



Teknisk forundersøgelse

Lavbundsprojekt ved Kastel Å, Nyborg Kommune



Juli 2022

Projektet har fået tilskud fra EU og Miljø- og Fødevareministeriet.



Miljø- og
Fødevareministeriet

"Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne: Danmark og Europa investerer i landdistrikterne"



Teknisk forundersøgelse

Lavbundsprojekt ved Kastel Å, Nyborg Kommune

Rekvirent:

Nyborg Kommune
Rådhuset, Torvet 1
5800 Nyborg
Att.: Birgitte Breum Knudsen



Rådgiver:

Bangsgaard & Paludan ApS
Sanderumvej 16
5250 Odense SV
Tlf. 29918362
Email: martin@bangsgaardogpaludan.dk
www.bangsgaardogpaludan.dk



Udgave: V02
Dato: 7. juli 2021
Udarbejdet af: MC
Kvalitetssikring: NP

Forsidebillede: Udsigt over projektområdet set i sydvestlig retning omkring Kastel Å st. 9.900 m.



Indholdsfortegnelse

1	RESUMÉ	5
2	FORMÅL OG BAGGRUND	8
2.1	TEKNISK FORUNDERSØGELSE	8
3	OMRÅDEBESKRIVELSE	9
4	DATA- OG BEREGNINGSGRUNDLAG	10
4.1	VALIDERING AF DIGITAL HØJDEMODEL	10
4.2	VANDSPEJLSBEREGNINGER	11
4.3	AFVANDINGSKORT	11
5	NUVÆRENDE FORHOLD	12
5.1	UNDERSØGELSE SOMRÅDET	12
5.2	VANDLØB	12
5.3	AFVANDINGSSYSTEMER	21
5.4	TEKNISKE ANLÆG	28
5.5	TERRÆNFORHOLD	31
5.6	JORDBUNDSFORHOLD	32
5.7	OPLAND	33
5.8	NEDBØR OG AFSTRØMNING	34
5.9	PLANFORHOLD OG LOVGIVNING	35
5.10	BIOLOGISKE FORHOLD	38
5.11	FRILUFTSMÆSSIGE, LANDSKABELIGE OG KULTURHISTORISKE VÆRDIER	40
6	PROJEKTFORSLAG	42
6.1	INDLEDENDE BETRAGTNINGER	42
6.2	OMLÆGNING AF KASTEL Å	43
6.3	OMLÆGNING AF AFVANDINGSSYSTEMER	49
6.4	JORD- OG STENARBEJDER	50
7	KONSEKVENSER	52
7.1	PROJEKTAFGRÆNSNING	52
7.2	AFVANDINGSFORHOLD	52
7.3	NÆRINGSSTOFBALANCE	54
7.4	OKKER	67
7.5	NATUR- OG MILJØFORHOLD	67
7.6	TEKNISKE ANLÆG OG AFVÆRGE	69
7.7	MYNDIGHEDSBEHANDLING	69
8	BERØRTE MATRIKLER	71
9	ANLÆGSBUDGET	73
10	TIDSPLAN	74
11	LITTERATUR	75



Bilagsliste

- Bilag 1: Oversigtskort
- Bilag 2: Afvandingsystemer
- Bilag 3: Projekttiltag
- Bilag 4: Nuværende afvandingsforhold
- Bilag 5: Fremtidige afvandingsforhold
- Bilag 6: Fremtidige vandløbsoversvømmelser
- Bilag 7: N-beregning
- Bilag 8: P-beregning
- Bilag 9: Fotos af jordbundsprofiler
- Bilag 10: NP-vekselkurs
- Bilag 11: CO₂ beregning
- Bilag 12: Korrespondance med museet
- Bilag 12.1: Kortbilag fra museet



1 Resumé

Nyborg Kommune har anmodet Bangsgaard & Paludan ApS om at udarbejde en teknisk forundersøgelse af et lavbundsprojekt ved Kastel Å.

Lavbundsprojekter placeres på lavtliggende tørveholdige landbrugsarealer, som omdannes til natur. Indsatsen sker i overensstemmelse med EU's vandrammedirektiv og er en del af det danske landdistriktsprogram 2016-20, der overordnet set har til formål at skabe vækst og udvikling i landdistrikterne.

Forundersøgelsen belyser mulige projekttiltag og de konsekvenser, der er forbundet herved på bl.a. afvandingsforholdene, arealanvendelsen, tekniske anlæg, næringsstofomsætning/tilbageholdelse samt på naturen.

Områdeafgrænsning og nuværende forhold

Nyborg Kommune har afgrænset et undersøgelsesområde på ca. 31 ha, som udgøres af de lavtliggende arealer langs Kastel Å nordvest for Ørbæk. Arealerne indenfor området udgøres overvejende af naturarealer bestående af eng og mose, samt omdriftsarealer der primært er udlagt med vedvarende græs.

Projektforslag

Projektforslaget er, efter aftale med Nyborg Kommune på midtvejsmøde d. 6. april 2022, afgrænset til et projektområde på 11,33 ha.

Overordnet består projektet af følgende tiltag:

- Omlægning af Kastel Å til mere terrænnært forløb over 6 delstrækninger.
 - På 3 delstrækninger genslynges vandløbet i et terrænnært forløb.
 - På 3 delstrækninger hæves vandløbsbunden til et terrænnært forløb.
- Tilpasning/etablering af 2 grøfter.
- Tilpasning af 2 drænledninger (ét afvandingssystem).

Drivhusgasreduktion

Den samlede drivhusgasreduktion for projektet kan i henhold til det udfyldte beregningsark opgøres til 66 ton CO₂-ækvivalenter pr. år svarende til 6 ton CO₂-ækvivalenter/ha/år, og 88 % af projektarealet er beliggende på jorde med et indhold på minimum 6 % organisk kulstofindhold.

Projektets samlede kvælstoffjernelse

Projektets samlede kvælstoftilbageholdelse er opgjort til 155 kg N/år, svarende til 14 kg N/ha/år.



Samlet fosforbalance, vurdering af tabet og eventuel afværg

I henhold til det udfyldte beregningsark vil gennemførelsen af det foreslåede projekt resultere i et potentielt årligt fosfortab på 37,6 kg P. Jf. NP-vekselkursen skal tabet reduceres med ca. 35 kg P, hvilket vil kræve afværgetiltag i form af top-soil removal. Da en del af arealerne består af § 3 beskyttet eng og mose, vurderes det kun muligt at foretage top-soil removal de dele af arealet, der ikke er underlagt naturbeskyttelseslovens § 3, hvilket vil give en reduktion på ca. 28 kg P. Det bemærkes dog, at top-soil removal som udgangspunkt ikke er foreneligt med lavbundsprojekter, da det resulterer i en afgravning af tørvelaget.

Natur

Generelt vurderes de foreslåede projekttiltag at være naturforbedrende for området, hvilket primært skyldes, at landbrugsarealerne vil blive ekstensiveret, hvorved gødskning, sprøjtning og jordbehandling ophører. Derudover vil hydrologien i området blive forbedret ved blokering af hovedparten af de eksisterende dræn og grøfter, således der kan ske en naturlig udvikling, hvor de nuværende naturarealer får bedre mulighed for at udvikle sig som følge af den forbedrede hydrologi. Den endelige udvikling af naturen vil dog være påvirket af flere forhold, herunder jordbundstyper og pleje af arealerne.

Ligeledes forventes det, at projektet bidrager til større fysisk variation i vandløbet med de nye slyngningsprofiler, hvilket vil skabe flere levesteder for planter, smådyr og fisk og dermed styrke bestandsgrundlaget for arterne. Dette vil af overordnet karakter være naturforbedrende for det § 3-beskyttede vandløb, og foreneligt med opnåelse af målopfyldelse i henhold til vandområdeplanerne.

Natura 2000

Projektområdet er ikke beliggende indenfor et internationalt beskyttet naturområde.

Økonomi

I forbindelse med realisering af det beskrevne projekt anbefales det, at der udarbejdes et detailprojekt med udbudsmateriale for entreprenør.

De samlede omkostninger til realisering af projektet udover lodsejerkompensation skønnes til 1.515.000 kr. ekskl. moms, hvoraf P-afværg udgør ca. 315.000 kr.

Referenceværdien for lavbundsprojekter er i kriteriebekendtgørelsen opgivet til 5.000 kr./ton CO₂. Et projekt vurderes for værende omkostningseffektivt, såfremt omkostningerne ikke overstiger 3 gange referenceværdien. Ved indeværende projekt er omkostningerne til etablering opgjort til 22.995 kr./ton CO₂. Hertil



kommer udgifter forbundet med lodsejerkompensation og kommunens egen sagsbehandling.



2 Formål og baggrund

Nyborg Kommune har anmodet Bangsgaard & Paludan ApS om at udarbejde en teknisk forundersøgelse af et lavbundsprojekt langs Kastel Å nordvest for Ørbæk.

Lavbundsprojekter placeres på lavtliggende landbrugsarealer, som omdannes til natur. Indsatsen er en del af det danske landdistriktsprogram 2016-20, der overordnet set har til formål at skabe vækst og udvikling i landdistrikterne. Formålet med lavbundsprojekter er gennem naturprojekter at reducere landbrugets udledning af drivhusgasser. Lavbundsprojekter bidrager til at fremme naturens kvalitet, sammenhæng og robusthed og bidrager til at forbedre vandmiljøet ved ekstensivering af drift af landbrugsarealer på kulstofrige lavbundsjorder. Projektet vil kunne danne grundlag for genopbygning af en organisk jordbund i form af tørv.

2.1 Teknisk forundersøgelse

Den tekniske forundersøgelse skal skaffe et tilstrækkeligt grundlag for at kunne vurdere de arealmæssige, tekniske, naturmæssige og økonomiske konsekvenser af et lavbundsprojekt, samt beregne størrelsen af drivhusgasreduktion, kvælstoffjernelsen og evt. fosforfrigivelse.

Den tekniske forundersøgelse skal beskrive de emner, som er listet op i Landbrugsstyrelsens og Miljøstyrelsens vejledning (2021) om tilskud til kommunale vådområde- og lavbundsprojekter samt opfylde kravene i gældende bekendtgørelse om kriterier for lavbundsprojekter og naturprojekter på kulstofrige lavbundslande.

Endvidere skal projektet så vidt muligt holdes indenfor undersøgelsesområdet og tage højde for natur-, miljø- og klimamål. Projektet skal bidrage til at fremme naturens kvalitet og til at skabe sammenhængende og robuste naturområder og bidrage til et renere vandmiljø.

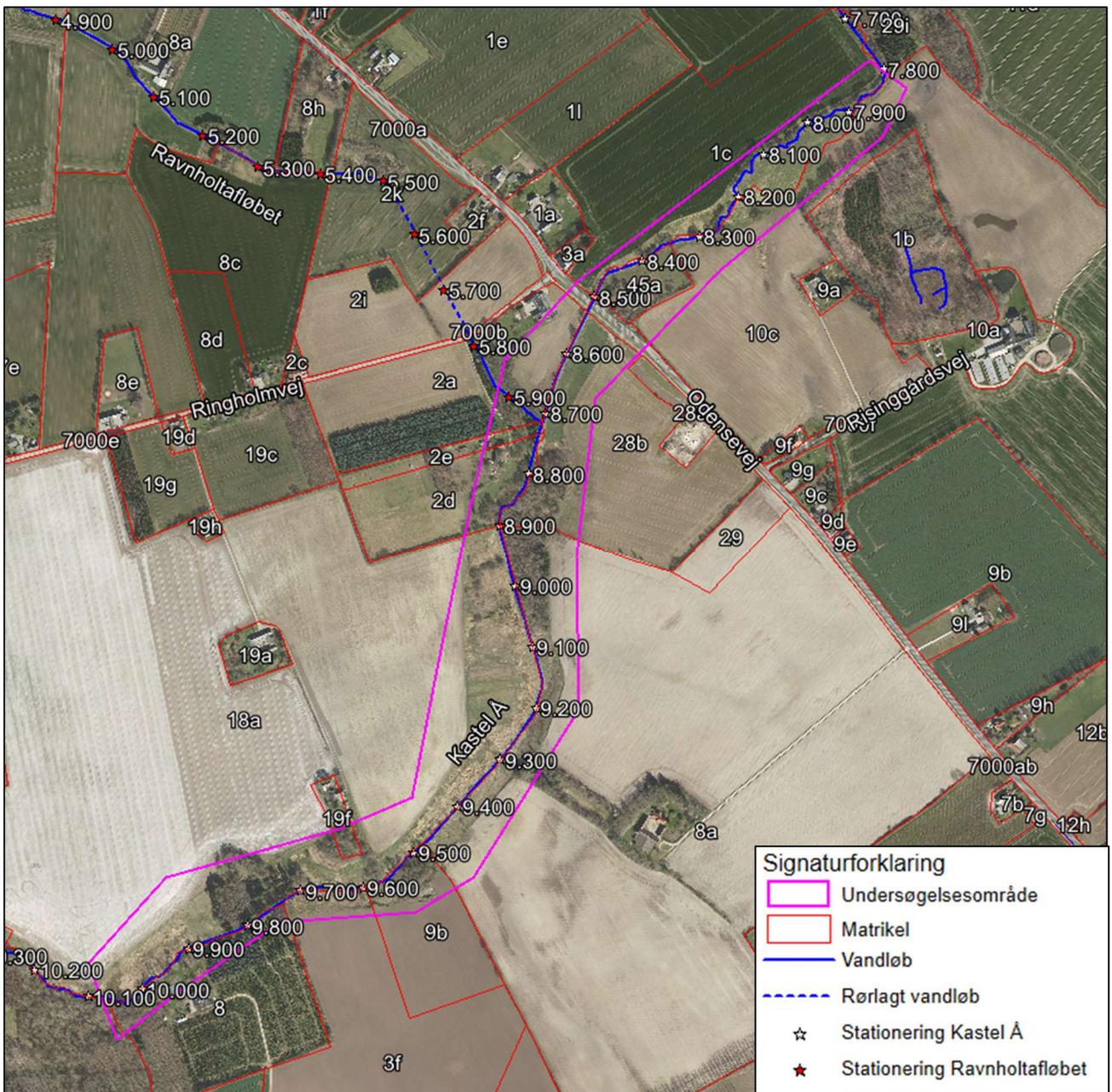
Der henvises herudover til eventuelle ekstra delelementer i forundersøgelsen, som er beskrevet i udbudsmaterialet.



3 Områdebeskrivelse

Undersøgelsesområdet udgør ca. 31 ha og er beliggende langs et ca. 2.300 m langt forløb af Kastel Å, der løber nordvest for Ørbæk, jf. Figur 1 og Bilag 1.

Området afvandes af Kastel Å, der har udløb i Hovedvandopland 1.14 Storebælt, delvandopland Nyborg Fjord og Holckenhavn Fjord (86, 83). Arealerne langs Kastel Å udgøres af en blanding af naturarealer, bestående af eng og mose, samt omdriftsarealer der overvejende er udlagt med græs.



Figur 1: Oversigtskort for undersøgelsesområdet langs Kastel Å.



4 Data- og beregningsgrundlag

Datagrundlaget for indeværende projekt er baseret på eksisterende data stillet til rådighed af Nyborg Kommune og fra www.kortforsyningen.dk (©Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur) og/eller andre offentlige myndigheder. Det gælder f.eks. de kort (herunder orthofoto), der er anvendt gennem rapporten, vandføringsdata og den digitale højdemodel.

Undersøgelsesområdet er tillige besigtiget af rådgiver i februar 2022, hvor der er foretaget en opmåling af vandløb, grøfter og dræn indenfor og i oplandet til undersøgelsesområdet i det omfang, at de kunne erkendes og tilgås ved besigtigelsen.

Alle kotemålinger er stedfæstet og foretaget med GPS af rådgiver med en Trimble R10 Rover. I modsætning til en "ren GPS" modtager, kan R10 modtage signaler fra russiske, amerikanske og europæiske satellitter. GPS'en blev indstillet til at måle med en præcision på indtil ± 2 cm på alle tre koordinater.

Alle koter i denne forundersøgelse er angivet i m DVR90, og plankoordinater er bestemt i UTM, zone 32 (EUREF89). Ved omregning af ældre koter angivet i DNN til DVR90 anvendes en omregningsfaktor på $-0,078$ m, der i indeværende rapport er afrundet til $-0,08$ m.

4.1 Validering af digital højdemodel

I forbindelse med udarbejdelsen af indeværende forundersøgelsen er der anvendt den nyeste digitale højdemodel i 0,4 m grid fra 2015. Højdemodellen har en angivet nøjagtighed på $\pm 0,05$ m i den vertikale kote. Projekttiltag og konsekvenskort er ligeledes udarbejdet på baggrund af ovennævnte digitale højdemodel.

I forbindelse med indeværende forundersøgelsen er der gennemført en stikprøvekontrol af højdemodellen for at vurdere usikkerheden forbundet med denne. Der er således indmålt 16 punkter, som er jævnt fordelt i området.

De indmålte punkter er herefter sammenstillet med højdemodellen, hvor det fremgår, at 50 % af de opmålte punkter er i overensstemmende med højdemodellens oplyste nøjagtighed. Målinger der afviger mere end 8 cm fra den digitale højdemodel er alle taget på arealer, der fremstår vandlidende, og hvor der sker kontinuerlige små ændringer af terrænen som følge af tuedannelse. Målinger taget på faste flader i form af veje o.l. ligger indenfor en tolerance på 3 cm. Den gennemsnitlige afvigelse på de 16 punkter er på -8 cm, hvor de opmålte punkter ligger 8 cm under angivelsen i højdemodellen.



Samlet set er der ved valideringen således tegn på, at de opmålte koter generelt ligger en anelse under den digitale højdemodel på naturarealerne. Rådgiver vurderer, at den digitale højdemodel kan anvendes i forbindelse med udarbejdelsen af indeværende forundersøgelse, men at der ved en eventuel detailprojektering bør foretages en nærmere undersøgelse af terrænforholdene på strækninger hvor der foretages projekttiltag.

4.2 Vandspejlsberegninger

Vandspejlsberegninger i Kastel Å udføres ved brug af beregningsprogrammet VASP på baggrund af rådgivers vandløbsopmåling foretaget i februar 2022.

Ethvert vandløbsprofil er karakteriseret ved at yde en vis modstand mod vandets kræfter. Denne modstand er i de hydrauliske beregninger beskrevet ved manningtallet. Vurderingen af denne konstant beror til dels på erfaring fra tilsvarende vandløb og dels på en analyse af vandløbet og ådalen.

For vandløbene tages der udgangspunkt i et Manningtal på 10 om sommeren, 20 om vinteren og 60 i glatte/rent skyllede rør. Ved rør, der ligger neddykket i vandløbsbunden med en naturlig bund igennem, er manningtallet reduceret til at modsvare den ændrede ruhed. Reduktionen afhænger af neddykningsgraden samt bundsubstratet. Hvor det vurderes at være relevant vil disse forhold blive beskrevet i rapporten.

4.3 Afvandingskort

Afvandingsforholdene beskrives ved forskellen mellem terrænmodellen, og det forventede grundvandsspejl. Det er væsentligt at bemærke, at der er tale om en beskrivelse af muligheden for at opnå en bestemt afvandingsdybde med aktiviteter som f.eks. dræning. Det er altså ikke givet, at grundvandet i virkeligheden vil have den beregnede gradient, da de naturgivne dræningsforhold vil være bestemt af f.eks. jordbundsforholdene.

Grundvandsspejlet kortlægges som udgangspunkt med en gradient på 2 ‰ i korteste afstand til et åbent vandspejl (beregnet vandspejl i å, grøft eller sø) medmindre andet er angivet.

De potentielle drændybder er beregnet i et net på 20*20 meter med MapInfo applikationen VASP Grid og terrænmodelleringsprogrammet Vertical Mapper og forskellen mellem drændybderne, og terrænmodellen er et udtryk for afvandingsforholdene. Der er angivet afvandingsdybder med en ækvidistance på 0,25 m op til en dræningsdybde på 1,25 m.



5 Nuværende forhold

Beskrivelsen af de nuværende forhold bygger på den besigtigelse, der er foretaget af rådgiver i februar 2022 samt tilgængelige oplysninger fra bl.a. kommunen.

5.1 Undersøgelsesområdet

Området fremstår overvejende som naturarealer, der henligger som en mosaik af lysåbne engområder og tilgroede mosearealer. Strækningen langs Kastel Å består af en tydeligt afgrænset ådal, jf. Figur 2.

De lysåbne arealer vurderes tidligere at have været afgræsset, da der blev registreret flere ældre hegnspæle i området. Der sker dog ikke græsning af arealerne i dag, og det forventes, at der i dag udelukkende tages slet og brakpudses på arealerne.



