

MARTS 2022
NATURSTYRELSEN

LAVBUNDSPROJEKT RINGFENNER

DETAIL- OG MYNDIGHEDSPROJEKT



ADRESSE COWI A/S
Visionsvej 53
9000 Aalborg
TLF +45 56 40 00 00
FAX +45 56 40 99 99
WWW cowi.dk

MARTS 2022
NATURSTYRELSEN

LAVBUNDSPROJEKT RINGFENNER

DETAIL- OG MYNDIGHEDSPROJEKT

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



Miljø- og Fødevareministeriet
Landbrugsstyrelsen



Den Europæiske Landbrugsfond
for Udvikling af Landdistrikterne

LDP 2020



PROJEKTNR.

A234433

DOKUMENTNR.

8

VERSION

2.0

UDGIVELSESDATO

31.3 2022

UDARBEJDET

Bo Christensen, Michael Lønborg, Torben Ebbensgaard, Kristian Laustsen

KONTROLLERET

Torben Ebbensgaard/Hanne Ravn Roesen

GODKENDT

Torben Ebbensgaard

INDHOLD

0	Sammenfatning	9
1	Indledning	12
1.1	Projektområde og formål	12
1.2	Rapporten	13
2	Området	14
2.1	Afgrænsning	14
2.2	Historie	14
2.3	Nuværende terræn og afvanding	15
2.4	Nedbør og fordampning	18
2.5	Geologiske forhold	18
2.6	Tørv	18
2.7	Natur	22
2.8	Arealanvendelse	27
3	Hydrologisk model	28
4	Projektet	29
4.1	Overblik	29
4.2	Fyldning af grøfter	29
4.3	Afbrydelse af hoveddræn	33
4.4	Diger	34
4.5	Afløb	38
4.6	Membran	40
4.7	Hegning	41
4.8	Tilpasninger ved Biersted Mosevej	43
4.9	Adgangsvej og anstillingspladser	44
4.10	Drift	44

5	Konsekvenser	45
5.1	Afvanding	45
5.2	Reduktion i udledning af drivhusgasser	46
5.3	Kvælstofreduktion	47
5.4	Fosfor	47
5.5	Okker	48
5.6	Natur	48
5.7	Arealanvendelse	50
5.8	Landskab	50
5.9	Arkæologi	51
5.10	Bird strikes	51
5.11	Tekniske installationer	52
6	Myndighedsforhold	53
7	Referencer	54

BILAG

Bilag A Grøfter

- A.1 Opmåling af grøfter
- A.2 Opfyldning af grøfter (metode 1)
- A.3 Opfyldning af grøfter (metode 2)
- A.4 Afskrab omkring grøfter
- A.5 Fyld af vejgrøfter

Bilag B Diger og membran

- B.1 Længdesnit af diger mellem delområder
- B.2 Volumen af diger
- B.3 Længdesnit af randdiger og membran
- B.4 Volumen af randdiger
- B.5 Membran
- B.6 Overgange over diger

Bilag C Afløb

- C.1 Afløbsbrønde
- C.2 Overløb

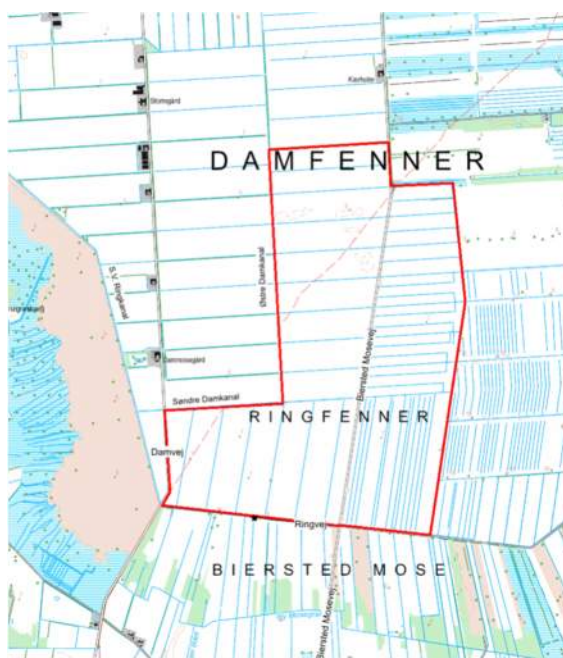
Bilag D Hydrologisk model

Bilag E	Projektkort
Bilag F	Drivhusgasser
Bilag G	Kvælstofreduktion

0 Sammenfatning

Projektet

Nedbrydning af tørv i afvandede moser er en væsentlig kilde til udledning af drivhusgasser. Dette detailprojekt beskriver et lavbundsprojekt, der vil mindske nedbrydningen af tørv og dermed reducere udledningen af drivhusgasser på 345 ha i Store Vildmose i dele af Ringfenner og Damfenner.



