr på 900 kr. Dette gælder også for en anmodning om genoptagelse. Virksomheder og organisationer skal betale det dobbelte beløb på i alt 1.800 kr. for behandling af eller genoptagelse af en klage. Det nævnte gebyr reguleres den 1. januar hvert år.

Klagegebyr opkræves af Nævnenes Hus. Betaling af klagegebyr sker ved elektronisk overførsel eller ved giroindbetaling. Gebyr skal indbetales inden for en fastsat frist. Hvis gebyret ikke indbetales inden udløbet af fristen, afvises klagen.

Søgsmålsfrist: Hvis en afgørelse ønskes prøvet ved en domstol, skal sagen være anlagt inden 6 måneder efter, at afgørelsen er meddelt. Fristen regnes fra modtagelsesdatoen.

Kopimodtagere:

Miljøstyrelsen, Søren Jensen: soeje@mst.dk

BlueKolding

Kolding Havn

Styrelsen for Patientsikkerhed, tilsyn vest: trvest@stps.dk

Danmarks Naturfredningsforening; lokal afd.: kolding@dn.dk

Friluftsrådet: fr@friluftsradet.dk lokal afd.: trekantomraadet@friluftsradet.dk

Dansk Sejlunion: ds@sejlsport.dk

Spildevandsteknisk beskrivelse

Beliggenhed

BlueKolding og Kolding Kommune vil etablere et pumpe- og sluseanlæg ved udmunding af Kolding Å. Anlægget skal være med til at fremtidssikre Kolding midtby mod forhøjet vandstande i Kolding Å, således at byen er bedre rustet mod skybrud og stormflod.

Pumpesluse projektet er beliggende på et område, som en del af indspulingsbassinet på Kolding Havn, som benævnes delområde B (se bilag 1).

Den 9. juni 2023 har Miljøministeriet meddelt en afgørelse om nedlukning af delområde B, en del af indspulingsbassinet, som nu kan anvendes til etablering af pumpesluse projektet.

Området er omfattet af lokalplan 0042-82, et område der er udlagt til Pumpe-sluse projekt ved Kolding Å.

Projektbeskrivelse

Ved udarbejdelsen af anlægget skal det pågældende område forbelastes ved at der udlægges ca. 5 m sand ud på arealet i tynde lag fordelt over en periode på ca. 1 år. Området vil sætte sig ca. 3-3,5 m under denne proces. Sætningerne sker ved at vandet i de bløde aflejringer presses ud, hvorved der sker en konsolidering af jorden og der dermed opnås en større styrke af jorden. Processen med konsolidering af jorden accelereres ved at sætte vertikaldræn ned i de bløde aflejringer, hvorved vandet hurtigere kan presses ud af jorden.

Processen i forbindelse med forbelastningen sker ved at, vand fra vertikaldræn ledes til nederste sandlag, og opsamles af det horisontale drænsystem. Herfra ledes vandet til pumpebrønd, der består af en brønd med sandfang. Dykpumpen i pumpebrønden pumper vandet gennem et kulfilter inden det udledes til offentligt spildevandssystem.

Det estimeres at der presses følgende vandmængde ud af jorden, som dermed skal afledes til spildevandskloak: Udlædningsmængde 15.000-20.000 m³ vand.

Det forventes at forbelastningen af området og dermed udledningen af vandet vil tage ca. 1,5 år at udføre.

Afledningsforhold

Det anvendte kulfilter har en overkapacitet, da kulfilteret kan håndtere op til 30 l/s og der forventes en udledning fra vertikaldrænen på 1-2 l/s. For at kunne udtage vandprøver og dermed sikre at vandet har den ønskede renhed placeres en prøveudtagningshane før og efter kulfilter.

Med brugen af kulfilter inden afledning til spildevandsledning, forventes der et konstant og jævnt flow af det udledte vand over hele perioden af projektet for forbelastningen af området. De forventede totale mængder af vand som skal ledes til spildevandsledningen samt flowet, fremgår af tabel 3.