Figur 2: Undersøgelsesområdet set i sydligvestlig retning omkring Kastel Å st. 9.200

5.2 Vandløb

Undersøgelsesområdet afvandes af Kastel Å, der har indløb i området fra vest. Herudover er der, udover afvandingssystemerne beskrevet i afsnit 5.3, registreret et offentligt vandløb, Ravnholtafløbet, der har udløb i Kastel Å indenfor undersøgelsesområdet.

5.2.1 Kastel Å

Beskrivelsen af Kastel Å bygger på besigtigelsen og opmålinger foretaget i februar 2022.



Kastel Å er et offentligt vandløb, der er underlagt regulativ fra 1999. Vandløbet har indløb i undersøgelsesområdet i st. 10.080 m og forlader undersøgelsesområdet igen i st. 7.800 m. I regulativet er vandløbet modstrøms stationeret med station 0 m ved udløbet i Vindinge Å.

Der er tale om et åbent vandløb bortset fra broer og overkørsler. Regulativtypen for Kastel Å er et QH-regulativ, hvor der stilles krav til vandføringen i form af en relation mellem vandføringen (Q) og vandspejlskoten (H).

Vandløbet har ved indløb i undersøgelsesområdet en bundbredde på ca. 1 m, hvilket gør sig gældende frem til tilløbet af Ravnholtafløbet i st. 8.715 m.

Fra st. 10.080-9.850 m fremstår vandløbet overvejende lysåbent med enkelte træer, jf. Figur 3. Vandløbet har på strækningen tidligere været faskinsat. Bunden på strækningen består primært af grus med stedvise forekomster af sand, og der er generelt et god strømhastighed og et gennemsnitligt vandspejlsfald på ca. 2,5 ‰.



Figur 3: Kastel Å set i medstrøms retning ved st. 10.020 m.

Ved st. 9.850 m sker der indløb i et skovstykke, jf. Figur 4, hvor faldet på vandløbet øges til 4,5 ‰ og bunden består af groft substrat med god fysisk variation i form af trærodde, større nedfaldsgrene og skjulesten.



Figur 4: Kastel Å set i medstrøms retning ved st. 9.850 m.

Fra omkring st. 9.700 m bliver vandløbet igen overvejende lysåbent frem mod st. 9.150 m, jf. Figur 5 og Figur 2. Vandhastigheden reduceres betydeligt og det gennemsnitlige vandspejlsfald på strækningen er indmålt til ca. 1 ‰. Bunden skifter ligeledes karakter og består på strækningen hovedsageligt af sand og mudder med enkelte forekomster af grus, hvor der sker mindre lokale indsnævringer eller ændringer i strømningsforholdene.



Figur 5: Kastel Å set i medstrøms retning ved st. 9.700 m ved udløb fra skovstykket.



Ved st. 9.150 m sker der indløb i et tætbevokset moseområde, jf. Figur 6, hvor der sker flere tilløb af en række diffuse grøfter frem mod st. 8.715 m. Det gennemsnitlige vandspejlsfald gennem moseområdet er ca. 0,7 ‰, og der blev registreret flere opstuvninger i form af nedfaldne grene, hvilket forventeligt kan tilskrives stormen d. 29-30. januar 2022.



Figur 6: Kastel Å set i medstrøms retning ved st. 9.100 m ved indløb i moseområde med tæt bevoksning.

Ved st. 8.715 m sker der tilløb af Ravnholtafløbet fra nord, jf. Figur 7, hvorefter vandløbet igen bliver lysåbent med enkeltstående træer, og bundbredden øges til ca. 1,5 m. Bunden fremstår med et ca. 0,3 m lag mudder og uden nævneværdig fysisk variation.



Figur 7: Tilløb af Ravnholtafløbet fra venstre side i st. 8.715 m.

Ved st. 8.525 m sker der indløb under Odensevej via en betonbro, jf. Figur 8.



Figur 8: Indløb under Odensevej i st. 8.525 m.

Fra udløbet under Odensevej er ådalen mindre markant end den sydlige del af undersøgelsesområdet, jf. Figur 9.



Figur 9: Ådalen langs Kastel Å set i nordøstlig retning omkring st. 8.400 m.

Forløbet nedstrøms Odensevej er relativt terrænnært, og vandløbet fremstår med god fysisk variation med stryg-høl sekvenser, jf. Figur 10. Bunden består overvejende af groft substrat og faldforholdene varierer mellem 2-4 ‰.



Figur 10: Kastel Å set i medstrøms retning omkring st. 8.200 m.

Ved st. 7.800 m forlader Kastel Å undersøgelsesområdet under en ældre overkørsel, jf. Figur 11.



Figur 11: Udløb af undersøgelsesområdet ved st. 7.800 m.

De indmålte bundkoter og vandspejle gennem undersøgelsesområdet fremgår af Tabel 1.

Tabel 1: Indmålte koter og beregnede faldforhold for Kastel Å gennem undersøgelsesområdet.

St. (m)	Bund (m DVR90)	Fald bund (‰)	Vandspejl (m DVR90)	Fald vandspejl (‰)	Bemærkning
10.085	51,25		51,54		Indløb undersøgelsesområde
		1,8		1,9	
10.017	51,13	2,5	51,41	3,2	
9.850	50,71	5,1	50,88	4,8	
9.691	49,9	5,3	50,11	3,3	
9.560	49,2	0,3	49,68	1,1	
9.410	49,15	1,5	49,52	0,9	
9.105	48,7	0,3	49,24	0,9	



St. (m)	Bund (m DVR90)	Fald bund (‰)	Vandspejl (m DVR90)	Fald vandspejl (‰)	Bemærkning
8.815	48,61		48,99		Tilløb Ravnholtafløbet
		1,0		0,4	
8.525	48,33		48,87		Indløb Odensevej
		1,0		1,6	
8.215	48,03		48,37		
		3,4		4,0	
8.011	47,34		47,55		
		4,0		3,1	
7.800	46,5		46,89		Udløb undersøglesområde

5.2.2 Ravnholtafløbet

Beskrivelsen af Ravnholtafløbet bygger på besigtigelsen og opmålinger foretaget i februar 2022.

Ravnholtafløbet er et offentligt vandløb, der er underlagt regulativ fra 1998. Vandløbet har indløb i undersøgelsesområdet i st. 5.875 m og har efter et åbent forløb på ca. 91 m udløb i Kastel Å i dennes st. 8.715 m. I regulativet er vandløbet medstrøms stationeret med station 0 m ved udløbet fra søen ved Ravnholt Gods.

Vandløbet er rørlagt på de øverste ca. 1.500 m samt en strækning på ca. 325 m umiddelbart opstrøms indløbet til undersøgelsesområdet. Regulativtypen for Ravnholtafløbet er et skikkelsesregulativ, hvor vandløbet vedligeholdes i henhold til det i regulativet angivne dimensionsskema.

Vandløbet bliver rørlagt nord for undersøgelsesområdet omkring st. 5.500 m, hvor der sker indløb i en Ø800 mm betonledning, jf. Figur 12, hvor bunden blev indmålt i kote 50,08 m. Det bemærkes, at der i henhold til regulativet skulle ske indløb via en Ø1000 mm brønd, hvilket ikke stemmer overens med de registrerede forhold.



Figur 12: Rørindløb i Ravnholtafløbet ved st. 5.500 m nord for undersøgelsesområdet.

Den rørlagte strækning har et forløb på ca. 335 m, hvorefter der sker udløb til et åbent forløb omkring st. 5.835 m i kote 49,5 m. Det åbne forløb har en bundbredde på ca. 1 m, og den øverste strækning på ca. 30 meter har et kraftigt fald, hvorefter bundfaldet reduceres, og bunden herfra fremstår sandfyldt frem til st. 5.966 m, jf. Figur 13, hvor det har udløb i Kastel Å.



Figur 13: Ravnholtafløbet set i modstrøms retning fra udløbet i Kastel Å.



De indmålte bundkoter og vandspejle gennem undersøgelsesområdet fremgår af Tabel 2.

Tabel 2: Indmålte koter og beregnede faldforhold for Ravnholtafløbet.

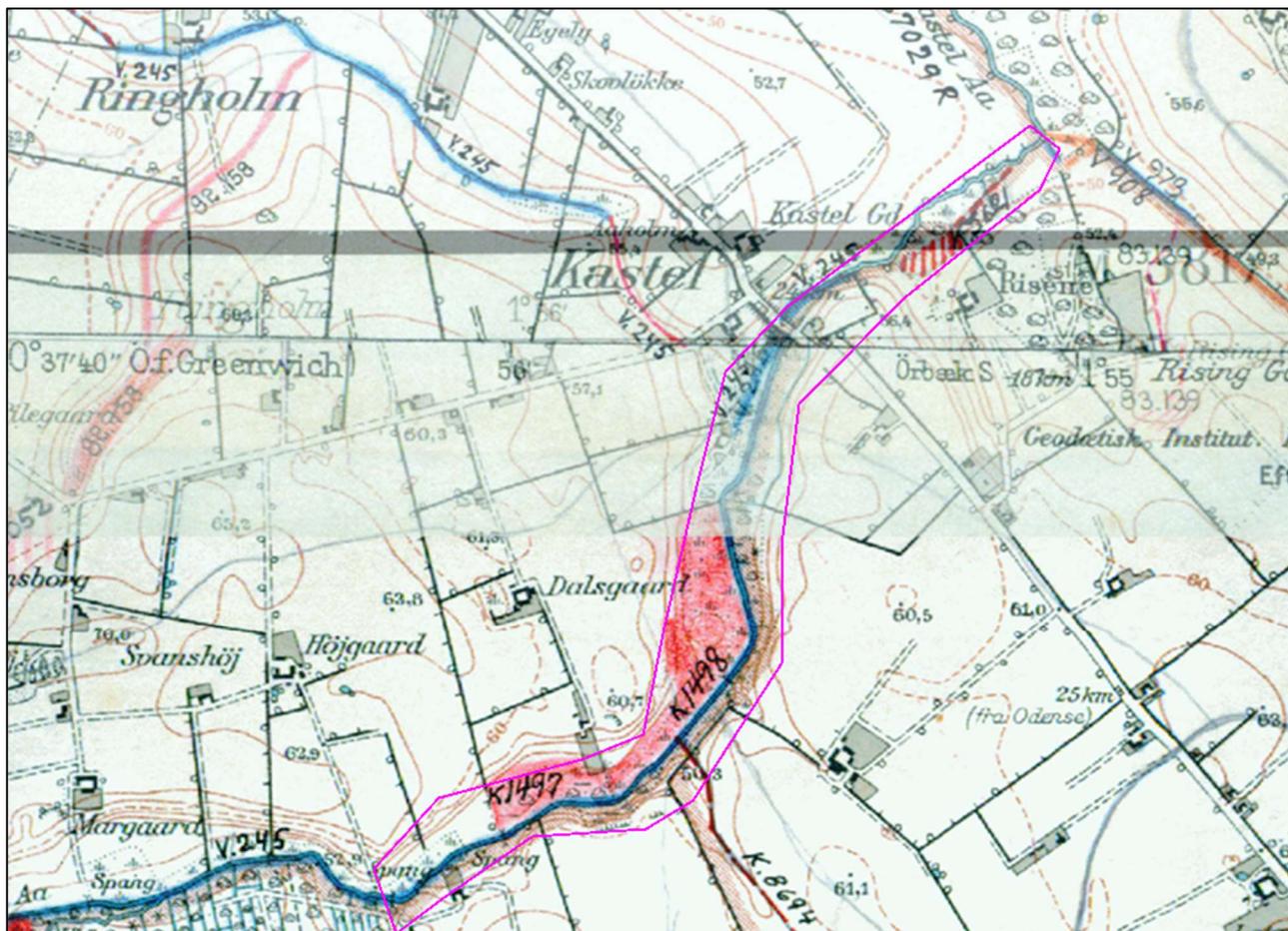
St. (m)	Bund (m DVR90)	Fald bund (‰)	Vandspejl (m DVR90)	Fald vandspejl (‰)	Bemærkning
5.500	50,08		50,42		Rørindløb
		1,7		1,2	
5.835	49,5		50,03		Rørudløb
		7,2		10,9	
5.966	48,56		48,6		Udløb i Kastel Å

5.3 Afvandingssystemer

Afvandingssystemer i området er kortlagt både ved besigtigelsen af området og ved indhentning af oplysninger om dræn i Orbicon's drænarkiv, jf. Figur 14. Det fremgår heraf, at undersøgelsesområdet primært er drænet igennem interne drænsystemer.

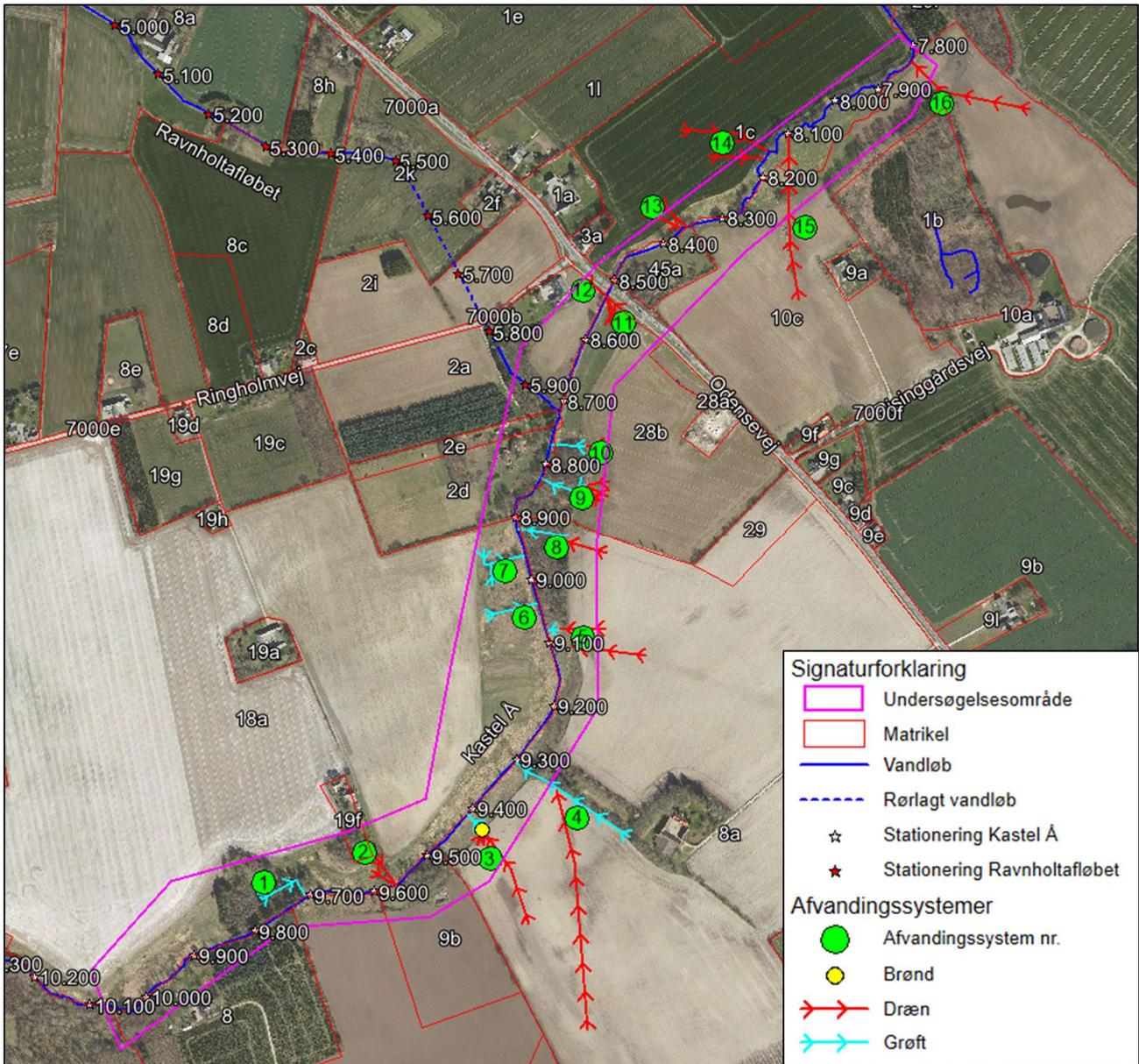
Der er dog videre registreret et større drænsystem, der har tilløb til Kastel Å fra syd (K.8694).

Oplysninger fra drænarkivet stemmer kun delvist overens med besigtigelsen af området og vurderes derfor alene at kunne betragtes som retningsgivende for drænarbejder.



Figur 14: Oversigt over drænplaner (røde markeringer) i forbindelse med undersøgelsesområdet (lilla streg) fra drænarkivet.

Ved rådgivers besigtigelse er synlige dræn og drænbrønde, indenfor og i det umiddelbare opland til undersøgelsesområdet, indmålt og kortlagt i det omfang det har været muligt. Dette har givet anledning til at inddеле området i 16 overordnede afvandingsssystemer, der fremgår oversigtligt af Figur 15 og Bilag 2, og beskrives i det følgende.



Figur 15: Dræn-/afvandingssystemer registreret af rådgiver i forbindelse med besigtigelsen i 2022.

5.3.1 Afvandingssystem 1

Afvandingssystemet består af en grøft, der har udløb i Kastel Å i st. 9.707 m og afvander et mindre skovstykke/moseområde på matr.nr. 18a, Måre By, Herrested. Der blev ikke registreret dræntilløb fra de nordlige omdriftsarealer, men skoven fremstod tydeligt påvirket af vand enten fra dræn eller trykvand fra skrænterne, jf. Figur 16. Grøften har en bundbredde på ca. 0,5 m og blev ved udløbet i Kastel Å indmålt i kote 50,19 m.



Figur 16: Moseområde ved afvandingsystem 1.

5.3.2 Afvandingsystem 2

Afvandingssystemet består af 2 stk. Ø110 mm drænudløb, der blev indmålt i henholdsvis kote 49,71 m og 49,61 m. Systemet forventes af aftage vand fra de omkringliggende marker samt overfladevand fra ejendommene på matr.nr. 19f og 19a, Måre By, Herrested. Det vurderes desuden sandsynligt, at ejendommene har nedsvivningsanlæg, der ligeledes er koblet på drænene.

5.3.3 Afvandingsystem 3

Der blev i afvandingssystemet registreret en brønd med et Ø150 mm indløb i kote 50,99 m, hvorfra der sker afløb til Kastel Å st. 9.412 m via en grøft, jf. Figur 17.



Figur 17: Brønd (tv) og grøft (th) i afvandingsystem 3.



Grøften har en bundbredde på ca. 0,4 m og et gennemsnitligt fald på 47 ‰. Ved siden af brønden blev ligeledes indmålt 2 stk. Ø110 mm dræntilløb i henholdsvis kote 51,11 m og 51,0 m.

5.3.4 Afvandingsystem 4

Afvandingsystemet fremgår af drænarkivet som sagsnr. K.8694. Af drænarkivet fremgår det dog, at ledningen har udløb i grøften i afvandingsystem 3, hvor den i dag har udløb i en grøft, der følger den nordlige grænse af markstykket, og det er ukendt hvornår ændringer er foretaget. Udløbet består af en Ø300 mm betonledning, jf. Figur 18, med bund i ca. kote 55,1 m. Grøften har en bundbredde på ca. 0,3-0,5 m og har udløb i Kastel Å i st. 9.302 m i kote 49,48 m.



Figur 18: Drænledningens udløb i grøft stemmer ikke overens med registreringerne i drænarkivet.

5.3.5 Afvandingsystem 5

Afvandingsystemet består af 2 drænledninger. Det nordlige udløb består af et Ø150 mm dræn, der har udløb i kote 49,69 m, hvorfra der sker tilløb til Kastel Å via en grøft med udløb i st. 9.085 m i kote 48,97 m. Det sydlige dræn består af en Ø110 mm ledning, der blev indmålt i kote 51,18 m. Udløbet sker i skræntfoden, jf. Figur 19, og har herfra et diffust forløb over terrænet ned til Kastel Å.



Figur 19: Dræudløb i skræntfoden i afvandingsystem 5.

5.3.6 Afvandingsystem 6 og 7

Afvandingssystemerne består af 2 grøfteforløb, der har udløb i Kastel Å i henholdsvis st. 8.960 m og st. 9.035 m. Begge grøfter fremstod kraftig tilgroet i tagrør og mindre buske, og især den sydlige grøft fremstod diffust i terrænet.

5.3.7 Afvandingsystem 8

Afvandingssystemet består af et $\varnothing 110$ mm dræn med udløb i en grøft i kote 50,56 m. Grøften har en bundbredde på ca. 0,3 m og fortsætter gennem et moseområde frem til udløb i Kastel Å i st. 8.918 m, hvor bunden i vandløbet blev indmålt i kote 48,58 m.