Projektområdet ligger øst for Åbybro og Åby Mose

Projektområdet

Projektområdet er en del af den tidligere højmoser, som blev opdyrket fra 1920'erne. Dræningen blev afsluttet i 1945. Der er stadig et tørvelag på 0,5-3,1 m inden for projektområdet. Den gennemsnitlige tykkelse er ca. 1,2 m svarende til en samlet tørveforekomst på 4,2 mio. m³.

Dræningen er udført med dybe grøfter med ca. 100 m's mellemrum og tværgående dræn for hver 20-25 m.

Det meste af projektområdet anvendes i dag til græsning.



Dronefoto af projektområdet set fra syd mod nord med Biersted Mosevej i midten

Tiltag

Projekt vil hæve vandstanden ved at fylde samtlige grøfter, ca. 25 km, til terræn i fuld længde. Fyldningen sker med materiale fra de gamle balker samt fra de øverste 20-30 cm af arealerne langs grøften i en gennemsnitlig bredde på ca. 3-5 m på hver side af grøften. Grøfterne fyldes i overhøjde for at kompensere for sætninger.

For at holde på en del af vinterens nedbørsoverskud etableres lave diger mellem delområder og langs randen.

Langs randen af projektområdet sættes desuden en lodret membran for at forhindre udsivning samt afvanding gennem sprækker i tørven.

Området foreslås græsset ekstensivt. Digerne hegnes fra, men der etableres kreaturovergange over digerne for at binde området sammen.

Konsekvenser for hydrologi og drivhusgasser

En hydrologisk model viser, at området ved realisering af projektet vil blive betydeligt vådere. Om vinteren vil der i år med ekstrem nedbør være et nedbørsoverskud som, når tørven er mættet, og vandstanden når den planlagte kote, vil løbe af gennem overløb eller afløbsbrønde. I normale år vil der kun være meget ringe afløb på overfladen.

Om sommeren vil fordampning og nedsivning gennem det underliggende sandlag betyde, at vandstanden falder. Dele af tørven vil gradvist udtørre, men i langt mindre grad end i dag.

Projektområdet ligger på vandskellet, og der løber ikke vand til området. Projektet påvirker ikke afvandingen af de tilstødende arealer.

Det er beregnet, at projektet vil mindske udledningen af drivhusgasser med 17 ton CO₂-ækvivalenter/ha pr. år, hvilket i alt svarer til 5792 t CO₂-ækvivalenter/år.

Naturforhold

Hele projektområdet er registreret som §3-beskyttet eng og mose. Størsteparten af området udgøres af tørre, næringsrige kulturrenge med vegetation af almindelige, næringstolerante planter, især udsåede græsser. Kortlægningen af naturværdierne og beregningen af naturtilstanden viser, at hovedparten af projektområdet er i ringe eller dårlig naturtilstand.

Projektområdet er ikke en del af Natura 2000, men grænser op til Aaby Mose, som hører til Natura 2000-området Store Vildmose, N12. Området vil ved realisering af projektet bidrage til at sammenbinde naturen i Aaby Mose og naturarealer mod øst og syd.

Fremtidig drift og pleje

Det anbefales, at området fremover anvendes til ekstensiv græsning i store dele af året. Herved vil lysåbne og træbevoksede naturtyper på sigt udvikles i mosaikstruktur med bløde, diffuse overgange mellem lysåbne enge, moser, rørsump, krat- og skovbevoksede områder. Græsning vil hindre eller mindske tilgroningen, fjerne næringsstoffer og øge den biologiske og økologiske variation til gavn for biodiversiteten. Uden afgræsning eller slet ville hele arealet over en årrække udvikle sig til skov.