Tabel 3:

Parameter	Enhed	
Forventet total mængde over perioden (1,5 år)	m ³	15.000-20.000
Flow i perioden	l/s	1-2

Forudgående undersøgelser

Vand fra deponiarealet forventes at være lettere forurenede som følge af deponering af opgravet sediment fra havn, lystbådehavn og tilhørende sejlrender. Der blev foretaget analyse af grundvandsprøver fra fire filtersatte miljøboringer i det pågældende område, hvor pumpe- og sluseanlægget skal etableres, som kortlægning af forureningsgraden.

Den 16.12.2021 blev der udtaget analyser på det oppumpede grundvand. Et gennemsnit for analyserne for de fire grundvandsprøver er beregnet.

MOE har udarbejdet en rapport med beskrivelse af analyseresultater fra grundvandsprøver fra Indspulingsbassin. Vandprøverne blev analyseret for: Kulbrinter, BTEX, PAH, PCB, klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter, metaller, TBT samt polære opløsningsmidler

Ud af de analyser, der er lavet, viser det, at PAH stoffer er en væsentlig parameter der overskrider værdier i forhold til vandkvalitetskrav for overfladevand.

PAH'er (polycykliske, aromatiske hydrocarboner) er alle A-stoffer, og er på denne baggrund uønskede i spildevand. BlueKolding udleder efter rensning til Lillebælt og med de målte værdier er der behov for rensning af spildevandet inden afledning til spildevandsledningen. For Benz(bjk)flouranthen er værdien overskredet med 2970 gange i forhold til vandkvalitetskravene for overfladevande. Det vurderes at værdierne for PAH'er overskrider den accepterede tilladelse til spildevandskloak væsentligt. Der er derfor brug for en rensning af drænvandet i kulfilter.

Ansøger oplyser, at erfaring viser, at PAH'er adsorberes effektivt til aktivt kul, studier viser at fjernelsesgrader af PAH'er fra vandige opløsninger på helt op til 100%, dog afhænger effektiviteten meget af partikelstørrelse, pH, temperatur, opløselighed samt saliniteten.

Målte værdier for Kulbrinter, BTEX, PCB, klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter, TBT samt polære opløsningsmidler, overholder i gennemsnit fra 4 boringer miljøkvalitetskravene og dermed også for tilladelse til spildevand.

Metaller overholder værdier i spildevandsvejledningen for industrispildevand.

MOE konkluderer ligeledes i deres rapport, at der i forbindelse med afledningen bør foretages rensning af oppumpet grundvand, inden udledning til kloak eller recipient.

Spildevandsteknisk vurdering og konklusion

Analyseprogram

I opstartsfasen vil Kolding Kommune kræve, at der udtages ugentlige prøver til analyse for Benz(bjk)flouranthen, dette skal fortsætte indtil kulfilter skal skiftes. Der bestilles nyt kulfilter, når der ses begyndende stigning i koncentrationen af Benz(bjk)fluoranthen på udgangssiden. Da der ingen data foreligger af, hvor lang tid et kulfilter kan holde, skal det vurderes efterfølgende om de ugentlige analyser skal fortsætte ved kulfilter nr. 2, eller om vi har fået tilstrækkelige data til at prøverne kan overgå til månedlige analyser. Under almindelig drift skal der tages analyser hver måned for Benz(bjk)flouranthen, som indikatorstof for gennembrud af kulfilter.

For at følge spildevandets indhold af problematiske stoffer i forhold til BlueKoldings senere udledning til Lillebælt, er der stillet krav om, at der skal udtages en prøve ved opstart, når der er stabil drift (inden for den første måned), for de nævnte parametre i tabel 1 og 2. Efterfølgende skal der udtages en analyse hver gang der er kommet et nyt sandlag(belastningslag) på området. Efter der ikke kommer flere sandlag på skal der udtages en prøve til analyse hver 3. måned til projektet er afsluttet.

Kulbrinter, BTEX, PCB, klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter, TBT samt polære opløsningsmidler overholder miljøkvalitetskravene for overfladevand og indgår ikke i analyseprogrammet.

Spildevandsprøver til analyse skal udtages som stikprøver, udledningen forventes ikke at variere over døgnet.

Kravet om ovenstående analyser er for at følge indholdet af miljøfremmede stoffer i drænvandet efter rensning i kulfilteret.