5.3.8 Afvandingsystem 9

Afvandingsystemet består af en grøft, der har udløb i Kastel Å i st. 8.820 m, hvor bunden i vandløbet blev indmålt i kote 48.61 m. Ved grøftens begyndelse ca. 75 m i østlig retning blev der registreret 4 stk. $\varnothing 110$ mm drænledninger med udløb i henholdsvis kote 50,36 m, 50,27 m, 50,25 m og 50,21 m.

5.3.9 Afvandingsystem 10

Afvandingsystemet består af et $\varnothing 110$ mm dræn med udløb i en grøft i kote 50,8 m. Grøften har et diffust forløb gennem moseområdet frem mod Kastel Å, og det præcise udløbspunkt blev ikke registreret ved besigtigelsen.

5.3.10 Afvandingsystem 11

Ved indløbet under Odensevej i st. 8.525 m et $\varnothing 110$ mm tilløb fra højre, i kote 49,28 m, der vurderes at aftage vejvand fra Odensevej. Derudover blev der i afvandingsystemet registreret et $\varnothing 110$ mm og et 80 mm tilløb i henholdsvis kote 48,92 m og 48,82 m, der vurderes at dræne engen syd for Kastel Å st. 8.700-8.525 m. Bunden i Kastel Å blev indmålt i kote 48,33 m.



5.3.11 Afvandingsystem 12

Ved indløbet under Odensevej i st. 8.525 m blev registreret et Ø150 mm tilløb fra venstre i kote 48,94 m, der vurderes primært at aftage vejvand fra Odensevej.

5.3.12 Afvandingsystem 13

Afvandingsystemet består af 2 stk. Ø110 mm dræn med tilløb til Kastel Å i st. 8.364 m og st. 8.352 m, der blev indmålt i henholdsvis kote 48,43 m og 49,79 m.

5.3.13 Afvandingsystem 14

Afvandingsystemet består af 2 stk. Ø110 mm dræn med tilløb til Kastel Å i st. 8.165 m og st. 8.153 m, der blev indmålt i henholdsvis kote 48,29 m og 47,98 m.

5.3.14 Afvandingsystem 15

Afvandingsystemet består af en Ø150 mm drænledning, der har indløb i undersøgelsesområdet fra syd. På omdriftsarealet ved grænsen til undersøgelsesområdet var der foretaget en nylig frigravning af ledningen, jf. Figur 20, hvor ledningen blev indmålt i kote 48,08 m.



Figur 20: Frigravning af drænledning i afvandingsystem 15.

Udløbet i Kastel Å blev ikke registreret ved besigtigelsen, men på baggrund af rørlægningsretning og terrænforholdene, vurderes udløbet at være omkring st. 8.100 m, hvor bunden ligger i kote ca. 47,65 m, svarende til fald på ledningen på ca. 3,2 ‰.



5.3.15 Afvandingsystem 16

Afvandingsystemet består af et Ø110 mm dræn med tilløb til Kastel Å i st. 7.825 m, der blev indmålt i kote 46,86 m.

5.4 Tekniske anlæg

Der er indhentet oplysninger om mulige ledninger og tekniske anlæg i undersøgelsesområdet hos Ledningsejerregisteret (LER).

Følgende selskaber er i søgningen angivet til at kunne have ledninger i og omkring undersøgelsesområdet:

- Energi Fyn Bredbånd A/S
- Evida Fyn A/S
- GlobalConnect A/S – ingen ledninger
- Nyborg Forsyning og Service A/S
- Nyborg Kommune – ingen ledninger
- TDC A/S
- Telia Danmark – ingen ledninger
- Vores Elnet A/S
- Ørbæk Vandværk

De modtagne ledningsoplysninger, hvor der sker krydsning af undersøgelsesområdet fremgår oversigtligt af Figur 21.

Energi Fyn Bredbånd A/S

Forsyningen oplyser, at de har fiberkabler, der krydser undersøgelsesområdet ved Kastel Å st. 8.750 m.

Evida Fyn A/S

Forsyningen oplyser, at de har en gas distributionsledning, der løber i vejassen langs Odensevej, hvor den krydser Kastel Å.

Nyborg Forsyning og Service A/S

Forsyningen oplyser, at de har en Ø250 mm spildevandsledning/fællesledning (gravitation), der krydser Kastel Å omkring st. 8.452 m.

TDC A/S

Forsyningen oplyser, at de har ledninger, der løber i vejassen langs Odensevej, hvor den krydser Kastel Å. Derudover krydser en ledning den nordlige grænse af undersøgelsesområdet vest for Kastel Å st. 8.700 m.

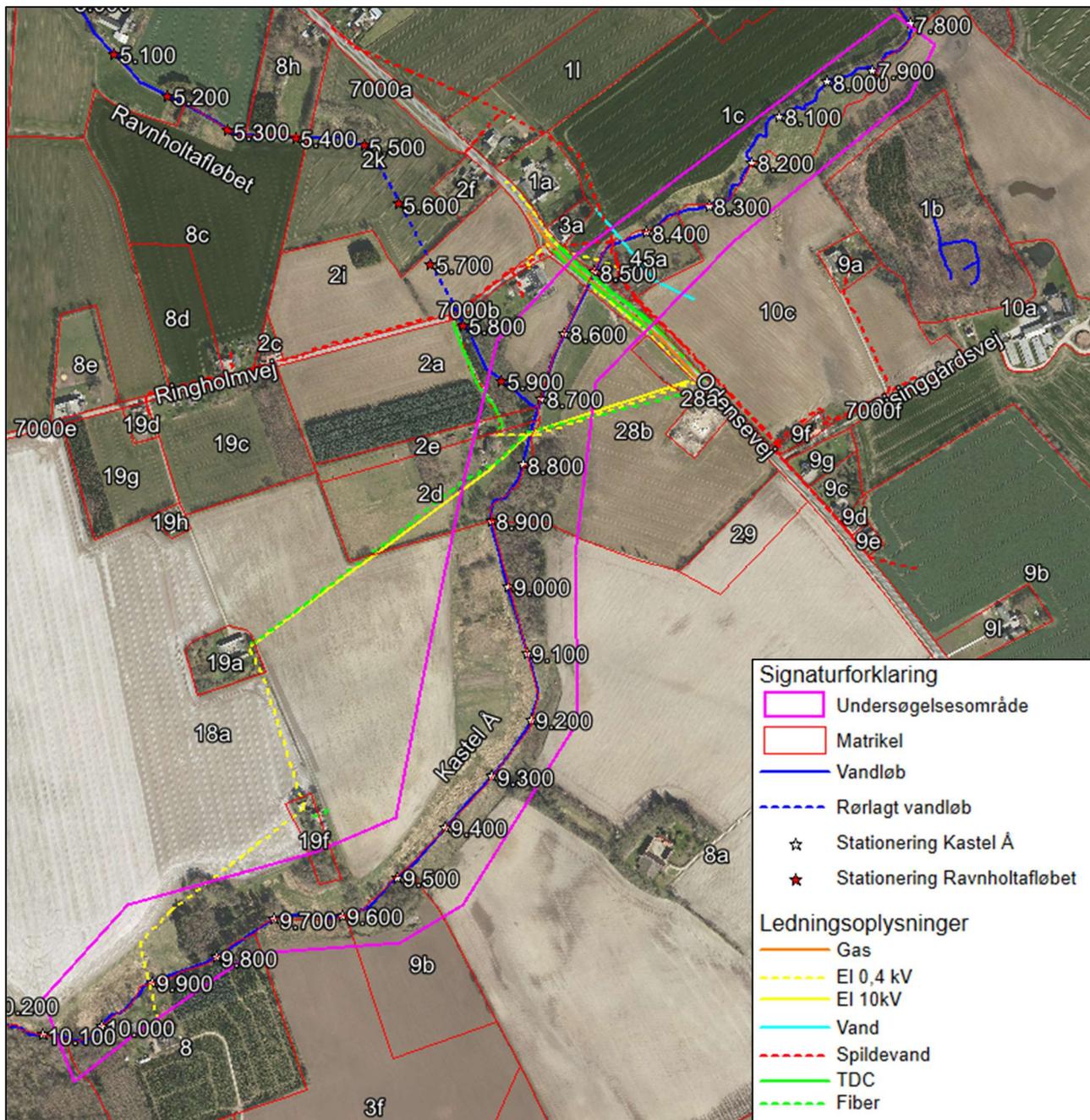


Vores Elnet A/S

Vores elnet oplyser, at de har flere ledninger i området. Ifølge registreringerne krydser Kastel Å af en 10 kV ledning omkring st. 8.750 m. Derudover krydser Kastel Å af 0,4 kV ledninger omkring st. 9.900 m, 8.755 m og 8.485 m.

Ørbæk Vandværk

Vandværket oplyser, at de har en ledning, der krydser Kastel Å omkring st. 8.440 m.



Figur 21: Ledningsoplysninger ved søgning i LER. Figuren er ikke målfast.



Bygninger og veje

Der er ikke registreret bygninger eller veje indenfor undersøgelsesområdet, udover Odensevej, der krydser Kastel Å omkring st. 8.500 m. Der er ligeledes ejendommen omkring Kastel Å st. 8.800 m og st. 8.600 m.

Øvrige registreringer

Der blev nord for Kastel Å ved st. 8.425 m registreret en ældre pumpebrønd, jf. Figur 22 og Figur 23. Umiddelbart vurderes pumpen ikke længere at være i brug, men forholdet bør afklares nærmere med lodsejeren.



Figur 22: Pumpebrønd ved Kastel Å st. 8.425 m.

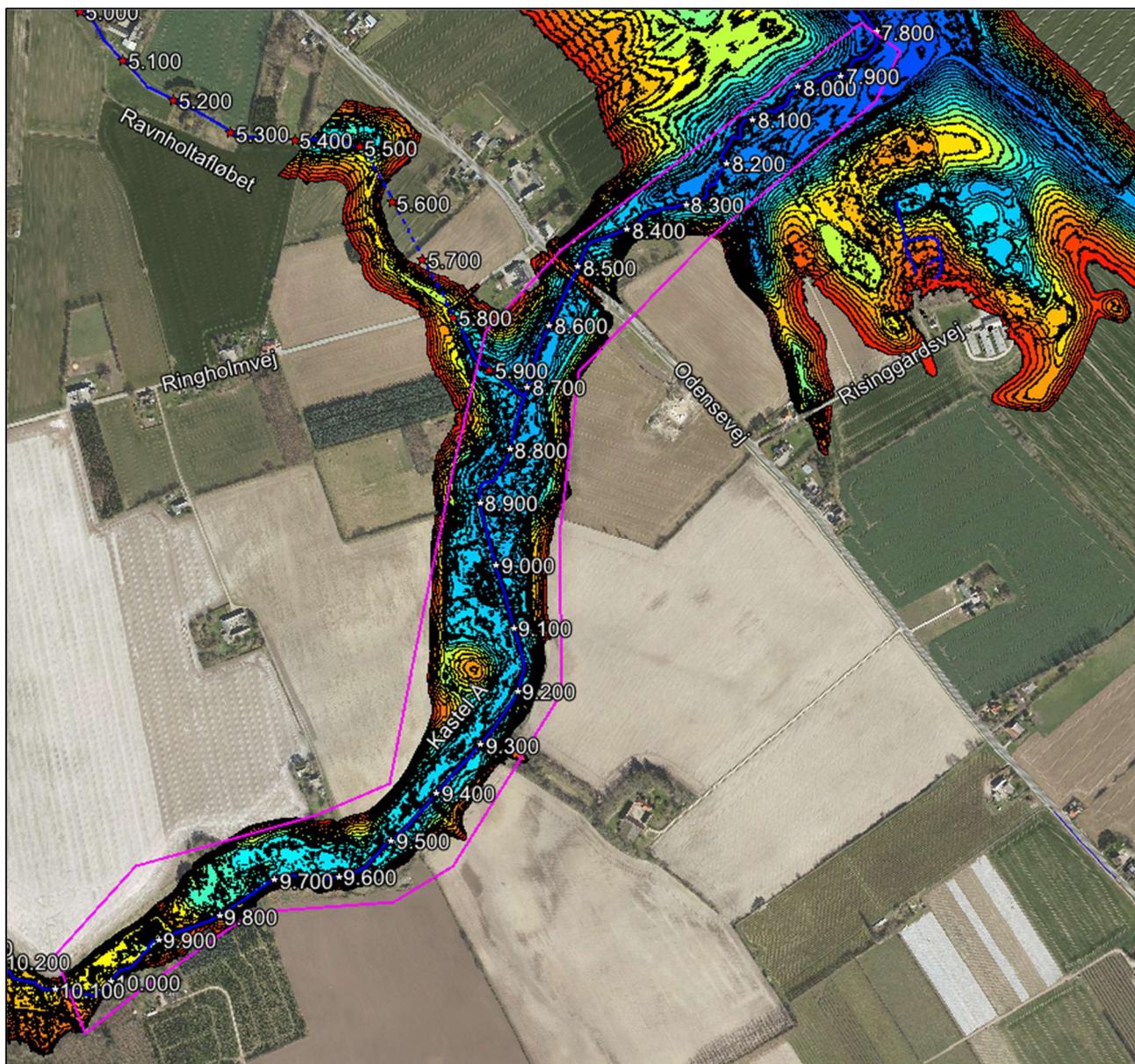


Figur 23: Pumpebrønd ved Kastel Å st. 8.425 m.



5.5 Terrænforhold

Undersøgelsesområdet omfatter ådalen langs en strækning på ca. 2,3 km af Kastel Å og bunden af ådalen er beliggende i terrænkoter mellem ca. kote 52 m længst mod sydvest til ca. kote 47 m længst mod nordøst. Som det fremgår af Figur 24, er ådalen tydeligt defineret af stigende terræn på begge sider af vandløbet. Det bemærkes, at den oplyste placering af det rørlagte forløb af Ravnholtafløbet muligvis er forkert. Som det fremgår, er der en naturlig lavning vest for det angivne forløb, hvor rørlægningen i stedet forventes at ligge.



Figur 24: Konturkort fremstillet ud fra den digitale højdemodel - DHM/Terræn (0,4 m grid). Terrænforholdene er angivet med en ækvidistance på 0,25 m fra kote ca. 46 m til 54 m. Terrænniveauet er stigende fra blå til gule/orange farver.



5.6 Jordbundsforhold

Jordbunden i forbindelse med undersøgelsesområdet er karakteriseret jf. "dfj_fgjor"-kortet fra arealinfo.dk og tekstur-2014 kortet.

Jordbunden er indenfor undersøgelsesområdet og i oplandet langt overvejende domineret af sandblandet lerjord, jf. Figur 25. Derudover er dele af området i henhold til tekstur2014-kortet registreret som havende et indhold af organisk kulstof på mere end 6 %. Der er indenfor området desuden peget på behov for supplerende jordprøver til analyse af kulstofindholdet.



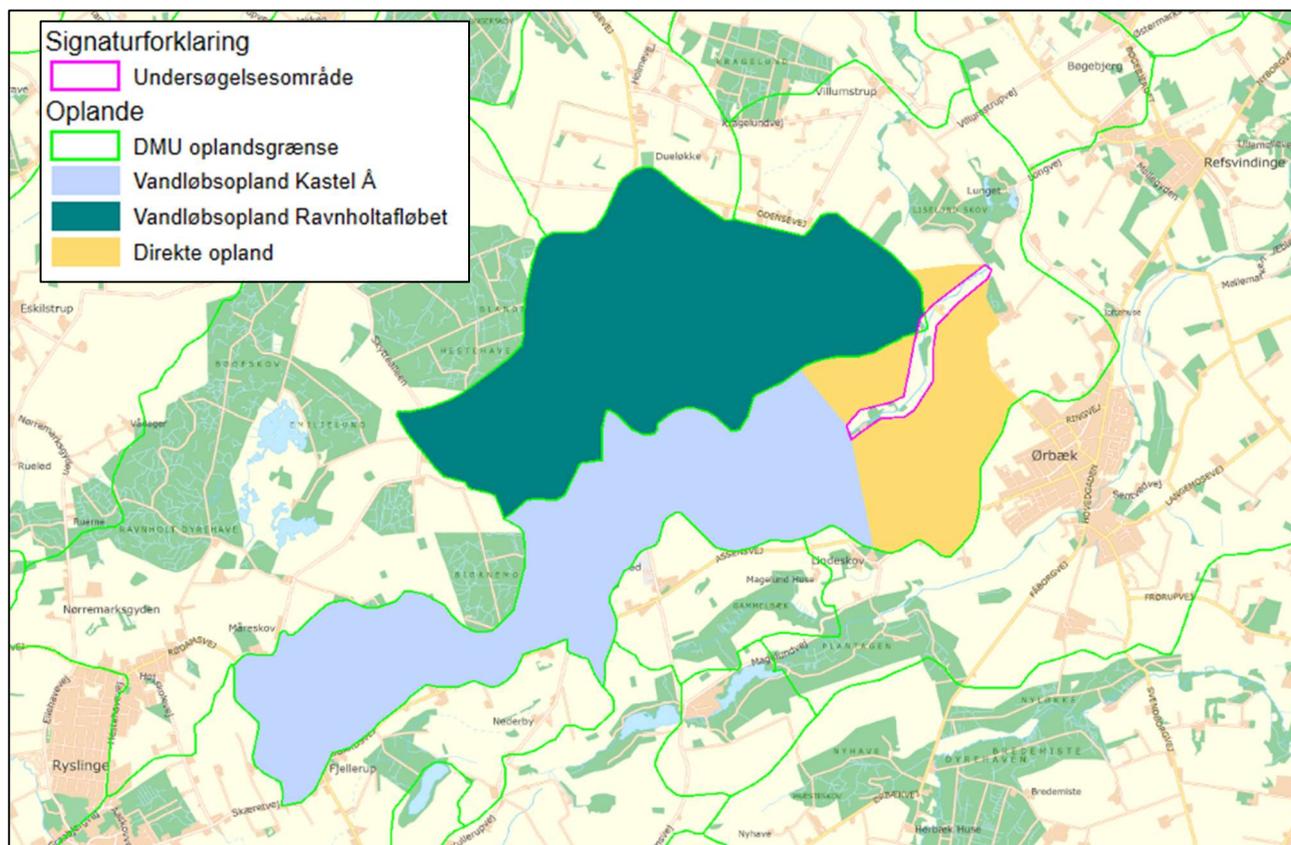
Figur 25: Jordbundsforhold i forbindelse med undersøgelsesområdet jf. "dfj_fgjor"-kortet og tekstur kortet.

Jordbundsforholdene i projektområdet og oplandet er ligeledes beskrevet nærmere i forbindelse med næringsstofundersøgelserne og beregning af projektets kulstofeffekt.



5.7 Opland

Oplandet, der fremgår af Figur 26, er opgjort på baggrund af oplandskort fra DMU, som er sammenholdt med oplysninger om dræn samt lokale terrænforhold.



Figur 26: Oplandskort, med angivelse af vandløbsopland og det direkte opland for undersøgelsesområdet.

Det samlede vandløbs opland ved indløb til undersøgelsesområdet udgør ca. 623 ha for Kastel Å og 667 ha for Ravnholtafløbet. Det direkte opland udgør ca. 241 ha. Hertil kommer undersøgelsesområdet på ca. 31 ha, hvorved det samlede afvandede opland kan opgøres til ca. 1.560 ha, jf. Tabel 3.

Tabel 3: Opgørelse over oplandet til undersøgelsesområdet.

Oplandstype	Størrelse (ha)
Vandløbsopland Kastel Å	623
Vandløbsopland Ravnholtafløbet	667
Direkte opland	241
Undersøelsesområde	31
Samlet afvandet opland	1.560



5.8 Nedbør og afstrømning

5.8.1 Nedbør og nedbørsoverskud

Det arealspecifikke gennemsnitlige nedbørsoverskud beregnes på grundlag af middelnedbøren, nedbørskorrektionsfaktoren og opgørelsen over den aktuelle fordampning. Efter retningslinjerne i DCE's vejledning (2018) afsnit 3.5 foretages beregningerne for en 10 årsperiode, efter Griddata for perioden 2001–2010 (DMU teknisk rapport nr. 12-10) og korrigeret på årsniveau med korrektionsfaktorerne angivet i Allerup, Madsen og Vejen (1998).

Den gennemsnitlige årlige nedbør er efter ovenstående 687 mm, og øges til 831 mm som følge af den korrigerede nedbør til åbne terrænoverflader (N_{kor}) (moderat læ), der tager højde for bl.a. fordampning og vindpåvirkning i og omkring nedbørmåleren.