Forventet udvikling af områdets natur

Stop af den eksisterende drift og ændret hydrologi vil føre til, at der gradvist udvikles naturarealer med 'tidvis våd eng' i mosaik med mose, rørsump, pile- og birkekrat. Hermed vil genskabes mangfoldige økologiske nicher og levesteder for en langt højere biodiversitet inkl. sjældne og biotoptypiske arter. Udviklingen af vegetationen vil variere afhængigt af de lokale hydrologiske forhold, ikke mindst omfanget af vandækning og vandmætning, længden af perioder med vanddækning og vandmætning, omfanget og længden af perioder med udtørring, samt ikke mindst driften af arealerne.

Afskrabning af den næringsrige græstørv i 20-30 cm's dybde og tilfyldning af de eksisterende grøfter vil blotlægge i alt ca. 25 ha tørvejord som er mere næringsfattig, sur og lavtliggende og dermed relativt vådere end omgivelserne. På den blottede tørv skabes spirebede, hvor en hurtigere etablering af fattigkærvegetation samt levesteder for insekter, padder og fugle kan etableres og udvikles i fravær af konkurrencen fra de dominerende græsser.

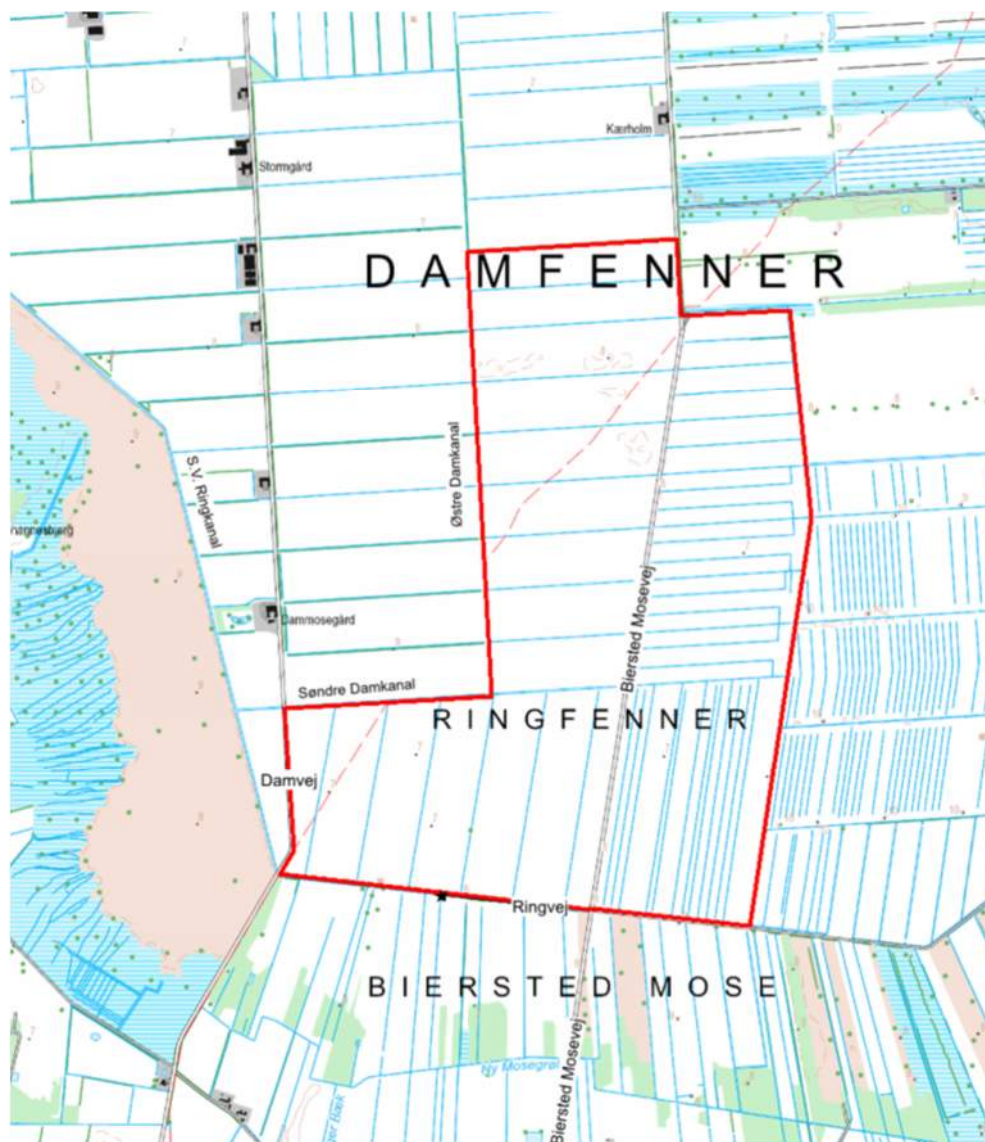
På længere sigt vil der ved den gradvise fjernelse og udvaskning af næringsstoffer kunne udvikles store områder med 'fattigkær' eller våd hede med karakteristiske plante- og dyrearter, bl.a. øget dækning med arter af tørvemos. Dermed vil der på langt sigt kunne ske en opbygning af tørv på de vandmættede arealer og dermed en yderligere klima- og biodiversitetsgevinst.