PFAS

PFAS 22 forventes udledt med en værdi på 15 ng/l (oplyst af Cowi) efter rensning til spildevandsledningen. Der er foretaget en enkelt måling for PFAS, hvor resultaterne ligger på 37,5 ng/l for PFAS 22 og 17,55 ng/l for PFAS 4. Der er i vilkåret tilføjet en værdi på 100ng/l for PFAS 22, som er grænseværdien for grundvand og 40ng/l for badevand som vejledende værdi for PFAS 4. Der findes ikke en tilsvarende værdi for spildevand. Grundvandsværdien benyttes derfor som grundlag sammen med den vejledende værdi for badevand.

Det vurderes, at der skal tages analyser for PFAS i forbindelse med opstart og herefter hver gang der er kommet et nyt sandlag(belastningslag) på området. Herefter hver 3. måned til projektet er afsluttet, for at sikre, at niveauet ikke vil kunne påvirke BlueKoldings mulighed for at kunne udbringe slam på landbrugsjord.

Rensning / kulfilter

Der stilles vilkår om rensning i kulfilter inden udledning til spildevandsledning. Behovet for rensning er beskrevet i afsnittet "Forudgående undersøgelser". Det forventes, at der fjernes suspenderet stof i selve sandpuden, efterfølgende opsamles det sand som føres med spildevandet i sandfang. Sandfanget tømmes af slamsuger og køres til jordrensning.

Det brugte kulfiltermateriale bortskaffes til godkendt modtageanlæg.

Benz(bjk)flouranthen bliver anvendt som indikatorstof.

Ovenstående stof er valgt som indikatorstof, da det er det stof der har den højeste værdi i forhold til miljøkvalitetskrav og det er derfor en god indikator for, hvornår kulfilterets kapacitet begynder at blive

opbrugt. Benz(bjk)flouranthen vil kunne analyseres i løbet af 3-5 dage og stoffet kan derfor bruges til vurdering af behov for filter skift. Benz(bjk)flouranthen er i de indledende analyser målt til 0,25 µg/l.

BAT

Der er ingen BAT noter for udledning af spildevand fra deponier og dermed for det udtagede areal (B) af indspulingsbassinet jf. EU 2018/1147 af 10. august 2018¹. Den er derimod omfattet af direktiv 1999/31/EF.

Jf. Rådets direktiv 1999/31/EF fastlægger bilag 1 krav til, at der skal træffes foranstaltninger til, at behandle opsamlet forurenede vand og perkolat fra deponeringsanlægget, så det opnår en sådan kvalitet, at der kan udledes. Det sikres ved afledningen fra forbehandlingen af jorden ved pumpehuset, at det forurenede spildevand renses i sandpude, sandfang og et kulfilter og afledes til spildevandskloak. Desuden følges indholdet af miljøfremmede stoffer med et analyseprogram.

Miljøvurdering

Der er i forbindelse med pumpehus projektet udført en miljøvurdering den 21. december 2022 efter §25 i miljøvurderingsloven.

I vurderingen har det været afgørende, at:

- Pumpehus projektet vil være nødvendigt for at klimasikre Kolding Midtby og dele af Kolding Havn.
- Etablering af pumpehuset vil ikke have en væsentlig skadelig indvirkning på Natura 2000-området Lillebælt
- Etablering af pumpehuset vil ikke have en væsentlig skadelig indvirkning på bilag IV arter og deres yngle-/rasteområder.
- Etablering af pumpehus projektet vil, efter afværgeforanstaltninger er implementeret, alene påvirke det omkringliggende miljø i mindre grad.

Konklusion

Hermed vurderes at det rensede drænvand kan udledes til BlueKoldings spildevandsledning og videre til rensenanlæg. Det vurderes at ovennævnte foranstaltninger sammen med kontrollen af analyseprogrammet sikrer, at BlueKoldings mulighed for at afhænde slam til landbrugsjord samt udlede spildevandet til Lillebælt ikke forringes.

¹ Jf. KOMMISSIONENS GENNEMFØRELSESAFGØRELSE (EU) 2018/1147 af 10. august 2018 om fastsættelse af BAT (bedste tilgængelige teknik)-konklusioner i henhold til Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2010/75/EU for så vidt angår affaldsbehandling.

Bilag 1



Område B