Den årlige aktuelle fordampning er angivet til 441 mm (til sammenligning er den potentielle fordampning ifølge DMI's klimagrid 638 mm), hvorefter det årlige gennemsnitlige nedbørsoverskud kan opgøres til 390 mm idet

$$A_0 = N_{kor} - E_{akt}.$$

Hvor

A_0 er afstrømning

N_{kor} er korrigerede nedbør

E_{akt} er aktuelle fordampning.

(efter Teknisk anvisning nr. 19, 2003 fra DMU).

5.8.2 Afstrømning

Der er ikke registreret hydrologiske målestationer i vandløbet igennem undersøgelsesområdet.

Til beskrivelsen af afstrømningen anvendes derfor i stedet data fra Stokkebækken v. Ladefogedvej (stationsnummer 47000037). I Stokkebækken er der en tilgængelig dataserie for perioden 2007-2018 og oplandet hertil udgør 53,33 km².

Afstrømningsværdierne fra denne station er anvendt i denne forundersøgelse under antagelse om, at afstrømningsmønstret i de to oplande er sammenlignelige.

De karakteristiske afstrømningsforhold er opstillet i Tabel 4.



Tabel 4. Afstrømningsforhold for Stokkebækken og undersøgelsesområdet.

Afstrømningsstatistik	Stokkebækken st. 47000037 (5.333 ha)	
	Afstrømning	
	l/s	(l/s/ha)
Absolut minimum	51	0,010
Årsmiddel	631	0,118
Sommermedian (apr-sep)	213	0,040
Sommermaks (apr-sep)	3.792	0,711
Vintermiddel (okt-marts)	631	0,118
Absolut maksimum	5.721	1,073

5.9 Planforhold og lovgivning

I forbindelse med udarbejdelse af denne tekniske forundersøgelse er planforhold og administrative bindinger i forbindelse med undersøgelsesområdet undersøgt blandt andet via www.arealinfo.dk.

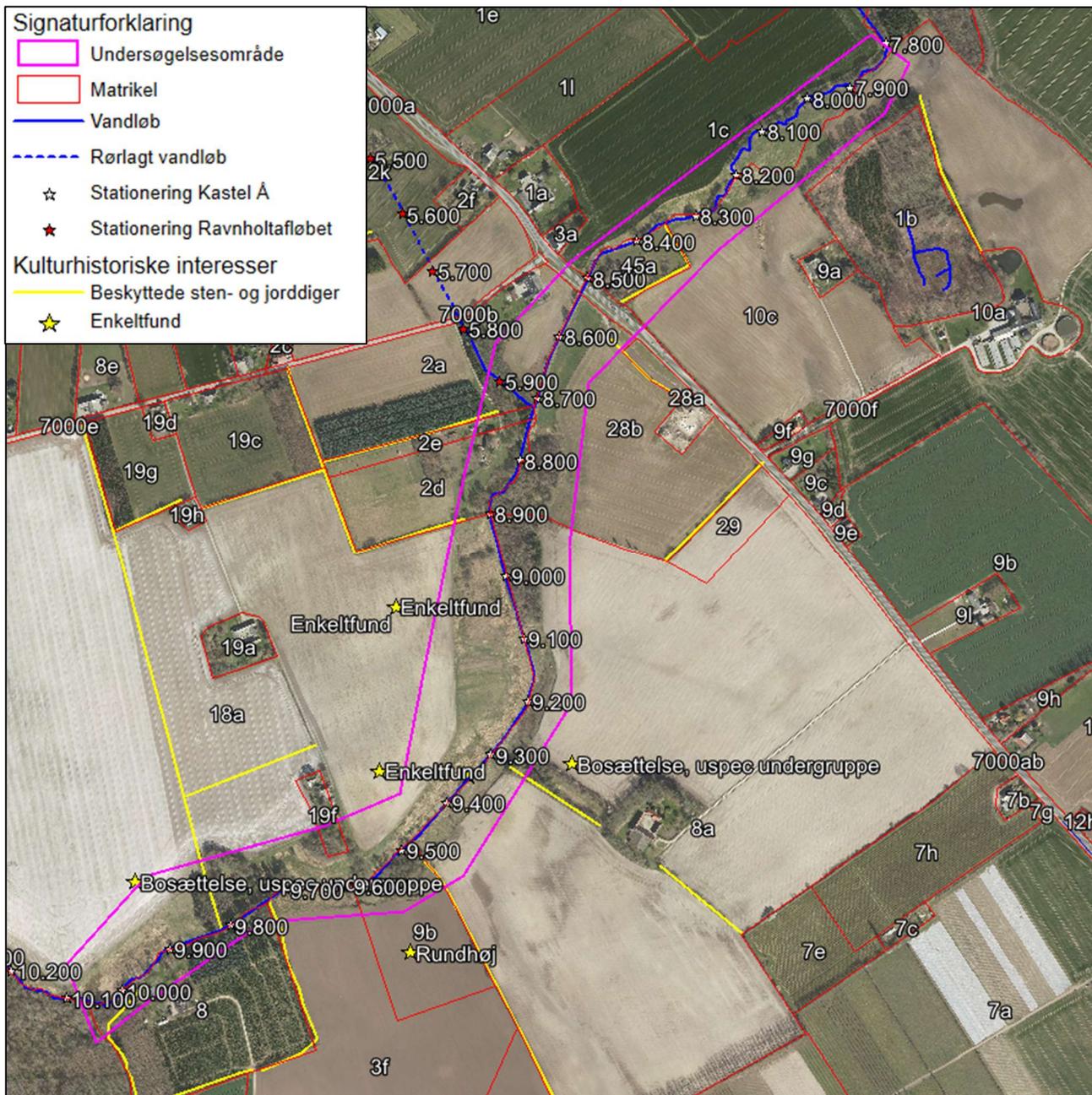
Undersøgelsen viser nedenstående for de lokale planforhold i og omkring undersøgelsesområdet.

5.9.1 Museumsloven

Der er registreret flere beskyttede diger, der strækker sig ind i undersøgelsesområdet. Der er ligeledes både i og omkring undersøgelsesområdet registreret flere enkeltfund og fortidsminder, jf. Figur 27. Der er overvejende tale om enkeltfund fra stenalder. Det bemærkes, at der i Kastel Å ved st. 9.350 m er fundet en større forekomst af knogler.

Ifølge museumslovens § 29 a, stk. 1 må tilstanden af sten- og jorddiger ikke ændres. Der er dog mulighed for, at kommunalbestyrelsen kan dispensere fra forbuddet i særlige tilfælde. Inden anlægsarbejderne iværksættes, skal en dispensation om dige gennembrud foreligge.

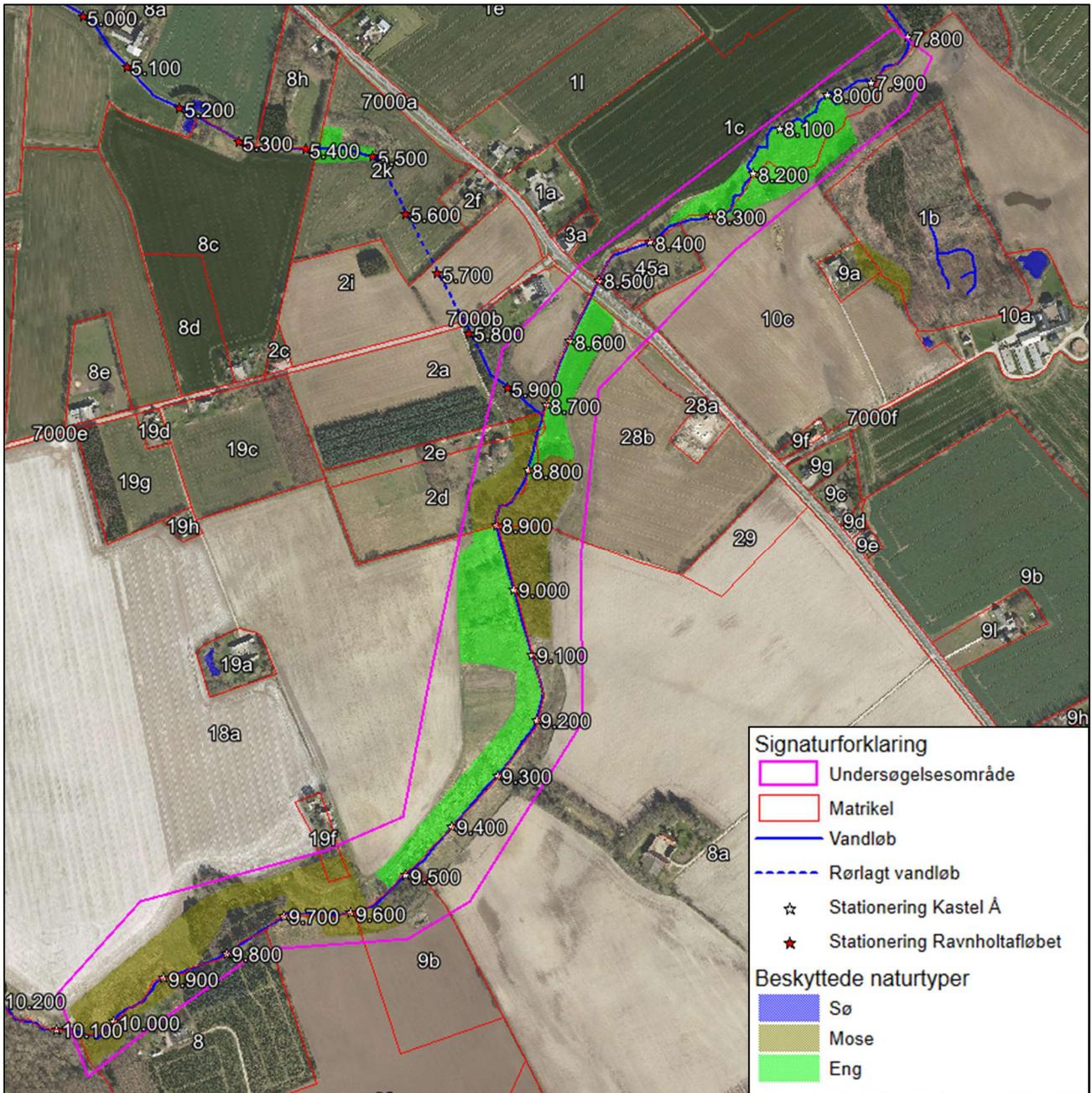
I henhold til bekendtgørelsen af museumsloven (LBK nr. 258 af 08/04/2014) §§ 25-26 kan museet inddrages for at give en udtalelse om, hvorvidt arbejdet indebærer en risiko for ødelæggelse af væsentlige fortidsminder. Arkæologi Sydlyn dækker undersøgelsesområdet og skal orienteres i god tid om de planlagte anlægsarbejder, når omfang og lokalisering af jordarbejderne er fastlagt. Museet afholder udgiften til arkivalisk kontrol og har med samtykke fra bygherren ret til at iværksætte arkæologiske undersøgelser og udgravninger for bygherrens regning, inden anlægsarbejder kan igangsættes.



Figur 27: Angivelse af beskyttede sten- og jorddiger samt enkeltfund i forbindelse med undersøgelsesområdet.

5.9.2 Naturbeskyttelsesloven

Dele af arealerne indenfor undersøgelsesområdet er omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3, jf. Figur 28. Dette vedrører naturtyperne eng og mose. Herudover er Kastel Å og den åbne del af Ravnholtafløbet omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3. Ifølge denne lovgivning må tilstanden af naturtyperne ikke ændres. Kommunen er § 3 myndighed og har mulighed for at dispensere herfra efter lovens § 65 til naturforbedringer.



Figur 28: Oversigtskort med angivelse af naturarealer

5.9.3 Internationale naturbeskyttelsesområder

Undersøgelsesområdet er ikke beliggende i et Natura 2000 område, men afvander til den sydlige del af Natura 2000 område nr. 116, Centrale Storebælt og Vresen, der udgøres af habitatområde H100 og Fuglebeskyttelsesområde F73 og F98.

Projekter indenfor internationale beskyttelsesområder kan kun gennemføres, såfremt projektet ikke vurderes at indebære forringelse eller hindrer genoprettelse af områdets naturtyper eller af levestederne for de arter, som området er udpeget for.



5.9.4 Øvrige lokale planforhold

Fredskov

Der er ikke registreret fredskovsarealer indenfor undersøgelsesområdet. Der er dog registreret fredskov på arealerne umiddelbart opstrøms og nedstrøms området.

Drikkevandsinteresser

Undersøgelsesområdet ligger i et område med særlige drikkevandsinteresser, der er ikke registreret boringsnære beskyttelsesområder.

Jordforurening

Der er ikke registreret jordforurening indenfor eller i det direkte opland til undersøgelsesområdet. Det bemærkes dog, at der tidligere har været en registrering på matr.nr 2a, Kastel By, Herrested, hvor Kastel Å har indløb under Odensevej. Region Syddanmark har dog opdateret deres vurdering, således at matriklen ikke længere er kortlagt.

Fredning

Der er ikke registreret fredede arealer indenfor eller i tilknytning til undersøgelsesområdet.

5.10 Biologiske forhold

5.10.1 Vandløb

Vandområdeplan 2021-2027

Undersøgelsesområdet er beliggende inden for vandområdedistrikt Jylland og Fyn i hovedvandopland 1.14 Storebælt, delvandopland Nyborg Fjord og Holckenhavn Fjord (86, 83).

I basisanalysen for Vandområdeplanen 2021-2027 fremgår Kastel Å og Ravnholtafløbet miljømålsat med God økologisk tilstand indenfor undersøgelsesområdet. Der er ved udarbejdelsen af den tekniske forundersøgelse ikke opnået målopfyldelse på alle de pågældende vandløbsstrækninger, jf. Tabel 5.

Tabel 5: Økologisk tilstand Kastel Å indenfor undersøgelsesområdet.

Vandløb	Vandområde	Samlet	Økologisk tilstand		
			Fisk	Smådyr	Planter
Kastel Å st. 10.080-8.715 m	b00053	Moderat	Moderat	Høj	Ukendt
Kastel Å st. 8.715-7.805 m	o10385_g	God	God	God	Ukendt
Ravnholtafløbet	b00054	Dårlig	Ukendt	Dårlig	Ukendt



5.10.2 Zoologiske forhold

Arternes udbredelse er angivet på baggrund af observationer og registreringer i undersøgelsesområdet samt på baggrund af faglig rapport fra DMU nr. 635 "Håndbog om dyrearter på habitatdirektivets bilag IV", som beskriver sandsynligheden for, at arten forefindes på lokaliteten. De arter, der tidligere er observeret i de 10*10 km kvadranter, der omfatter undersøgelsesområdet, er:

- Vandflagermus
- Brunflagermus
- Sydflagermus
- Dværgflagermus
- Markfirben
- Stor vandsalamander
- Spidssnudet frø
- Springfrø

I Danmarks Naturdata foreligger der ikke registreringer af Bilag IV-arter.

5.10.3 § 3 besigtigelser og botaniske registreringer

Der er i Arealinfo fundet besigtigelser af nogle af de §3 områder, der forefindes i undersøgelsesområdet.

Mosen langs Kastel Å st. 10.080-9.550 m er senest besigtiget i 2010. Området beskrives som mose og kær, der domineres af høje stauder og er truet af tilgroning og eutrofiering. Den samlede tilstand er vurderet til IV (ringe).

Engarealet langs Kastel Å st. 9.530-8.900 m er senest besigtiget i 2019. Området beskrives som ferskeng, der er domineret af høje græsser. Den samlede naturtilstand er angivet til IV (ringe), og området er angivet til tydeligt påvirket af landbrugsdrift og truet af både eutrofiering og jordbehandling. Der er dog registreret et mindre areal med rigkær, hvilket er eneste årsag til, at den samlede tilstand ikke er vurderet til dårlig.

Mosen langs Kastel Å st. 9.070-8.820 m er senest besigtiget i 2019. Området beskrives som en aske/ellesump, der bærer tydeligt præg af dræning og er truet af udtørring. Den samlede tilstand er vurderet til V (dårlig).

Engarealet langs Kastel Å st. 8.300-8.000 m er senest besigtiget i 2013. Området beskrives som ferskeng, der er domineret af høje græsser. Den samlede naturtilstand er angivet til V (dårlig), og området er angivet til tydeligt påvirket af landbrugsdrift, hvor der ved besigtigelsen blev taget slet.



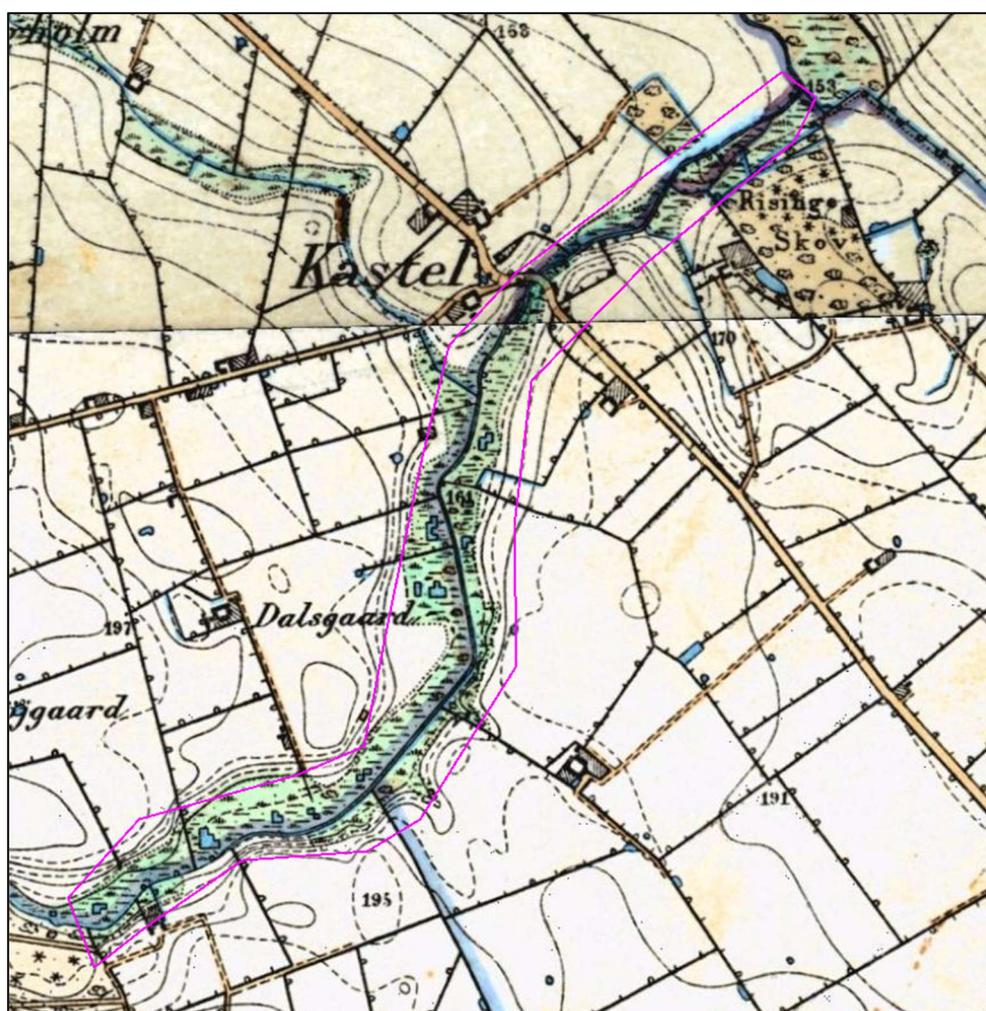
5.11 Friluftsmæssige, landskabelige og kulturhistoriske værdier

Friluftsmæssige værdier

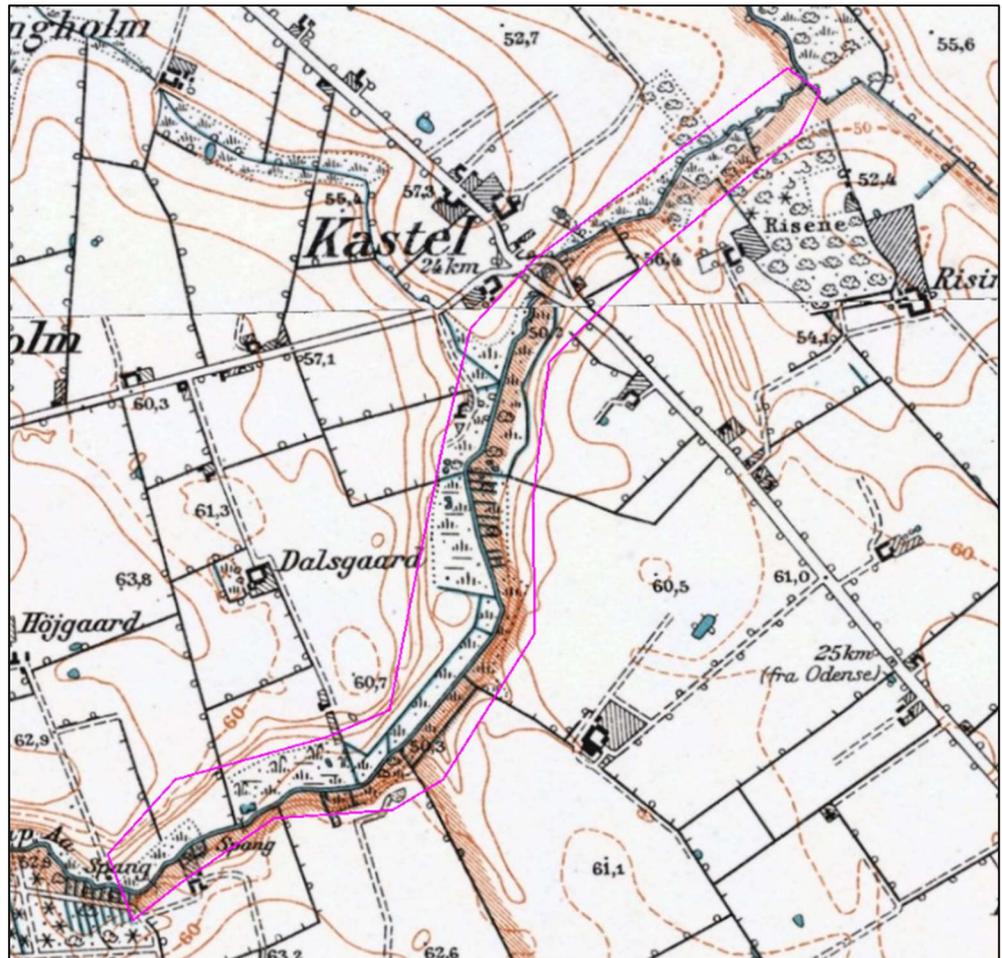
Arealerne indenfor undersøgelsesområdet fremstår i dag som en blanding af arealer med landbrugsstatus og natur uden drift, der ikke vurderes at have friluftsmæssige interesser for offentligheden.