1 Indledning

1.1 Projektområde og formål

Projektområdet ligger i Store Vildmose øst for Aabybro og omfatter dele af Ringfenner og Damfenner. I det følgende betegnes projektområdet blot som 'Ringfenner'. Arealet er ca. 345 ha. Det ejes af Naturstyrelsen.

Formålet med lavbundsprojektet er at reducere udledningen af CO₂, at fremme naturkvaliteterne i området, at forbedre naturarealernes sammenhæng og robusthed samt at genskabe mere naturlig hydrologi og forbedre vandmiljøet.



Figur 1-1 Undersøgelsesområdets placering øst for Åbybro og Åby Mose. Rød markering angiver projektområdet.

Projektet finansieres af midler fra EU's landdistriktsprogram, og det medvirker til at opfylde vandrammedirektivet.

1.2 Rapporten

Dette detailprojekt bygger på en teknisk forundersøgelse af mulighederne for at gennemføre et lavbundsprojekt i området. Forundersøgelsen (COWI, 2021) viste, at projektforslaget opfyldte kravene til lavbundsprojekter, og der blev derfor bevilget midler til realiseringen. Dette detailprojekt danner grundlag for myndighedsbehandlingen og udarbejdelse af udbudsmateriale til anlægsarbejdet.

Detailprojektet indeholder en detaljeret beskrivelse af anlægsarbejdet og opdaterer eller sammenfatter relevante dele af forundersøgelsen, således at den kan læses uafhængigt af forundersøgelsen.

2 Området

2.1 Afgrænsning

Projektområdet afgrænses mod syd af Ringvejen, mod vest af Damvej og ellers af grøfter og kanaler (Figur 1-1). Biersted Mosevej skærer sig igennem området fra nord til syd (Figur 2-1).

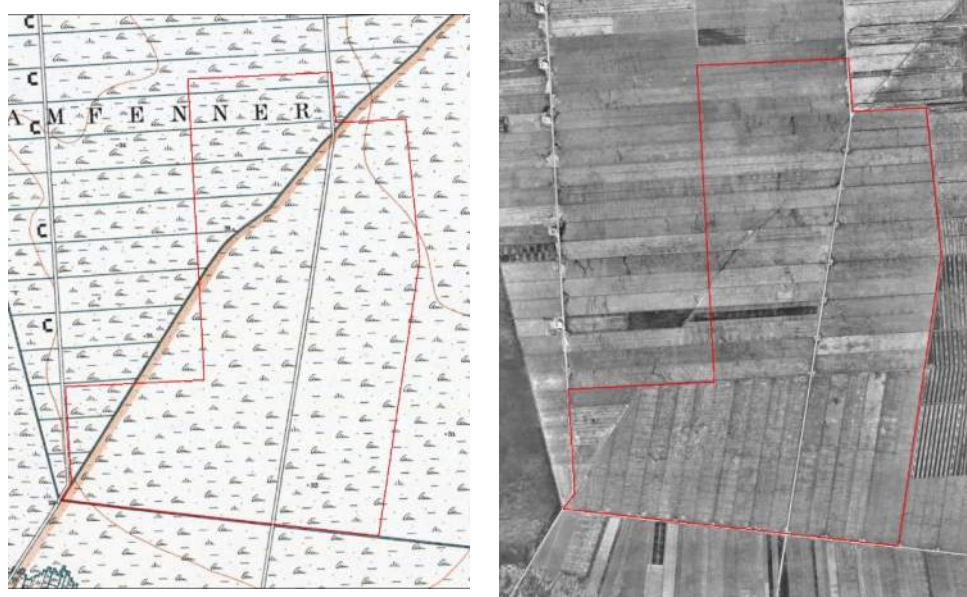


Figur 2-1 Dronefoto af Ringfenner set mod syd. Midt i billedet ses Biersted Mosevej med dybe grøfter gennem græssede fenner.