Historisk udvikling, terræn- og landskabsforhold

Som det fremgår af de høje og lave målebordsblade fra henholdsvis 1842-1899 og 1901-1971, jf. Figur 29 og Figur 30, har undersøgelsesområdet tidligere fremstået som fugtige naturarealer, og der er ikke sket nævneværdige ændringer i arealanvendelsen frem til i dag.



Figur 29: Høje målebordsblade fra 1842-1899. Undersøgelsesområde angivet med lilla streg.



Figur 30: Lave målebordsblade fra 1901-1971. Undersøgelsesområde angivet med pink streg.



6 Projektforslag

Lavbundsprojekter skal genskabe naturlige vandforhold de steder i landskabet, som er velegnede til det for derved at reducere udledningen af drivhusgasser samt kvælstofudledningen til eksempelvis indre fjorde. Lavbundsprojekter placeres på lavtliggende arealer, som omdannes til natur på grund af vandpåvirkningen.

Det ønskes samtidig, at projektet ikke påvirker de omgivende landbrugsarealer negativt i forhold til de nuværende afvandingsforhold. Der kræves derfor en terrænforskel til det forventede teoretiske grundvandsspejl på mindst 1,25 m ved en årsmiddel afstrømning ved projektgrænsen for at sikre uændret afledning af vand fra de omkringliggende arealer.

6.1 Indledende betragtninger

Der er i indeværende forundersøgelse lagt vægt på, at Kastel Å er et miljømålsat vandløb, hvor der i dag er målopfyldelse på parametrene fisk (god) og smådyr (god) på strækningen st. 8.715-7.850 m. På strækningen fra st. 10.080-8.715 m er der ligeledes målopfyldelse på smådyr (høj), mens der på fisk kun er en moderat økologisk tilstand. De projekterede forhold er således tilpasset, at strømhastigheder på de omlagte strækninger ligger mellem ca. 0,3-0,4 m/sek, således de bidrager til at opnå målopfyldelse på kvalitetsparameteren fisk. For at optimere vådgørelsen af de vandløbsnære arealer, er vandløbet lagt så terrænnært som muligt under hensyntagen til ovenstående. Som følge af opnået målopfyldelse på den nedre strækning af Kastel Å, samt begrænset indhold af organisk materiale i de vandløbsnære arealer, er der ikke foreslået projekttiltag nedstrøms Odensevej, der krydser vandløbet i st. 8.500 m.

Der er indenfor undersøgelsesområdet registreret en række dræn og grøfter fra oplandet, der har tilløb til Kastel Å. Efter ønske fra Nyborg Kommune føres disse ikke til overrisling af terræn, da det vil have en negativ effekt på de vandløbsnære § 3-beskyttede naturarealer. Hvor det har været muligt, er de eksisterende grøfter tilpasset, så den dræne effekt i projektområdet reduceres, mens den nuværende afvandings af oplandet forbliver uændret.

Nyborg Kommune og rådgiver har på midtvejsmødet d. 6. april 2022 drøftet, hvordan der skabes mere naturlige vandforhold i undersøgelsesområdet, og er blevet enige om, at der udarbejdes et projektforslag med følgende elementer:

- Omlægning af Kastel Å til mere terrænnært forløb over 6 delstrækninger.
 - På 3 delstrækninger genslynges vandløbet i et terrænnært forløb.
 - På 3 delstrækninger hæves vandløbsbunden til et terrænnært forløb.
- Tilpasning/etablering af 2 grøfter.
- Tilpasning af 2 drænledninger (ét afvandingsystem).



En oversigt over de enkelte projekttiltag fremgår af Bilag 3.

På baggrund af ovenstående projekttiltag, er der defineret et projektområde på 11,33 ha, baseret på de afvandingsmæssigt påvirkede arealer.

6.2 Omlægning af Kastel Å

Det foreslås, at der foretages en omlægning af Kastel Å indenfor området på 6 delstrækninger. På 3 af delstrækningerne er der tale om en genslyngning, mens der på de øvrige 3 delstrækninger er tale om en tilpasning af bunden, så faldforholdene modsvarer de omlagte forløb. Det bemærkes, at den nye stationering er angivet med udgangspunkt i, at alle genslyngninger udføres.

Det afgravede materiale fra etablering af det nye vandløbsprofil benyttes til genopfyldning af det eksisterende vandløbstracé. Såfremt der ikke er tilstrækkeligt materiale tilgængeligt til at genopfyldningen fremstår naturligt sammenhængende med det omkringliggende terræn, suppleres der med kantskrab langs vandløbet, hvor balkerne afrettes. De nærmere forhold omkring terrænskrab på vandløbsstrækninger med beplantning skal afklares i detailprojekteringen, således at der ikke sker skade på større træer i området.

Det kan ikke udelukkes, at der forefindes dræntilløb til Kastel Å, der ikke fremgår af indeværende forundersøgelse. Håndtering af øvrige drænledninger skal indarbejdes i en detailprojektering.

Ligeledes bør det i en detailprojektering vurderes, hvorvidt der er behov for etablering af et midlertidigt sandfang umiddelbart før indløbet under Odensevej.

I det følgende beskrives de projekterede tiltag med koter og faldforhold for de enkelte delstrækninger.

6.2.1 Delstrækning 1 (Ny st. 10.144 – 9.947 m, nuv. st. 10.080 – 9.883 m)

Genslyngningen startes i ny st. 10.182 m i eksisterende bundkote 51,25 m. Herfra følger et omlagt forløb på ca. 197 m, hvorefter vandløbet føres tilbage i det eksisterende tracé i ny st. 9.985 m, hvor bunden hæves med ca. 0,2 m ved udlægning af groft materiale til kote 50,9 m, jf. afsnit 6.2.2. Genslyngningen af delstrækningen resulterer ikke i en forlængelse af vandløbet.

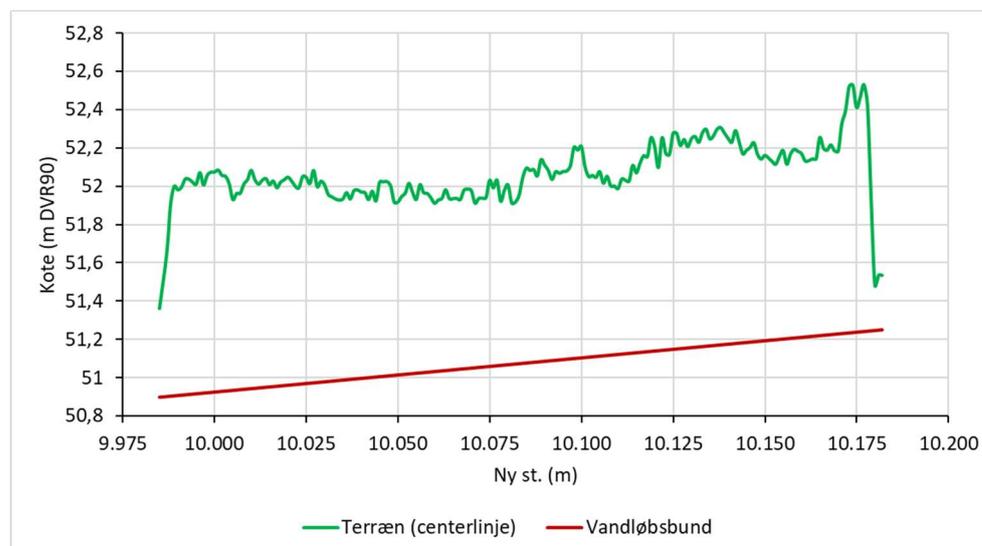
Vandløbet etableres med en bundbredde på 0,8 m og et skråningsanlæg på 1:2. Bunden etableres med et gennemsnitligt fald på ca. 1,8 ‰, der primært afvikles i strygene fremfor svingene.

De projekterede bundkoter og faldforhold for den genslyngede vandløbsstrækning fremgår af Tabel 6 og Figur 31.



Tabel 6: Koter og faldforhold for det omlagte forløb af Kastel Å på delstrækning 1.

Nuv. st. (m)	Projekt st. (m)	Bundkote (m)	Bundlinje fald (‰)	Bemærkning
10.080	10.182	51,25	1,8	Start på omlægning
9.883	9.985	50,90		Omlægning slut.



Figur 31: Længdeprofil for genslynget strækning 1 af Kastel Å gennem projektområdet angivet med projekt st. (m) og koter (m DVR90).

For at sikre miljømålsætningen med tilhørende økologisk tilstand foreslås det, at der på den genslyngede strækning udlægges et ca. 0,1 m tykt lag groft materiale bestående af 85 % nøddesten (16-32 mm) og 15% singels og håndsten (32-64 mm) i vandløbsbunden, hvorfor vandløbet i anlægsfasen graves 10 cm dybere end angivet. Det samlede stenarbejde udgør ca. 16 m³.

Den samlede jordmængde er opgjort til ca. 600 m³ for omlægning af strækningen. Jorden benyttes til blokering af det eksisterende tracé. Det bemærkes, at der ved blokeringen skal udvises særlig hensyn omkring krydsningspunkterne i det eksisterende profil, hvor der her skal foretages blokering med lerholdig jord, der komprimeres over en strækning på 5 m. Yderligere behov for stensikring af krydsningspunkterne skal afklares i en detailprojektering i forhold til strømhastigheder ved større afstrømninger.

6.2.2 Delstrækning 2 og 3 (Ny st. 9.947-9.754 m, nuv. St. 9.883-9.690 m)

Der foretages en tilpasning af bunden, hvor der udlægges groft materiale bestående af 85 % nøddesten (16-32 mm) og 15% singels og håndsten (32-64 mm) i vandløbsbunden, så bundkoterne følger angivelsen i Tabel 7. Ligeledes



indsnævres vandløbsprofilen ved udlægning af tilsvarende stenblanding fra nuværende ca. 1 m til 0,5 m med et skråningsanlæg på 1:2, der som udgangspunkt etableres til terrænniveau, dog ikke højere end 1 m over vandløbsbunden. Det samlede stenforbrug er opgjort til ca. 40 m³ for delstrækning 2 og ca. 210 m³ for delstrækning 3.

Tabel 7: Koter og faldforhold for det omlagte forløb af Kastel Å på delstrækning 2 og delstrækning 3.

Nuv. st. (m)	Projekt st. (m)	Bundkote (m)	Bundlinje fald (‰)	Bemærkning
9.883	9.947	50,90		
			1,5	Delstrækning 2
9.850	9.914	50,85		
			1,9	Delstrækning 3
9.690	9.754	50,55		

6.2.3 Delstrækning 4 (Ny st. 9.754-9.105 m, nuv. St. 9.690-9.080 m)

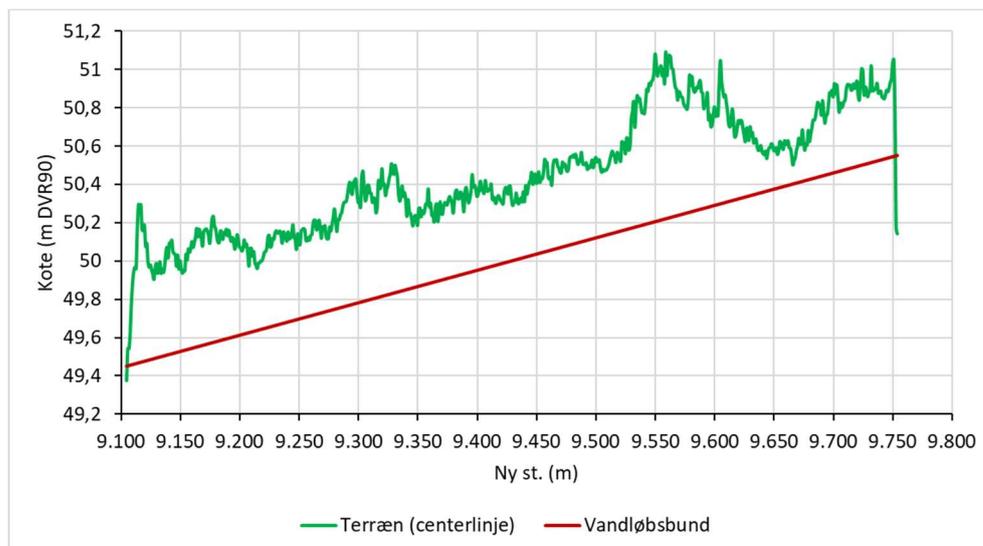
Genslyngningen startes i ny st. 9.754 m i bundkote 50,55 m. Herfra følger et omlagt forløb på ca. 649 m, hvorefter vandløbet føres tilbage i det eksisterende tracé i ny st. 9.105 m, hvor bunden hæves med ca. 0,75 m ved udlægning af groft materiale til kote 49,45 m, jf. afsnit 6.2.4. Genslyngningen af delstrækningen resulterer i en forlængelse af vandløbet på ca. 42 m.

Vandløbet etableres med en bundbredde på 0,5 m og et skråningsanlæg på 1:2. Bunden etableres med et gennemsnitligt fald på ca. 1,7 ‰, der primært afvikles i strygene fremfor svingene.

De projekterede bundkoter og faldforhold for den genslyngede vandløbsstrækning fremgår af Tabel 8 og Figur 32.

Tabel 8: Koter og faldforhold for det omlagte forløb af Kastel Å på delstrækning 4.

Nuv. st. (m)	Projekt st. (m)	Bundkote (m)	Bundlinje fald (‰)	Bemærkning
9.690	9.754	50,55		Start på omlægning
			1,7	
9.080	9.105	49,45		Omlægning slut.



Figur 32: Længdeprofil for genslynget strækning 4 af Kastel Å gennem projektområdet angivet med projekt st. (m) og koter (m DVR90).

For at sikre miljømålsætningen med tilhørende økologisk tilstand foreslås det, at der på den genslyngede strækning udlægges et ca. 0,1 m tykt lag groft materiale bestående af 85 % nøddesten (16-32 mm) og 15% singels og håndsten (32-64 mm) i vandløbsbunden, hvorfor vandløbet i anlægsfasen graves 10 cm dybere end angivet. Det samlede stenarbejde udgør ca. 33 m³.

Den samlede jordmængde er opgjort til ca. 450 m³ for omlægning af strækningen. Jorden benyttes til blokering af det eksisterende tracé. Det bemærkes, at der ved blokeringen skal udvises særlig hensyn omkring krydsningspunkterne i det eksisterende profil, hvor der her skal foretages blokering med lerholdig jord, der komprimeres over en strækning på 5 m. Yderligere behov for stensikring af krydsningspunkterne skal afklares i en detailprojektering i forhold til strømhastigheder ved større afstrømninger.

I forbindelse med besigtigelsen af området, er der registreret dræn og grøfter, der har tilløb til vandløbsstrækningen. Håndteringen af disse er beskrevet i afsnit 6.3.

6.2.4 Delstrækning 5 (Ny st. 9.105-8.736 m, nuv. St. 9.083-9.714 m)

Der foretages en tilpasning af bunden, hvor der udlægges groft materiale bestående af 85 % nøddesten (16-32 mm) og 15% singels og håndsten (32-64 mm) i vandløbsbunden, så bundkoterne følger angivelsen i Tabel 9. Det samlede stenforbrug er opgjort til ca. 280 m³.

Yderligere skal der foretages en indsnævring af vandløbsprofilet fra de nuværende ca. 1 m til 0,5 m. Indsnævringen foretages ved udlægning af ved, der findes i moseområdet, ved udtynning af enkelte træer.



Tabel 9: Koter og faldforhold for det omlagte forløb af Kastel Å på delstrækning 5.

Nuv. st. (m)	Projekt st. (m)	Bundkote (m)	Bundlinje fald (‰)	Bemærkning
9.083	9.105	49,45		
			1,8	
9.714	8.736	48,80		

6.2.5 Delstrækning 6 (Ny st. 8.736-8.556 m, nuv. St. 8.714-8.556 m)

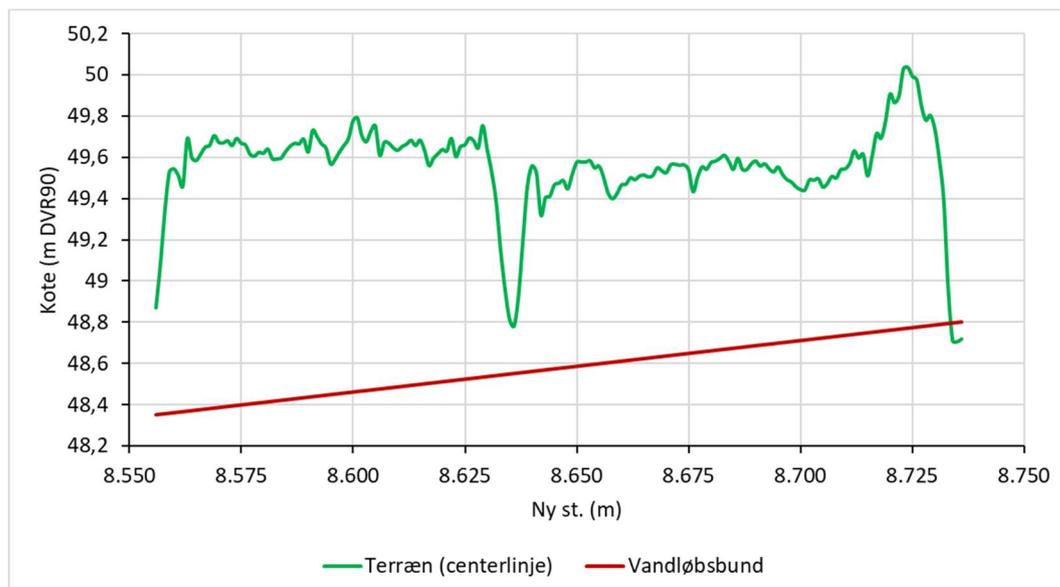
Genslyngningen startes i ny st. 8.736 m i bundkote 48,80 m. Herfra følger et omlagt forløb på ca. 180 m, hvorefter vandløbet føres tilbage i det eksisterende tracé i ny st. 8.556 m i bundkote 48,35 m svarende til de nuværende forhold. Genslyngningen af delstrækningen resulterer i en forlængelse af vandløbet på ca. 22 m.

Vandløbet etableres med en bundbredde på 0,5 m og et skråningsanlæg på 1:2. Bunden etableres med et gennemsnitligt fald på ca. 2,5 ‰, der primært afvikles i strygene fremfor svingene.

De projekterede bundkoter og faldforhold for den genslyngede vandløbsstrækning fremgår af Tabel 10 og Figur 33.

Tabel 10: Koter og faldforhold for det omlagte forløb af Kastel Å på delstrækning 6.

Nuv. st. (m)	Projekt st. (m)	Bundkote (m)	Bundlinje fald (‰)	Bemærkning
8.714	8.736	48,80		Start på omlægning
			2,5	
8.556	8.556	48,35		Omlægning slut.



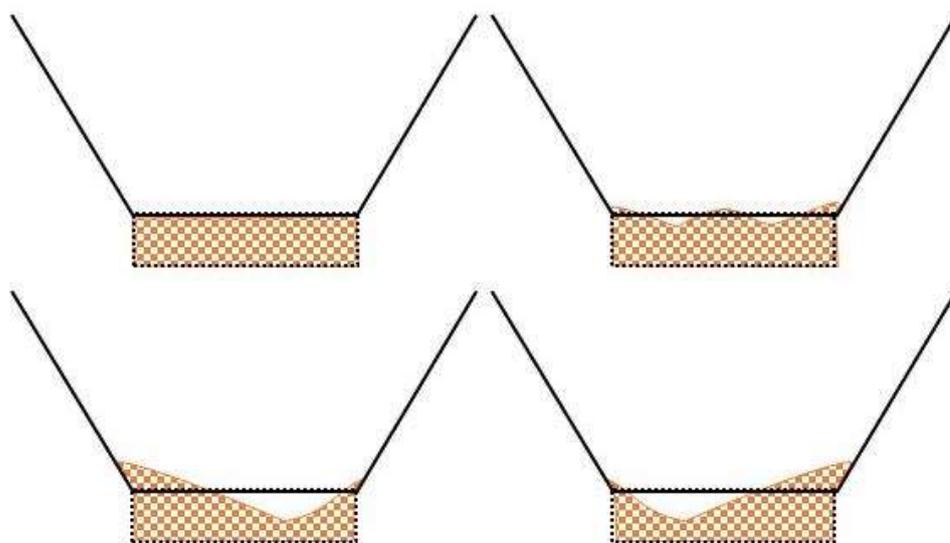
Figur 33: Længdeprofil for genslynget strækning 6 af Kastel Å gennem projektområdet angivet med projekt st. (m) og koter (m DVR90).

For at sikre miljømålsætningen med tilhørende økologisk tilstand foreslås det, at der på den genslyngede strækning udlægges et ca. 0,1 m tykt lag groft materiale bestående af 85 % nøddesten (16-32 mm) og 15% singels og håndsten (32-64 mm) i vandløbsbunden, hvorfor vandløbet i anlægsfasen graves 10 cm dybere end angivet. Det samlede stenarbejde udgør ca. 9 m³.

Den samlede jordmængde er opgjort til ca. 470 m³ for omlægning af strækningen. Jorden benyttes til blokering af det eksisterende tracé. Det bemærkes, at der ved blokeringen skal udvises særlig hensyn omkring krydsningspunkterne i det eksisterende profil, hvor der her skal foretages blokering med lerholdig jord, der komprimeres over en strækning på 5 m. Yderligere behov for stensikring af krydsningspunkterne skal afklares i en detailprojektering i forhold til strømhastigheder ved større afstrømninger.

6.2.6 Udlægning af groft materiale og skjulesten

Ved udlægning af groft materiale i vandløbet er det vigtigt, at gruset udlægges varieret, så det eksempelvis er skubbet til højre eller venstre, hvorved mægtigheden øges i den ene side, jf. Figur 34. Denne variation i udlægningen vil bidrage til en øget fysisk variation i vandløbet og fortsat sikre, at afstrømningen kan ske upåvirket. Ved udlægningen skal det ligeledes undgås, at der laves "toppe" midt i vandløbet som vil kunne medføre en øget erosion af vandløbets skråningsanlæg.



Figur 34: Principskitser for udlægning af grus i vandløb. Udgravet vandløbsprofil (sort streg), afgravning af bund (stiplet sort streg) og udlægning af grus (orange).

Det foreslås videre, at der efter grusudlægningen, suppleres med udlægning af 2 skjulesten i størrelsen $\varnothing 100-150$ mm pr. m på omlagte og tilpassede vandløbsstrækninger, som skal skabe en større variation i strømningsforholdene i vandløbet. Skjulestenene skal udlægges varieret både langs vandløbets kanter og ud i vandløbets vandførende profil. Det er vigtigt, at udlægningen foretages tilfældigt og i overensstemmelse med et naturligt vandløb. Det samlede materialeforbrug er opgjort til ca. 3.200 skjulesten svarende til ca. 6 m^3 .

6.3 Omlægning af afvandingsystemer

I det følgende beskrives en række afvandingsystemer, der foreslås tilpasset og ført til udløb i det omlagte forløb af Kastel Å. Øvrige afvandingsystemer forbliver uændrede.

6.3.1 Omlægning af afvandingsystem 2

Det foreslås, at de to $\varnothing 110$ mm drænledninger omlægges til udløb i Kastel Å omkring ny st. 9.620 m i ca. kote 50,35 m. Det forventes, at de to drænledninger vil blive brudt ved etableringen af det nye vandløbsprofil, og at der alene vil være behov for at isætte en markeringspæl ved de nye udløbspunkter. Såfremt det under anlægsfasen viser sig, at drænene ligger for dybt til at kunne føres til udløb i det nye forløb af Kastel Å, skal der foretages en omlægning af drænledningerne, så der sikres et fald på minimum 2 ‰ og en drændybde på 1,25 m ved projektgrænsen.

6.3.2 Omlægning af afvandingsystem 3

Det foreslås, at grøften forlænges ca. 20 m i nordvestlig retning, så der skabes udløb i Kastel Å ny st. 9.440 m. Grøften etableres med en bundbredde på 0,5 m og et skråningsanlæg på 1:2. Bunden etableres med et fald på 2 ‰ med udløb i kote



50,05 m. Det samlede jordarbejde er opgjort til ca. 15 m³, hvoraf en del skal benyttes til at hæve bunden af den eksisterende grøft i afvandingsystemet, så bunden fremstår sammenhængende og med ensartet fald startende fra rørdløbene i den østlige skræntfod.

Det bemærkes, at der ved krydsningspunktet med Kastel Å skal foretages blokering med lerholdig jord, der komprimeres over en strækning på 5 m på hver side.

6.3.3 Omlægning af afvandingsystem 4

Det foreslås, at grøften forlænges ca. 12 m i nordvestlig retning, så der skabes udløb i Kastel Å ny st. 9.325 m. Grøften etableres med en bundbredde på 0,5 m og et skråningsanlæg på 1:2. Bunden etableres med et fald på 2 ‰ med udløb i kote 49,85 m. Det samlede jordarbejde er opgjort til ca. 10 m³, hvoraf en del skal benyttes til at hæve bunden af den eksisterende grøft i afvandingsystemet, så bunden fremstår sammenhængende og med ensartet fald startende fra rørdløbene i den østlige skræntfod.

Det bemærkes, at der ved krydsningspunktet med Kastel Å skal foretages blokering med lerholdig jord, der komprimeres over en strækning på 5 m på hver side.

6.4 Jord-og stenarbejder

Det samlede overslag for jord- og stenarbejde for de projekterede tiltag, er opgjort i Tabel 11 og Tabel 12. Der er alene tale om et overslag, hvorfor det anbefales, at der ved en detailprojektering gennemføres en nærmere analyse heraf.

Tabel 11: Samlet oversigt for jordarbejde til de projekterede tiltag.

Jordarbejde	Jordarbejde m ³
Omlægning af Kastel Å, delstrækning 1	600
Omlægning af Kastel Å, delstrækning 4	450
Omlægning af Kastel Å, delstrækning 6	470
Omlægning af afvandingsystem 3	15
Omlægning af afvandingsystem 4	10
Samlet jordarbejde	1.545

Tabel 12: Samlet oversigt for stenarbejde i de projekterede tiltag.

Stenarbejde	Stentype	Forbrug m ³
Omlægning af Kastel Å, delstrækning 1 (udlægning af groft materiale)	Grus	16
Tilpasning af Kastel Å, delstrækning 2 og 3 (udlægning af groft materiale)	Grus	250



Stenarbejde	Stentype	Forbrug m3
Omlægning af Kastel Å, delstrækning 4 (udlægning af groft materiale)	Grus	33
Tilpasning af Kastel Å, delstrækning 5 (udlægning af groft materiale)	Grus	280
Omlægning af Kastel Å, delstrækning 6 (udlægning af groft materiale)	Grus	9
Udlægning af skjulesten	Ø100-150 mm sten	6
Samlet stenarbejde		594



7 Konsekvenser

7.1 Projektafgrænsning

Projektgrænsen er fastsat ud fra en potentiel drændybde på mindst 1,25 m til naboarealerne ved en årsmiddelvandstand i området beregnet som gennemsnittet mellem sommermiddel og vintermiddel, jf. gældende vejledning for beregning af CO₂-reduktion. De arealer, som har afvandingsdybder på over 1,25 m, forventes ikke at blive påvirket af projektets realisering og kan fortsat anvendes som hidtil.

Arealer, der kan fremstå fugtige under de nuværende forhold og hvor de afvandingsmæssige forhold forbliver uændrede ved en realisering, vil kun medtages i det omfang det vurderes, at adgangsforholdene bliver forringede i en grad hvor den nuværende arealanvendelse ikke længere er mulig. Dette kan både inkludere arealer tilstødende det centrale projektområde, samt mindre "øer" indenfor projektgrænsen.

For at sikre, at der ikke sker tilstandsændringer udenfor projektområdet skal lodsejerne opretholde eksisterende afvandingsystemers funktionalitet efter projektets realisering, ligesom nye grøfter mv. som etableres i forbindelse med projektet skal vedligeholdes. Det skal videre fremhæves, at en realisering af projektet ikke vil forbedre afvandingen fra arealer udenfor projektområdet, men alene opretholde de eksisterende afvandingsforhold. Arealer som i dag opleves med forringet afvanding vil således ligeledes opleves med en tilsvarende afvanding efter en realisering.

Arealer op-/nedstrøms projektområdet

Der foretages ikke ændringer af Kastel Å op- eller nedstrøms projektområdet, og der skabes ikke hindring for vandets frie bevægelse.

Registrerede dræntilløb, der har udløb i det nuværende forløb af Kastel Å tilpasset, så der sker udløb i det omlagte forløb. Der forekommer således ikke en afvandingsmæssig påvirkning af de omkringliggende markarealer.

Det forventes, at der i forbindelse med lodsejersamtaler vil blive stillet krav om en ændret arronderingsgrænse, hvilket vil give en yderligere robusthed af projektområdet. Det vurderes således ikke, at projektet vil have indvirkning på de afvandingsmæssige forhold på arealerne udenfor projektområdet.

7.2 Afvandingsforhold

Afvandingsdybderne er kortlagt indenfor projektområdet i intervaller på 25 cm og benævnes: Vand omkring terræn (afvandingsdybde <0 m), sump (afvandingsdybde 0-25 cm), våd eng (afvandingsdybde 25-50 cm), fugtig eng



(afvandingsdybde 50-75 cm), tør eng (afvandingsdybde 75-100 cm) og veldrænet eng (afvandingsdybde 100-125 cm). Arealer med en afvandingsdybde over 125 cm defineres som tørt.

I beregningerne tages der udgangspunkt i den nuværende højdemodel.

De nuværende og fremtidige afvandingsforhold er kortlagt med udgangspunkt i, at Kastel Å er definerende for afvandingen af de omkringliggende arealer både nede i selve ådalen samt i det direkte opland.

De nuværende afvandingsforhold indenfor projektområdet fremgår af Bilag 4, og de forventede fremtidige forhold indenfor projektområdet fremgår af Bilag 5. De udarbejdede afvandingskort viser de forventede afvandingsforhold på baggrund af de ovenstående forudsætninger. Arealer kan dog opleves som mere eller mindre vandlidende, end hvad de udarbejdede kort viser, både ved de nuværende og fremtidige forhold. Ved de nuværende forhold kan områder med dårlig eller mangelfuld dræning fremstå vådere, end hvad det udarbejdede kort viser. Jordbundstypen kan ligeledes være medvirkende til, at områder fremstår vandlidende grundet dårlig infiltration. Der kan herudover være lokale områder med trykvand (udstrømmende grundvand/kildevæld), som ikke er medtaget i de udførte beregninger. Dette gør sig især gældende for moseområdet øst for Kastel Å nuværende st. 9.000-8.700 m, hvor der er en kraftig påvirkning af trykvand.

Som følge af de foreslåede projekttiltag bliver det resulterende projektområde på samlet 11,33 ha. Inden for projektområderne ændres afvandingsforholdene i større eller mindre omfang, jf. Tabel 13. Som det fremgår af tabellen, sker der en meget tydelig forskydning mod vådere forhold på arealerne inden for projektgrænsen, hvor særligt typerne sump, våd eng og fugtig eng øges.

Tabel 13: Areal (ha) af afvandingsintervaller for det påvirkede område ved en årsmiddelfastrømning ved de nuværende og projekterede forhold.

Afvandingsinterval	Drændybde (m)	Nuværende (ha)	Projekt (ha)
Vand omkring terræn	≤ 0	0,03	0,53
Sump	0,0 - 0,25	0,18	1,75
Våd eng	0,25 - 0,50	0,30	3,42
Fugtig eng	0,50 - 0,75	1,15	2,72
Tør eng	0,75 - 1,00	3,80	1,87
Veldrænet eng	1,00-1,25	3,29	1,04
Tørt	>1,25	2,58	0
I alt		11,33	11,33

En endelig arrondering af projektområdet foretages i forbindelse med den ejendomsræssige forundersøgelse.



7.2.1 Vandløbsoversvømmelser

I det følgende er der kortlagt arealer med vandløbsoversvømmelser. Der kan i forbindelse med ekstremafstrømninger være "lommer" i oplandet, både indenfor og udenfor projektområdet, som vil være vandlidende grundet manglende afstrømningsmuligheder, men som ikke direkte oversvømmes af vandløbsvand. Disse arealer er ikke kortlagt i indeværende undersøgelse.

Nuværende forhold

På baggrund af de beregnede vandspejlsniveauer, forekommer der ikke vandløbsoversvømmelse ved større afstrømninger (op til 1 % hændelse) langs det eksisterende tracé af Kastel Å.

Projekterede forhold

Ved de projekterede forhold omlægges Kastel Å til et terrænnært forløb, hvilket medfører vandløbsnære oversvømmelser ved større afstrømningshændelser. De oversvømmede arealer ved de enkelte afstrømninger fremgår Tabel 14 og af Bilag 6.

Tabel 14: Arealer som oversvømmes med vand fra Kastel Å ved større afstrømningshændelser ved de projekterede forhold.

Afstrømningshændelse	Oversvømmede arealer (ha)*
Vintermiddel	0,27
15 %	0,37
10 %	0,56
5 %	1,04
2 %	1,89
1 %	2,58

* Akkumuleret areal.

Det bemærkes, at der kan forekomme mindre forskydninger i udbredelsen af vandløbsoversvømmelser indenfor projektområdet som følge af terrænændringer ved opfyldning af det nuværende forløb af Kastel Å.

7.3 Næringsstofbalance

I forbindelse med gennemførelse af indeværende tekniske forundersøgelse er der foretaget undersøgelser og vurderinger af den resulterende næringsstofbalance i projektområdet efter realisering af projektet.

7.3.1 Kvælstofafstrømning

Beregningen af kvælstofafstrømningen fra oplandet til projektområdet er foretaget ud fra Naturstyrelsens vejledning

(<http://naturstyrelsen.dk/media/133160/kvaelstofberegvejledningmaj2014.pdf>).



Andelen af dyrkede arealer er bestemt ud fra indberetningen på Mark2014 kortet fra Landbrugsstyrelsen.

I Tabel 15 er opsat de basisoplysninger om oplandet, jf. Tabel 15, som er anvendt i beregningsarket i Bilag 7.

Det bemærkes, at der ikke omlægges dræn til overrisling af terræn indenfor projektområdet. Til indeværende forundersøgelse er derfor ikke medtaget direkte drænet opland til beregning af kvælstofreduktion. Ligeledes er alene medtaget vandløbsopland til Kastel Å, da Ravnholtafløber ikke bidrager til vandløbsoversvømmelser. De anvendte oplandsstørrelser til beregning af kvælstofomsætningen afviger derfor fra oplandsoplysningerne angivet i afsnit 5.7.

Tabel 15: Opgørelse over vandløbsopland og det direkte drænedede opland til projektområdet.

Oplandstype	Størrelse (ha)	Dyrket areal (%)	Andel af sandjord (%)
Direkte drænet opland til overrisling	0	-	-
Vandløbsopland	623	59	5

Udbredelsen af sandjord (grov- og finsandet jord samt lerblandet sandjord) er bestemt på grundlag af jordartskort (dfj_fgjor kortet fra arealinfo.dk).

Kvælstoffjernelse

I vådområder og søer foregår der processer, hvor bakterier omsætter nitrat til frit kvælstof, som er en gasart, der forsvinder ud i luften, og dermed er uskadelig for vandmiljøet. Det er disse bakterielle processer, som udnyttes, når der fjernes kvælstof i vådområder. Processen hedder denitrifikation og foregår under iltfrie forhold i jordbund eller sediment.

Processen er temperaturafhængig og har sit optimum omkring 7 °C, men selv om vinteren med lave temperaturer er der en betydelig kvælstoffjernelse.

Kvælstoffjernelsen i projektområdet er beregnet ud fra de beregningsmetoder, der fra Miljøministeriets side er opstillet i forbindelse med den kommunale vådområdeordning fra 2010 og frem. Beregningen er udført i Naturstyrelsens regneark (jf. www.vandprojekter.dk), og er vedlagt indeværende undersøgelse som Bilag 7.

I Tabel 16 er opsat de basisoplysninger om projektarealerne, som er anvendt i beregningsarket i Bilag 7.



Tabel 16: Opgørelse over den nuværende arealanvendelse for projektområdet.

Nuværende arealanvendelse	Projektområde (ha)
Omdrift	0,47
Permanent græs	3,20
Natur	7,66
Samlet	11,33

Vandløbsoversvømmelser

Når vandløbet, som følge af projekttiltagene, går over sine bredder og oversvømmer projektarealerne ved større afstrømninger, vil der tilføres kvælstofholdigt vandløbsvand til de laveste partier i projektområdet. Størrelsen af kvælstofomsætningen fra oversvømmelsen afhænger af hyppigheden og udbredelsen af oversvømmelsen. Erfaringstal fra gennemførte VMP II vådområdeprojekter har vist en kvælstofomsætning på 1,5 kg N/ha pr. døgn, oversvømmelsen forekommer, når koncentrationen i vandløbsvand er over 5 mg N/l og 1 kg N/ha ved koncentrationer på 2-3 mg/l. På baggrund af den beregnede kvælstoftilstrømning til projektområdet, jf. Bilag 7, kan der forventes en gennemsnitlig kvælstofkoncentration i vandløbsvandet på ca. 5,2 mg/l resulterende i en forventet kvælstofomsætning på 1,5 kg N/ha pr. døgn.

Ifølge gældende vejledning for vådområdeprojekter er det nødvendigt for at opnå maksimal kvælstoffjernelse, at der ved oversvømmelser sikres tilførsel af "frisk" kvælstofholdigt vand til vådområdet, hvorved der kan ske en omsætning. Dette betyder, at der kun medregnes omsætning på de oversvømmede arealer, der er beliggende indenfor 100 m fra vandløbet. Disse forhold er medtaget i beregningen af kvælstofomsætningen på oversvømmede arealer. Der må endvidere ikke indkalkuleres en kvælstofomsætning for oversvømmelser, der overstiger 100 dage. Ligeledes, kan arealer, hvor der sker kvælstoffjernelse som følge af overrisling, ikke samtidigt anvendes til kvælstoffjernelse i forbindelse med vandløbsoversvømmelse. Disse forhold er ligeledes medtaget i beregningerne af effekten på kvælstoffjernelsen.

Ved de projekterede forhold forventes der at ske vandløbsoversvømmelser i det meste af vinterperioden samt i forbindelse med større afstrømningshændelser. Oversvømmelserne sker primært langs det omlagte forløb af Kastel Å gennem den centrale del af området, samt i mindre omfang gennem mosearealet i den nordlige del af projektområdet.

Samlet set vil effekten af oversvømmelserne resultere i 55,81 hektardøgn svarende til en forventet kvælstoffjernelse på **84 kg N/år**.