2.2 Historie

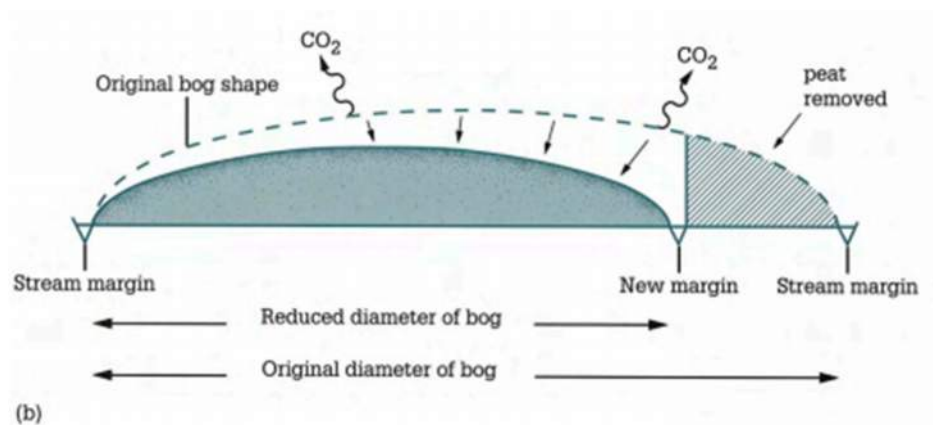
Udnyttelsen af Store Vildmose tog fart med statens erhvervelse af 2800 ha i 1921 og senere opkøb af yderligere af arealer. Opdyrkningen skete ved dræning, fræsning, mergling, gødskning og tilsåning med græs. Under 2. verdenskrig var der omfattende tørveindvinding. Hedeselskabet afsluttede dræningen i 1945.

Ved opdyrkningen udvikledes dræningen af mosen gradvist, som det ses på det lave målebordsblad og ortofoto fra 1954 (Figur 2-2). Linjen, der går diagonalt mellem området på figuren, var skel mellem Kær Herred i Aalborg Amt og Hvetbo Herred i Hjørring Amt indtil 1930. Den tidligere forskel i anvendelse kan stadig erkendes på højdemodellen.



Figur 2-2 De lave målebordsblade (til venstre) og 1954-luftfoto (til højre). Projektområdet er vist med rød markering.

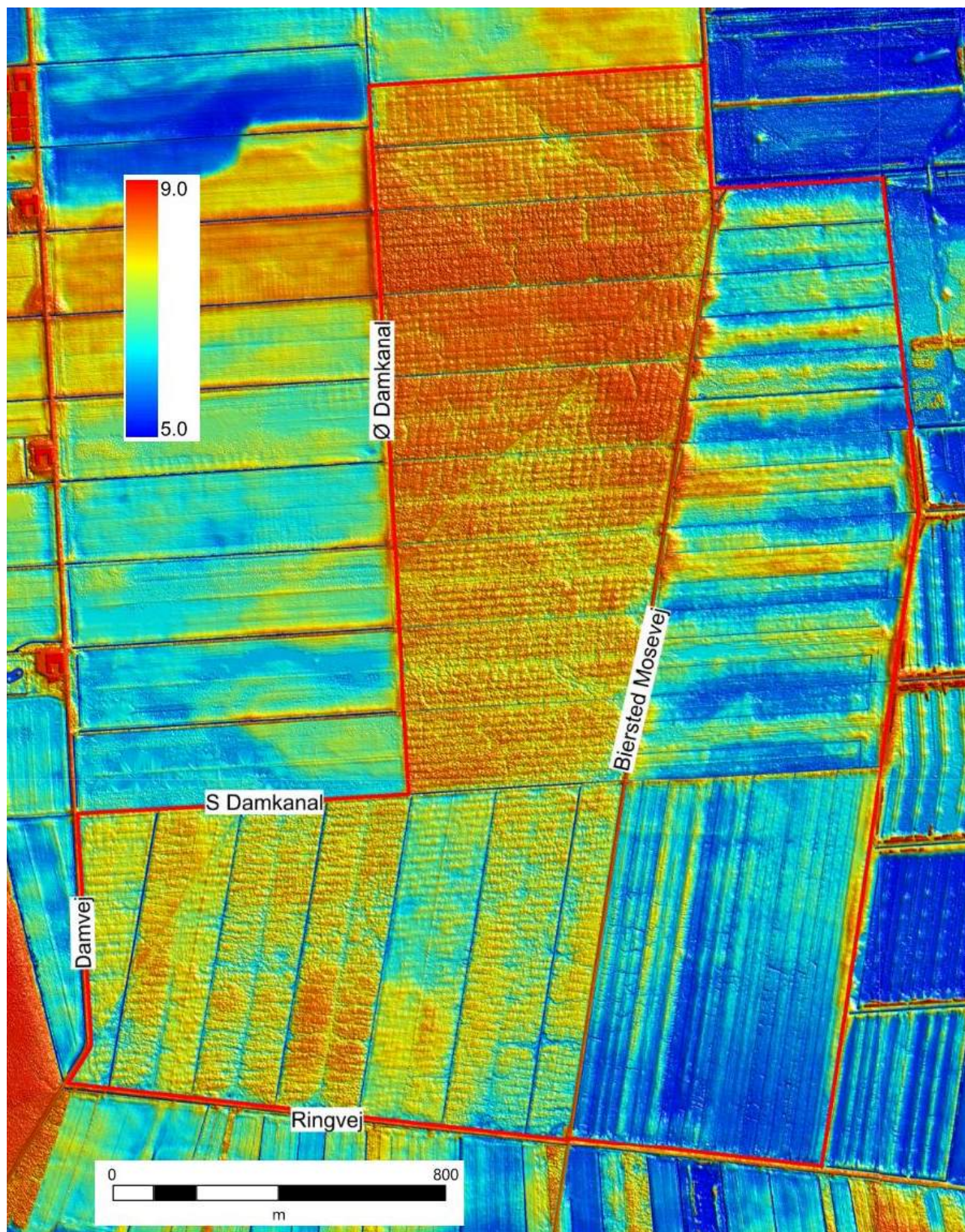
Afvandingen af området med grøfter og dræn og afgravningen af randen har medført en massiv ændring af mosen og tørvelaget, som illustreret med den generelle Figur 2-3.



Figur 2-3 Dræningens betydning for højmosse (Lindsay, 1995).

2.3 Nuværende terræn og afvanding

Det nuværende terræn er præget af den tidligere udnyttelse af arealet til tørveindvinding og dyrkning. Terrænet varierer en del, men ligger typisk omkring kote +7,0 m i nordvest og med lave partier, især i sydøst, omkring kote +6,2 m.



Figur 2-4 Terrænforholdene i projektområdet, hvor farveskalaen illustrerer overfladens kote over havet.

Den høje nordvestlige del af projektområdet er gennemskåret af ca. 1,5 m dybe grøfter med en afstand på ca. 200 m. Grøfterne afvander mod vest til Østre Damkanal. Det formodes, at der er lagt dræn midt mellem grøfterne samt detaildræn på tværs med 20-25 m afstand. Terrænet er i ca. kote +7,3 m.

I den lavere sydvestlige del af projektområdet er terrænet omkring kote +6,5 m til +6,8 m. Der er grøfter med ca. 100 m afstand. Disse grøfter afvander mod nord til Søndre Damkanal.

I nordøst er terrænet ret ujævnt med koter +6,3 m til +7,0 m. Der er grøfter pr. 100 m, men nogle steder er tre grøfter samlet til et udløb i kanalen øst for området.

Den sydøstlige del har et mere ensartet terræn. Det afvander mod syd til en grøft langs Ringvejen.



Figur 2-5 Områdets vandløb med strømningsretning. SV Ringkanal er §3-beskyttet, de andre ikke.