Ekstensivering af projektarealerne

Ekstensivering af projektarealerne bidrager til kvælstofreduktionen. I projektforslaget forventes en samlet reduktion i kvælstofudledningen på 94 kg N som følge af ekstensivering af projektarealerne. Efter projektets gennemførelse vil der fortsat være en lille kvælstofudvaskning fra arealerne. Denne tilførsel vurderes til ca. 2 kg N/ha/år, hvor udvaskningen fra naturarealer ved de nuværende forhold er vurderet til ca. 5 kg N/ha/år. Forskellen på udvaskningen før og efter en realisering tilskrives, at der ved en reduktion af tilførslen af N til arealerne, ligeledes må forventes en reduktion i udvaskningen. Yderligere vil der ved en øget vandstand på arealerne skabes der flere anaerobe områder, hvor denitrifikation således reducerer udvaskningen.

Når denne værdi modregnes, bliver den samlede reduktion som følge af ekstensivering **71 kg N/år**.

Projektets samlede kvælstoffjernelse

Projektets samlede kvælstoftilbageholdelse er opgjort i Tabel 17 og udgør **155 kg N/år** svarende til **14 kg N/ha/år**.

Tabel 17: Den samlede beregnede kvælstoffjernelse i projektområdet.

	Samlet kvælstofomsætning (kg N/år)
Oversvømmelse med vandløbsvand	84
Ekstensivering	71
I alt	155
I alt pr. ha	14

7.3.2 Fosforundersøgelser

Vurderingen følger vejledningen "Kvantificering af fosfortab fra N og P vådområder" fra DCE (oktober 2018). Denne vejledning lægges til grund for vurdering af risikoen for fosforudledning ved etablering af indeværende projekt. Beregningerne foretages ved indtastning i regneark (Kvantificering af fosfortab fra N vådområder), jf. Bilag 8. Der er anvendt den senest opdaterede version hentet på www.vandprojekter.dk d. 13. juni 2022, og indtastningerne er udført i juni 2022.

Fosforanalyse

Fosforanalysen indebærer analyse for bikarbonatdithionit ekstraherbart fosfor (P_{BD}) og jern (Fe_{BD}). Analysemetoden følger Paludan & Jensen (1995) og ovenstående vejledning (DCE 2018). Analysemetoden fokuserer særligt på at beskrive den pulje af fosfor, der kan mobiliseres, når oxideret jern ($Fe(III)$) under iltfrie forhold reduceres til ferri-jern $Fe(II)$. Iltfrie forhold kan opstå, når jordbunden vandmættes. Vurdering af risiko for fosforudledning bygger på



kvantificering af input af fosfor til det mulige nyetablerede vådområdeprojekt og kvantificering af muligt tab af fosfor fra dette område. I vurderingen indgår jordprøvens volumenvægt, indholdet af P_{BD} og Fe_{BD} samt vandgennemstrømningen i projektområdet.

Prøvetagning

I henhold til retningslinjerne i DCE's vejledning er der etableret 10 prøvefelter i det projektområde, der er defineret i samarbejde med Nyborg Kommune. Prøvefelterne er udlagt så de så vidt muligt dækker ensartede arealanvendelse og jordbundstyper.

Jordprøver er udtaget d. 12. april 2022 og prøverne er opbevaret køligt efter prøvetagning og frem til analyse på laboratoriet. Bangsgaard og Paludan ApS. anvender SGS Analytics Denmark A/S til fosforanalyserne, som udfører analysen med en nøjagtighed på 2 mg TP pr. kg tør jord. Dermed er kravene i DCE-vejledningen opfyldt.

I hvert prøvefelt er der udtaget 16 delprøver, som er puljet til en bulk prøve. Der er således samlet set 10 bulk prøver svarende til 160 jordprøver. I hvert prøvefelt er der desuden udtaget en prøve til bestemmelse af volumenvægt. Disse prøver er stadfæstet med GPS og prøvernes lokalitet fremgår af kortet i Figur 35. I Tabel 18 er der en koordinatliste for prøvepunkter til volumenvægt. Derudover er der i hvert prøvefelt og på samme sted, hvor prøven til volumenvægt blev udtaget, foretaget en beskrivelse af jordarter og jordbundens tekstur, ledningsevne og permeabilitet til 1 m's dybde. Jordbundsprøven er udtaget med hollænderbor. Samtlige jordbundsprofiler er fotograferet, jf. billederne i Bilag 9.



Figur 35: Prøvefelter til udtagning af jordprøver til fosforanalyser og punkter for udtagning af prøver til bestemmelse af volumenvægt og jordbundsbeskrivelse.

Tabel 18: Koordinater (UTM, Zone 32, EUREF89) for udtagelse af fosforprøver til bestemmelse af volumenvægt og jordbundsbeskrivelse.

Punkt nr.	Længdegrad	Breddegrad
1	604.803	6.126.040
2	604.830	6.125.978
3	604.739	6.125.868
4	604.784	6.125.763
5	604.746	6.125.648
6	604.725	6.125.403
7	604.682	6.125.417



Punkt nr.	Længdegrad	Breddegrad
8	604.409	6.125.218
9	604.475	6.125.272
10	604.243	6.125.165

Datainput til risikovurderingen

Ved den foreslåede projektafgrænsning er der dele af de udtagne prøvefelter, som er beliggende udenfor projektområdet og dermed ikke indgår i beregningen.

I arket er der angivet andelen af prøvefelterne, som forventes at blive påvirket af indeværende projektforslag med en afvandingskategori på $<0,75$ m ved en sommermiddeltilstand. Arealer med afvandingsforhold på $>0,75$ m (svarende til tørre afvandingskategorier på de udarbejdede afvandingskort) vurderes at være tørre og bidrager herved ikke til et P-tab ved en projektrealisering og indgår derfor ikke i beregningen.

Dræningsintensiteten i hvert prøvefelt er videre fastsat på grundlag af oplysninger om drænforhold. Karakterisering af jordart og jordbundens tekstur og permeabilitet i hvert prøvefelt er foretaget på grundlag af DCE's vejledning afsnit 2.2.

Oplandet er opgjort efter retningslinjerne i DCE's vejledning afsnit 3.3 med angivelse af befæstningsgrad (bestemt ud fra AIS, arealanvendelseskort TEMA 1100, i.e. 1110 – 1422) samt andel af sandjord (summen af grovsandet og finsandet jord). Der gøres opmærksom på, at der i opgørelsen af andelen af sandjord i oplandet i forbindelse med fosforanalyserne, udelukkende benyttes jordbundstyperne grovsandet og finsandet jord, jf. vejledningen fra DCE. På baggrund heraf kan der forekomme en forskel på den angivne andel af sandjord i beregningerne for henholdsvis kvælstof og fosfor, idet der ved kvælstofberegninger også medregnes fraktioner af lerblandet sandjord.

Resultater

Jordbunden, indenfor projektområde, er i overvejende grad karakteriseret som moderat omsat tørvejord med forskellige grader af opblanding med sand og ler.

Lav molær Fe_{BD}/P_{BD} ratio indikerer, at jordbunden ikke kan binde yderligere fosfor, mens høje molforhold indikerer, at jorden ikke er mættet med fosfor, i forhold til jernindholdet, og derfor vil have en evne til at binde yderligere fosfor.

Forhold til slutrecipient



I 2022 overgår Miljøstyrelsen til en ny metode til vurdering af fosforrisikovurdering. Den tidligere afskæringsværdi for kystvandoplandet bortfalder og erstattes af en konkret vurdering for det enkelte projekt, hvor der tages højde for fosforfølsomheden i slutrecipienten i form af en NP-vekselkurs.

7.3.3 Fosforbalance

I Tabel 19 er der opsat de basisoplysninger, som er anvendt i beregningsarket i Bilag 8. Det bemærkes, at det direkte opland til projektområdet er mindre end det direkte opland til undersøgelsesområdet, jf. afsnit 5.7. Dette tilskrives, at projektområdet alene indbefatter arealerne opstrøms Odensevej. Ligeledes er der kun benyttet vandløbsopland for Kastel Å, da der ikke sker vandløbsoversvømmelser nedstrøms tilløbet af Ravnholtafløbet.

Tabel 19: Basisoplysninger til input i beregningsark.

	Areal (ha)	Andel sandjord (%)	Andel befæstet areal (%)
Direkte opland	225	0	8,4
Vandløbsopland Kastel Å	623	0	6,9

Fosfortab, fosfortilbageholdelse og samlet forforbalance

Den samlede opgørelse over fosforpuljer, potentiel frigivelse, tilbageholdelse som følge af overrisling og den samlede fosforbalance for beregningsarket fremgår af Tabel 20.

Tabel 20: Samlet fosforbalance for projektområdet.

	Fosfor
Fosforpulje kg P	2.488
Tilbageholdelse ved overrisling kg P/år*	0
Tilbageholdelse ved oversvømmelse kg P/år	6,2
Fosforfrigivelse kg P/år M1	99,6
Fosforfrigivelse kg P/år M2	37,6

* Der forekommer ikke overrisling ved de projekterede tiltag.

Samlet fosforbalance

I henhold til det udfyldte beregningsark vil gennemførelsen af det foreslåede projekt resulterer i et potentielt årligt fosfortab på hhv. 99,6 og 37,6 kg P ved henholdsvis M1 og M2.

Vurdering af P-tabet og eventuel afværg

Fosforrisikovurderingen med NP-vekselkursen er vedlagt som Bilag 10, hvor der efter anvisning af Miljøstyrelsen er benyttet M2 som P-frigivelse. I henhold til



beregningen er der behov for at foretage fosforafværge i et omfang, hvor P-frigivelsen reduceres med 35 kg.

Som det fremgår af P-beregningen i Bilag 8, er den primære fosforudledning koncentreret omkring felterne 4 og 7 (samlet 19,7 kg fra et areal på 2,18 ha) og i mindre grad felterne 5, 6 og 9 (samlet 15,6 kg fra et areal på 3,19 ha). Arealerne på felt 4 består af et moseområde/ellesump, der ved de nuværende fremstår vandlidende, og hvor der sker en kontinuerlig tilførsel af næringsstoffer fra oplandet. Felt 9 udgøres af et drænet § 3 beskyttet areal og felt 6 fremstår uopdyrket langs vandløbet. Felterne 5 og 7 består af engarealer med vedvarende græs.

Det bemærkes, at DCE i oktober 2020 har udgivet faglig rapport nr. 397 om fosforkortlægning af dyrkningsjord og vandområder i Danmark. Af rapporten fremgår blandt andet at modellen, der beskriver den potentielle frigivelse af fosfor på baggrund af det molære forhold mellem P og Fe, ikke nødvendigvis kan anvendes på lavbundslande, ligesom fosforfrigivelsen heller ikke kan forklares på baggrund af fosformætningsgraden. Ifølge rapporten forefindes der således ikke nødvendigvis en egnet model, der kan beskrive fosforfrigivelsen fra lavbundsarealer. Det samlede areal af vandpåvirkede fosforfelter i projektområdet udgør 8,17 ha, hvoraf 7,66 ha er betegnet som lavbundslande. Beregningerne i Bilag 8 må således anses for værende behæftede med en hvis usikkerhed.

Af tilgængelige og godkendte afværgetiltag i forbindelse med fosfortab indenfor indeværende vådområdeordning er top-soil removal, hvor det øverste jordlag (0,3 m) afrømmes. Tiltaget har til sigte at fjerne den tilgængelige fosforpulje. Det er dog et omkostningstungt virkemiddel, da mængden af jord, som skal håndteres, er meget stor. Det skal ligeledes bemærkes, at tiltaget ikke nødvendigvis fjerner fosforfrigivelse, da der, jf. beskrivelse i vejledningen, i dybere jordlag ligeledes kan forekomme høje fosforkoncentrationer. Dette forhold er ikke kvantificeret i indeværende undersøgelse.

Generelt vurderes det ikke muligt at foretage afværgetiltag i form af topsoil-removal på felterne 4, 5, 7 og 9, da der er tale om naturarealer underlagt naturbeskyttelseslovens § 3, og rådgiver vurderer det ikke sandsynligt, at der kan gives dispensation. På felterne 1 og 6 vil det forventeligt være muligt at foretage topsoil-removal, hvilket vil reducere P-frigivelsen med 6,3 kg. Dette tiltag vil andrage håndtering af ca. 2.520 m³ muldjord på de 0,84 ha, som skal genudlægges på arealer, som fremstår tørre efter en projekterrealisering.



En fjernelse af det øverste 30 cm jordlag resulterer dog i, at tørvelaget reduceres betragteligt og stedvist helt fjernes, hvilket ikke er foreneligt med lavbundsprojektets formål, da CO₂-reduktionen vil blive påvirket negativt.

Alternativ til top soil removal kan der anvendes dybdepløjning på samme areal. I den gældende vejledning fremgår det, at der skal udtages supplerende jordbundsundersøgelser af de dybere jordlag forud for tiltagets anvendelse for at klarlægge fosforindholdet i disse. Dybdepløjning på arealet må ligeledes forventes at berøre væsentlige arkæologiske interesser og kan være forbundet med større udfordringer da der arbejdes i dybereliggende og uberørte jordlag.

Som supplement til top-soil removal eller dybdepløjning kan peges på etablering af træer langs det omlagte vandløbsprofil. Etableringen af træer vil reducere brinkerrosionen og derved reducere udskillelsen af partikulært fosfor. Såfremt der plantes træer langs alle de omlagte delstrækninger, forventes der over tid en reduktion i P-tabet på ca. 3-7 kg/år. Reduktionen vil dog først indtræffe, når beplantningen har udviklet et rodnet, der er kraftigt nok til at stabilisere brinkanlægget.

Endelig omfang af eventuel fosforafværge skal fastlægges af Miljøstyrelsen.

Ved implementering af terrænregulering i forbindelse med fosforafværge vil der på de pågældende arealer ske en forskydning i afvandingstilstanden, hvor disse vil komme til at fremstå vådere end de udarbejdede afvandingkort viser. Dette skal i så fald indarbejdes i en detailprojektering med eventuel tilpasning af de foreslåede projekttiltag.

7.3.4 Estimering af drivhusgasreduktion

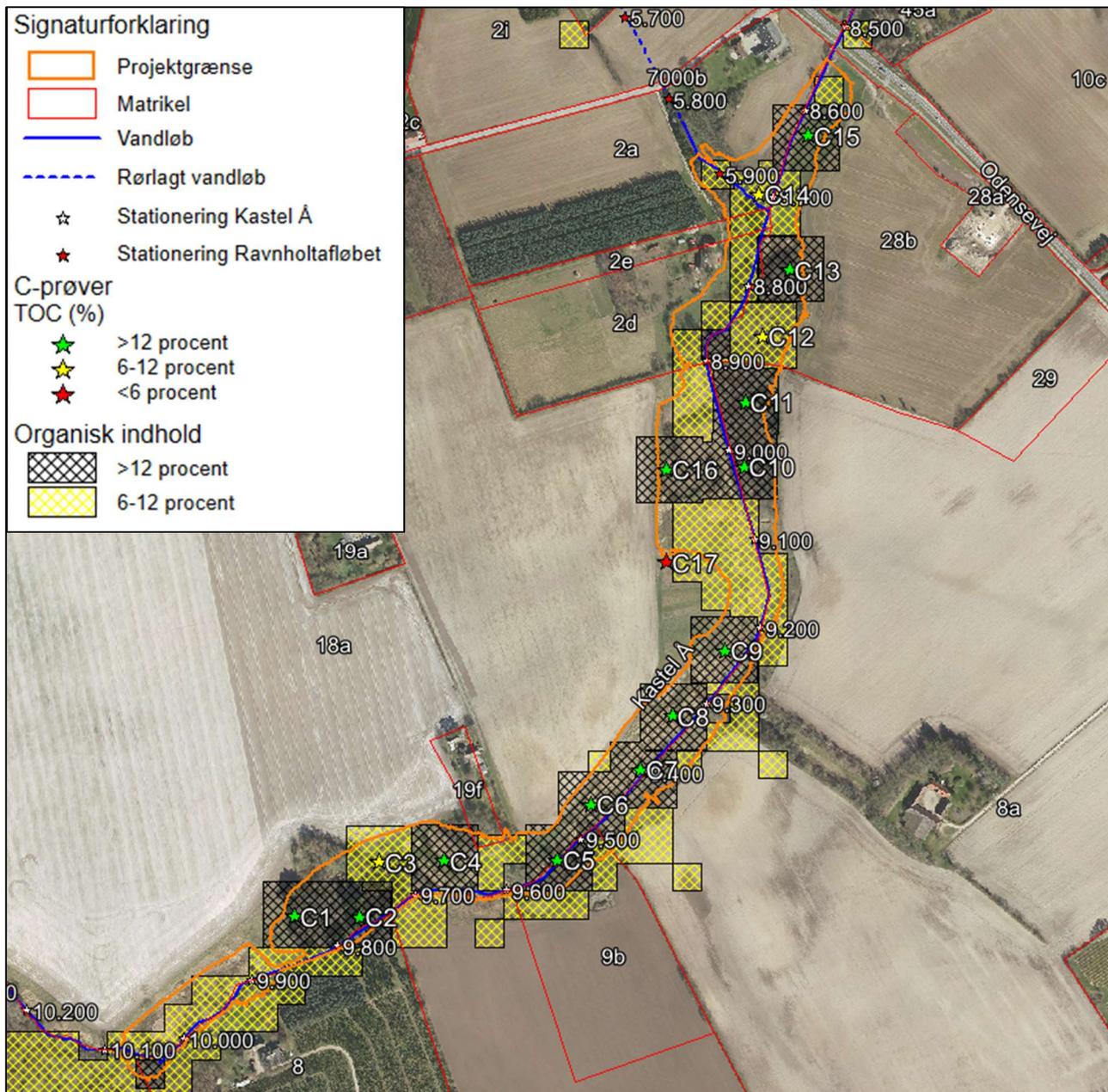
Jordbundens indhold af organisk stof er en balance mellem den årlige tilførsel af organisk stof fra planterester og nedbrydningen af det organiske stof i jorden. Kulstofrige lavbundsjord (og højmoser) er opstået under forhold, hvor der er afsat mere organisk materiale i jordbunden end der er nedbrudt. Dette sker typisk under våde forhold, hvor nedbrydningen af organisk stof hæmmes. Under drænedede forhold er der ilt til stede i jorden, som giver svampe og bakterier bedre betingelser for at nedbryde organisk materiale til CO₂ m.v. Under vandmættede forhold begrænses nedbrydningen af organisk materiale og som følge af, at der er meget lidt eller ingen ilt til stede, kan der ultimativt dannes CH₄ (metan/sumppgas) i stedet for CO₂. Hvis den gennemsnitlige vandstand hen over året er ca. 10-20 cm under terræn opnås en ligevægt eller evt. en opbygning af det organiske lag, mens en høj nedbrydning af organisk materiale finder sted, hvis grundvandet er mere end 75 cm under jordoverfladen.



Ved aktiv udtagelse af arealer overgår disse til deres "naturlige hydrauliske tilstand", hvorved arealerne bliver vådere og nedbrydningen af organisk materiale nedsættes. Reduktionen i udledning af drivhusgasser afhænger af den nuværende arealanvendelse, jordbundsklassen, og de fremtidige afvandringsforhold.

Jordklassificering

I forbindelse med indeværende undersøgelse er der udtaget 17 supplerende prøver til bestemmelse af kulstofindholdet på arealer udenfor Tekstur 2014 kortlægningen, jf. Bilag 11. Resultatet af prøverne er kombineret med udpegningen på Tekstur 2014 kortlægningen og er angivet på Figur 36. På baggrund heraf udgøres projektområdet af 5,44 ha Tørvejord (>12 % OC) og 4,57 ha humusrig mineraljord (6-12 % OC). De resterende 1,32 ha er ifølge kortlægning karakteriseret som mineraljord (<6 % OC).



Figur 36: Angivelse af organisk indhold i jorden i projektområdet. Angivelsen er en kombination af tekstur-2014 kortet og jordprøver, der er udtaget til indeværende forundersøgelse.