Området afvander til Limfjorden (hovedvandopland DK1.2) gennem Ryå og Lindholm Å. Biersted Mosevej ligger på vandskellet, så området vest for vejen

afvander mod vest gennem S og Ø Damkanal, mens området øst for Biersted Mosevej afvander dels mod øst, dels mod syd langs Ringvej (Figur 2-5).

Vandløbene langs projektområdet er private med undtagelse af Søndre Damkanal. De er alle gravede afvandingsgrøfter anlagt i forbindelse med opdyrkningen af mosen. Ingen af grøfterne er §3-beskyttede eller målsat i vandområdeplanen.

2.4 Nedbør og fordampning

Til brug for beregning af kvælstofreduktion og frigivelse af fosfor skal man benytte data for nedbør og fordampning. Data for nedbør og fordampning er samlet i (DMI, 2000) og (DMI, 1998). Området har en korrigeret nedbør på 799 mm og en potentiel fordampning på 546 mm (celle 20068). Nettonedbøren er 364 mm, idet der if. (DMU, 2005) skal regnes med en aktuel fordampning på 435 mm for Jylland.

2.5 Geologiske forhold

Projektområdet er karakteriseret af tørv, der er opbygget ovenpå aflejringer af primært fint sand, som ligger ovenpå skrivekridt. Skrivekridtet og de ovenliggende lag af sand udgør det primære grundvandsmagasin i området. Overfladen af skrivekridtet er stærkt forstyrret af forkastninger og dale. I området omkring Store Vildmose kan disse være op til 115 meter dybe som beskrevet i forundersøgelsen (COWI, 2021).

I området uden for Store Vildmose forekommer morænebakker, som i høj grad styrer forekomsten af ferskvand i området. Det er her regnvandet siver ned, og da grundvandsstanden centralt under bakkerne ved Biersted er op til 10 meter højere end på de lavtliggende marine flader, er grundvandets regionale strømning primært styret af denne trykforskel. Yderligere er potentialebilledet styret af vandindvindingerne i området samt af dræning i de lavest liggende områder. Vandstanden i det primære magasin forventes at stå i kote 5-6 m i området (COWI, 2021).

2.6 Tørv

2.6.1 Tidligere undersøgelser

I 1924 beregnede man, at de samlede tørvemængder i Store og Lille Vildmose ville kunne dække Danmarks samlede energiforbrug i 3 år. Der var den gang et tørvelag på 4-5 m, men forekomsterne er siden halverede på grund af indvinding, iltning og deraf følgende nedbrydning, samtidig med, at energiforbruget er mangedoblet. I 1980 kunne ressourcen i de to højmoser tilsammen kun dække et par måneders energiforbrug (Region Nordjylland, 1980).

Ved en råstokkortlægning i 1976-79 (Region Nordjylland, 1980) gennemførtes 372 borer i Store Vildmose. Tørven blev groft delt i to kategorier efter

anvendelse: hhv. brændsel (minerotrof: sump-, kær- og skovtørv) og jordforbedring (mørk og lys højmosetørv). Rapporten bemærkede, at tykkelsen af de enkelte lag varierede meget, selv indenfor korte afstande. Råstokortet er vist i forundersøgelsen (COWI, 2021).

NIRAS har for Region Nordjylland kortlagt forekomsten som råstof i fire delområder (Region Nordjylland, 2013) ved hjælp af 189 boringer. Det konkluderes i 2013-rapporten, at tørvemængden er mindsket fra ca. 20 mio m³ i 1980 til 14 mio m³ i 2013 på grund af dræning, dyrkning, iltning og især indvinding. Det er dog vanskeligt at sammenligne kortene. Kortet er vist i forundersøgelsen (COWI, 2021). Undersøgelserne dækker et større område end nærværende lavbundsprojekt.

COWI har undersøgt tørveforekomsterne på arealerne umiddelbart øst for projektområdet (COWI, 2013) og udført 27 boringer med beskrivelser af tørvetyper. Tykkelsen af tørvelaget varierede i boringerne mellem 0,5-2,7 m, alle steder oven på fint sand (en enkelt boring dog på mellemsand). Hvor tørvelaget var tykkest, var der øverst højmosetørv og nederst typisk skov-, sump- og/eller kærtørv. Den lyse højmosetørv kun blev fundet i 5 af 27 boringer.