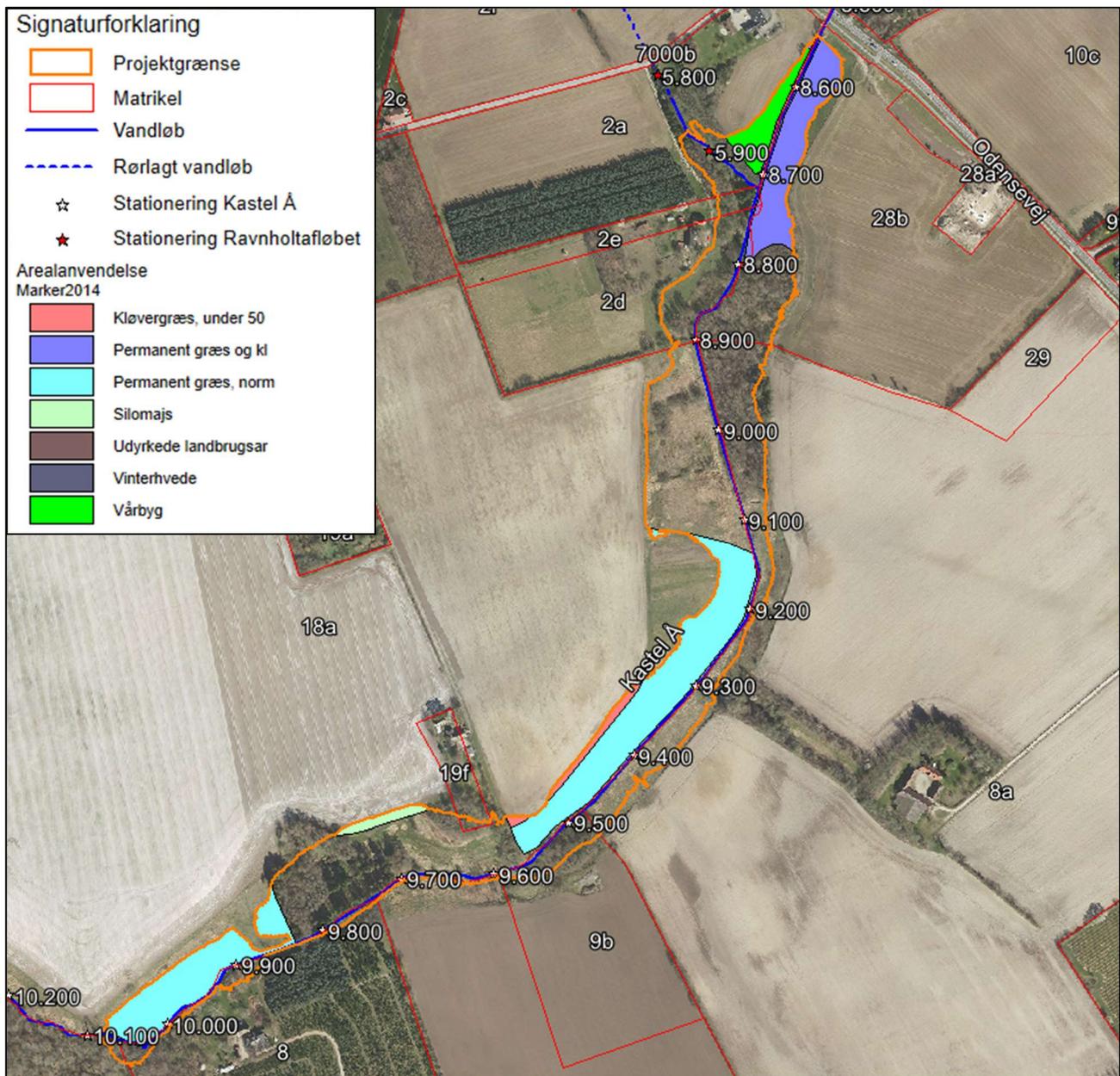
Ved de udførte jordbundsundersøgelser (P-prøver) kan det konstateres, at tørvelagets tykkelse i hovedparten af projektområdet er registreret ned til en dybde på 1 meter, hvor det enkelte steder er reduceret og alene findes i de øverste ca. 0-0,4 m af jordmatricen, jf. Bilag 9 og Bilag 11.

Arealanvendelse

Arealanvendelse for projektarealerne er opgjort på baggrund af Mark2014 kortet fra Landbrugsstyrelsen (tidligere NaturErhvervsstyrelsen), og fremgår af Figur 37.



Arealerne, hvor der ikke foreligger registrering for arealanvendelse, består blandt andet af naturarealer, grøfter og vandløb.



Figur 37: Opdeling af projektområdet i forhold til arealanvendelse (Mark2014, NaturErhvervsstyrelsen).

Drivhusgasreduktion

Drivhusgasreduktionen i projektområdet er beregnet ud fra de beregningsmetoder, der fra Miljøministeriets side er opstillet i forbindelse med den kommunale vådområdeordning fra 2019 og frem. Beregningen er udført i Naturstyrelsens regneark "Aktiv udtagning – CO2 beregning – drivhusgaseffekten ved udtagning af organiske lavbundslande, Version 3.11" (jf. www.vandprojekter.dk) og vedlagt som Bilag 11.



I henhold til vejledningen skal beregningerne foretages ud fra en middelvandstand, der er defineret som gennemsnit af sommer- og vintervandspejl i projektområdet. For vandspejlet i Kastel Å er der foretaget en beregning på vandspejlet ved henholdsvis sommer og vinter, hvor gennemsnittet er benyttet til beregning af vandspejlet i projektområdet jf. afsnit 4.2.

Den samlede drivhusgasreduktion for projektet kan i henhold til det udfyldte beregningsark opgøres til **66 ton CO₂-ækvivalenter pr. år svarende til 6 ton CO₂-ækvivalenter/ha/år**. Det samlede projektareal er beliggende på jorde med et indhold på minimum 6 % organisk kulstofindhold er opgjort til **88 %**.

7.4 Okker

Overordnet vurderes projektet til at kunne få en positiv effekt i forhold til eventuel okkerudledning fra området som følge af et generelt hævet grundvandspejl, som vil være medvirkende til at sikre, at jernholdige jordlag ikke iltes ligesom at nuværende iltede jordlag vandmættes.

7.5 Natur- og miljøforhold

Vandløb

Med en strækingsvis genslyngning af Kastel Å må det forventes, at projektet bidrager til større fysisk variation i vandløbet med de nye slyngningsprofiler, hvilket vil skabe flere levesteder for planter, smådyr og fisk og dermed styrke bestandsgrundlaget for arterne. Dette vil af overordnet karakter være naturforbedrende for det § 3-beskyttede vandløb, og kan bidrage til målopfyldelse i henhold til vandområdeplanerne.

For at sikre det genslyngede vandløb mod en forringelse af den nuværende økologiske tilstand, vurderes det nødvendigt at foretage den beskrevne udlægning af naturligt bundsubstrat (grus), der som minimum opretholder den nuværende tilstand for fisk og smådyr indenfor de genslyngede strækninger, ligesom brugen af ved gennem moseområdet vil skabe skjule- og levesteder for fisk og smådyr.

Den projekterede genslyngning resulterer i vandspejlsfald på strækningerne på ca. 1,7 ‰, hvilket giver vandhastigheder, der varierer mellem 0,3-0,4 m/s ved en vintermiddelfaststrømning. Vanddybden på strækningerne varierer mellem 0,25-0,4 m, hvorved vandløbet vurderes at være egnet for gydning og opvækst af ørred.

Natur

De naturbeskyttede arealer indenfor projektområdet er vurderet som værende i ringe og dårlig tilstand, jf. afsnit 5.10.3. Generelt vurderes de foreslåede projekttiltag at være naturforbedrende for området, hvilket primært skyldes, at



landbrugsarealerne vil blive ekstensiveret, hvorved gødsning, sprøjtning og jordbehandling ophører. Derudover vil hydrologien i området blive forbedret ved blokering af eksisterende dræn og grøfter, således der kan ske en naturlig udvikling, hvor de nuværende naturarealer får bedre mulighed for at udvikle sig. Den endelige udvikling af naturen vil dog være påvirket af flere forhold, herunder jordbundstyper og pleje af arealerne. Rådgiver kan således ikke med sikkerhed vurdere, at de projekterede tiltag vil resultere i, at arealerne udvikler sig til en bestemt naturtype eller hvordan den miljømæssige kvalitet af disse vil blive.

Projektområdet vil efter en realisering bestå af både våde og tørre græsningsområder. Fordelen ved en mosaik af tørre og våde områder er, at det vil være attraktivt at afgræsse området, fordi der altid vil være egnede græsningsområder, selv i nedbørsrige perioder. Det anbefales, at området afgræsses med kreaturer, som er robuste afgræssere i fugtige områder. Kreaturafgræsning betyder endvidere, at der som følge af dyrenes færden skabes en mikromosaik på jordoverfladen, som er en væsentlig forudsætning for udvikling af artsrige plantesamfund.

Det bemærkes, at der under anlægsfasen forventeligt vil blive stillet krav om, at der benyttes køreplader området, da der ellers vil ske færdsel direkte på terræn i § 3 beskyttede området. Den estimerede udgift hertil er medregnet i posten "etablering af arbejdsplads" i anlægsbudgettet.

Natura 2000

Projektområdet er ikke beliggende indenfor et Natura 2000 område. Realisering af indeværende projekt vurderes at kunne bidrage positivt til Natura 2000 område nr. 116, Centrale Storebælt og Vresen, som følge af en reduktion i tilførslen af næringsstoffer i overensstemmelse med indsatsplanen.

Dyr, herunder Bilag IV arter

Projektet vurderes at ville have en positiv effekt på områdets dyreliv, idet der skabes et permanent naturområde med mulighed for yderligere udvikling af de naturmæssige synergier mellem flora og fauna.

Flagermus

Det vurderes, at projektet ikke har negativ indflydelse på bestande af flagermus, da de foreslåede projekttiltag ikke påvirker yngle- og rasteområder. Arter tilknyttet lavbundsområder vil få bedre forhold i forhold til fødesøgning o. lign. Der vil i forbindelse med projektet ikke være behov for at rydde skovområder og lignende, hvorved principperne om flagermusenes økologiske funktionalitet ikke påvirkes.

Padder



De projekterede tiltag forårsager ikke ændringer af levestederne for padder. Der er i området kun begrænsede levesteder for padder i form af mindre vandhuller i moseområderne. Såfremt der ved en detailprojektering forekommer et underskud i jordbalancen, kan der med fordel indtænkes paddeskrab på de tørre partier af projektområdet.

Reptiler

Da projektområdet generelt bliver vådere kan det ikke afvises, at nogle af de potentielle rastområder for markfirbenene fremadrettet vil blive for våde. Der må således forventes, at markfirben vil indfinde sig i de mere tørre partier i projektområdet, og dermed kolonisere nye områder, hvor arten ikke nødvendigvis forekommer i.

7.6 Tekniske anlæg og afværge

Ledninger

Der er registreret en 0,4kV ledning, der krydser Kastel Å omkring nuværende st. 9.900 m. Ledningen forventes ikke at blive påvirket af de projekterede tiltag, da vandløbsbunden i det nye krydsningspunkt med Kastel Å ligger terrænnært og ikke placeres dybere end bunden ved det eksisterende krydsningspunkt. I forbindelse med en detailprojektering skal ledningsejer kontaktes for en endelig vurdering af, hvorvidt afværgetiltag vil blive nødvendigt. Der er afsat midler i budgettet til eventuelle afværgetiltag, såfremt ledningen skal omlægges under det nye vandløbsprofil.

Der er yderligere registreret en 10 kV og en 0,4 kV ledning, der krydser Kastel Å omkring st. 8.750 m. De projekterede tiltag på strækningen består udelukkende i udlægning af grus i det eksisterende vandløbsprofil, hvilket ikke vurderes at påvirke de tekniske anlæg. Det skal ved en detailprojektering bekræftes med ledningsejerne, at de vådere forhold ikke har betydning for ledningsanlæggene.

Veje og bygninger

Der er ikke registreret veje eller bygninger, der påvirkes af de projekterede tiltag. Der skal ved en detailprojektering afklares om ejendommen ved st. 8.800 m har kælder, der kan blive påvirket af en hævnings af grundvandsspejlet i projektområdet.

7.7 Myndighedsbehandling

Inden gennemførelse af projektet skal der foretages følgende vurderinger og afgørelser

Vandløbsloven



Vandløbslovens formål er at sikre, at vandløb kan benyttes til afledning af vand, navnlig overfladevand, spildevand og drænvand. Afledningen af vand skal ske under hensyntagen til de miljømæssige interesser, der er tilknyttet.

Projektet indeholder tiltag, hvori der indgår ændring af vandløbets skikkelse. En gennemførelse af projektet kræver derfor godkendelse efter § 17 i vandløbsloven, idet der ikke må gennemføres vandløbsregulering uden vandløbsmyndighedens godkendelse.

Et reguleringsprojekt skal behandles efter reglerne i Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 834 af 27. juni 2016 om vandløbsregulering og -restaurering m.v.

Ændring af drænsystemer i landbrugsjord, der afvander mere end en lodsejer, kræver ligeledes godkendelse efter vandløbsloven. Kommunen er vandløbsmyndighed for så vidt angår drænsystemer samt offentlige vandløb, og de skal give godkendelsen.

Naturbeskyttelsesloven

Der foretages omlægning af § 3 beskyttede vandløb, hvilket vurderes at være af naturforbedrende karakter. Ligeledes resulterer omlægningen af vandløbet, at der sker en ændring af de afvandingsmæssige forhold på § 3 beskyttede naturarealer, der efter en realisering vil fremstå mere fugtige. Myndigheden skal foretage en vurdering af arealernes nuværende tilstand, samt en vurdering af hvorvidt en reduktion af dræningen kan godkendes.

VVM

Nærværende projekt er omfattet af lovbekendtgørelse nr. 1.225 af 25. oktober 2018 af lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM), idet regulering af vandløb, som indgår i projektet som et tiltag, er medtaget i bilag 2, pkt. 10, f: *Anlæg af vandveje, som ikke er omfattet af bilag 1, kanalbygning og regulering af vandløb*. Anlæg nævnt i bilag 2 er kun omfattet af VVM-pligten, hvis de af kommunen skønnes at kunne påvirke miljøet væsentligt.

Der skal jf. lovens § 16 gennemføres en såkaldt VVM-screening af projektet og træffes en screeningsafgørelse jf. lovens § 21 i overensstemmelse med de kriterier, der er anført i bilag 6 til loven.

Habitatbekendtgørelsen

I medfør af § 6 efter bestemmelser der er nævnt i § 8, stk. 3 (sager efter vandløbsloven) i bekendtgørelse nr. 1595 af 6. december 2018, kaldet Habitatbekendtgørelsen, skal der gennemføres en vurdering af projektets mulige virkninger på Natura 2000-områder og deres bevaringsmålsætninger.



En Natura 2000-konsekvensvurdering indledes efter bekendtgørelsens § 6, stk. 1 med en væsentlighedsvurdering, der indeholder en vurdering af, om et projekt i sig selv, eller i forbindelse med andre planer og projekter, kan medføre væsentlige negative påvirkninger af et Natura 2000-område og dets udpegningsgrundlag.

Hvis det i væsentlighedsvurderingen ikke kan afvises, at projektforslaget kan medføre væsentlige negative påvirkninger af Natura 2000-områderne, skal der gennemføres en fuld Natura 2000-konsekvensvurdering.

Museumsloven

Det lokale museum skal inddrages i forbindelse med anlægsarbejdet. I forbindelse med indeværende forundersøgelse er de foreslåede projekttiltag sendt til udtalelse hos Arkæologi Sydlyn. Udtalelsen er eftersendes som rapportens Bilag 12 når den foreligger.

Samlet vurdering

Det vurderes for nuværende, at det vil være muligt at opnå de nødvendige tilladelser til at realisere indeværende projekt. Endelige vurdering afhænger dog af det projektets endelige udformning og den heraf følgende sagsbehandling hos relevante myndigheder.

8 Berørte matrikler

I Tabel 21 er der oversigtligt opstillet de matrikler, som påvirkes af en realisering af projektet. Påvirkningen er af forskelligt omfang. Den ejendomsmæssige forundersøgelse behandles ikke i indeværende rapport, hvor angivelse af arronderede arealer medtages.

Tabel 21: Matrikler som berøres ved realisering af projektet.

Matr.nr.	Ejerlav	Areal (ha)
18a	Måre By, Herrested	6,19
8a	Ørbæk By, Ørbæk	1,65
28b	Ørbæk By, Ørbæk	1,50
2d	Kastel By, Herrested	0,66
2a	Kastel By, Herrested	0,64
9b	Lindeskov By, Ellested	0,27
8	Lindeskov By, Ellested	0,24
2e	Kastel By, Herrested	0,09
3f	Lindeskov By, Ellested	0,04
19f	Måre By, Herrested	0,03
1b	Lindeskov By, Ellested	0,02





9 Anlægsbudget

I forbindelse med realisering af projektet anbefales det, at der udarbejdes et detailprojekt med udbudsmateriale for entreprenør.

Anslået omkostning til detailprojektering, udbud og tilsyn er opgjort:

	Beløb (kr. ekskl. moms)
Detailprojekt	100.000
Udbudsmateriale	25.000
Licitations, tilsyn	100.000
I alt	225.000

Anlægsomkostningerne er fastsat ud fra, at arbejdet gennemføres i den tørre periode om sommeren eller tidlige efterår. Desuden forudsættes det, at jordmateriale kan hentes og håndteres indenfor og i umiddelbar tilknytning til projektområdet.

Der er for nuværende ikke kendskab til eventuelle udgifter til en arkæologisk forundersøgelse, jf. Bilag 12 og Bilag 12.1, og der er ikke afsat midler til denne post i budgettet.

	Forbrug	Beløb (kr. ekskl. moms)
Etablering af arbejdsplads	1 stk.	200.000
Etablering af vandløbsprofil (jordarbejde)	1.485 m ³	150.000
Udlægning af grus i vandløb	588 m ³	550.000
Udlægning af skjulesten (Ø150-300 mm)	6 m ³	15.000
Omlægning af grøfter (jordarbejde)	25 m ³	10.000
Omlægning af drænledninger	2 stk.	25.000
Evt. afværge: omlægning af 0,4 kV ledning	25 m	25.000
Fosforafværge (jordarbejde)	2.520 m ³	315.000
		1.290.000

De samlede omkostninger til realisering af projektet udover lodsejerkompensation skønnes således til:

1.515.000 kr. ekskl. moms.

Referenceværdien for lavbundsprojekter er i kriteriebekendtgørelsen opgivet til 5.000 kr./ton CO₂. Et projekt vurderes for værende omkostningseffektivt, såfremt omkostningerne ikke overstiger 3 gange referenceværdien. Ved indeværende projekt er omkostningerne til etablering opgjort til 22.955 kr./ton CO₂, hvorfor



projektet i sin helhed ikke vurderes værende omkostningseffektivt under den gældende bekendtgørelse.

10 Tidsplan

Rådgiver udfører den ejendomsmæssige forundersøgelse i samarbejde med kommunen. Ifølge aftale med kommunen foretages der lodsejerinterviews i efteråret 2022. Herefter kan Kommunen ansøge om midler til realisering af projektet. På det grundlag kan den videre tidsplan for projektet se ud som følger:

Ejendomsmæssig forund:	ultimo 2022
Ansøgning til vandoplandsgruppe/stat	primo 2023
Bevilling af midler til realisering	medio 2023
Lodsejerforhandlinger	medio 2023-2024
Myndighedsbehandling	ultimo 2024
Detailprojektering og udbud	primo 2025
Anlægsarbejde	ultimo 2025



11 Litteratur

Allerup, P., Madsen, H., Vejen, F., (1998): Standardværdier (1961-90) af nedbørkorrektioner, Danish Meteorological institute, Technical Report 98-10

Carl Chr. Hoffmann, Brian Kronvang og Hans Estrup Andersen (revideret 15. oktober 2018), Kvantificering af fosfortab fra N og P vådområder, Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.

Hoffmann, C.C., Nygaard, B., Jensen, J.P., Kronvang, B., Madsen, J., Madsen, A.B., Larsen, S.E., Pedersen, M.L., Jels, T., Baatrup-Pedersen, A., Riis, T., Blicher-Mathiesen, G., Iversen, T.M., Svendsen, L.M., Skriver, J. & Laubel, A.R. (2005): Overvågning af effekten af reablerede vådområder. 4. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 112 s. – Teknisk anvisning fra DMU nr. 19.

Kort- og Matrikelstyrelsen (2005): Vejledning om højdesystemet, Vejledning nr. 2 af 10. januar 2005

Mikael Scharling (2012): Climate Grid Denmark, Danish Meteorological institute, Technical Report 12-10

Paludan, C. (1995): Phosphorous dynamics in wetland sediments. Ph.D. thesis.

Paludan, C. & H. S. Jensen, 1995: Sequential extraction of phosphorus in freshwater wetland and lake sediment: Significance of humic acids. *Wetlands*, 15(4):365-373.

Søgaard, B. & Asferg, T. (red.) 2007: Håndbog om arter på habitatdirektivets bilag IV – til brug i administration og planlægning. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. – Faglig rapport fra DMU nr. 635. 226 s.