2.6.2 Nye målinger af tørvelaget

Forundersøgelsen

Tykkelsen af tørvelaget, og dermed koten på det underliggende sandlag, er undersøgt med 45 boringer i 2020. Volumen af tørv er beregnet til i alt 4,2 mio. m³. Det svarer til en gennemsnitlig tykkelse på 1,2 m (COWI, 2021).

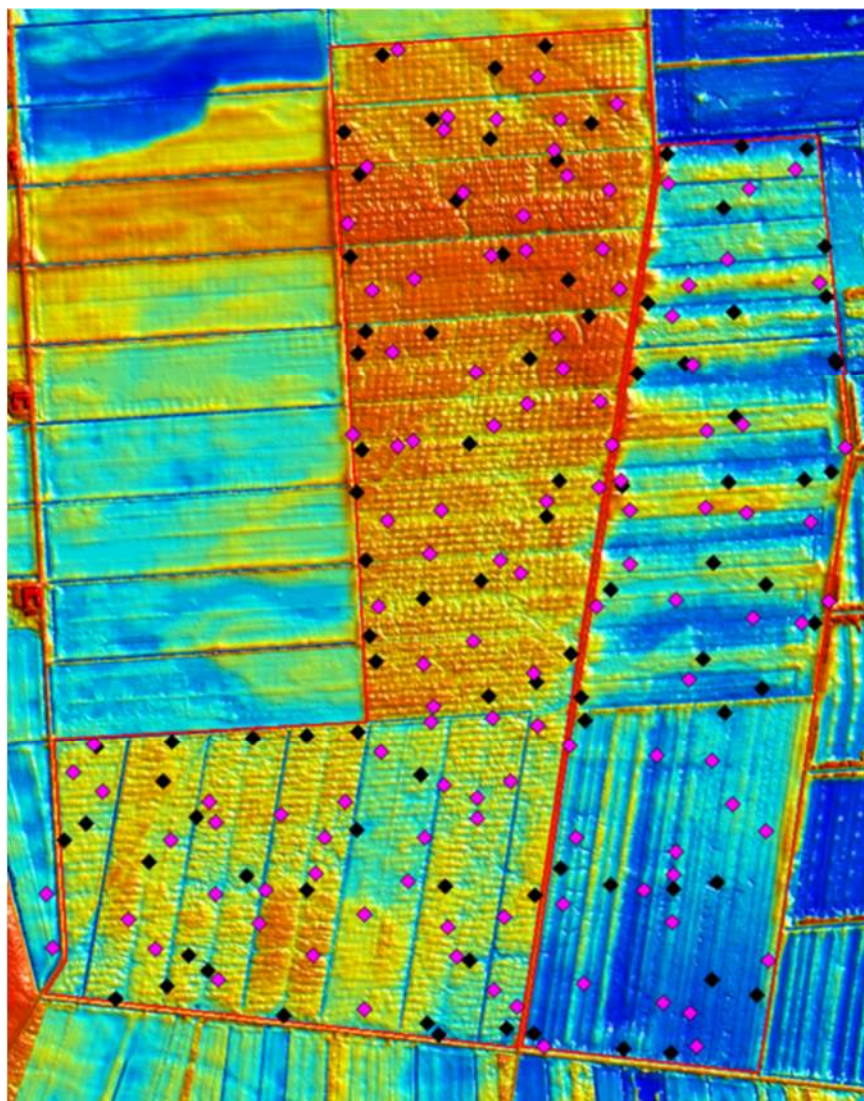
Det blev igen vist, at der er stor variation i tykkelsen af tørvelaget. Det skyldes ikke kun afskrællingen og tidligere afdelingsvise indvinding, som ses på overfladen, men også, at det underliggende sandlag er ujævnt. Således blev den største tykkelse af tørv (3,1 m) målt, hvor der er målt det laveste punkt i sandlaget.

Aarhus Universitet

Aarhus Universitet undersøger tørvelaget i Ringfenner med elektromagnetisk induktion og gamma-målinger. I den forbindelse har universitet foretaget 144 målinger med spyd. Hvert sted har universitet foretaget 3 målinger. Gennemsnit af disse er brugt i den videre bearbejdning. Universitet har 3 steder foretaget 9 målinger med 5 m's afstand. Disse har vi slået sammen til tre målinger med middelværdierne for ikke at over-repræsentere de tre områder.

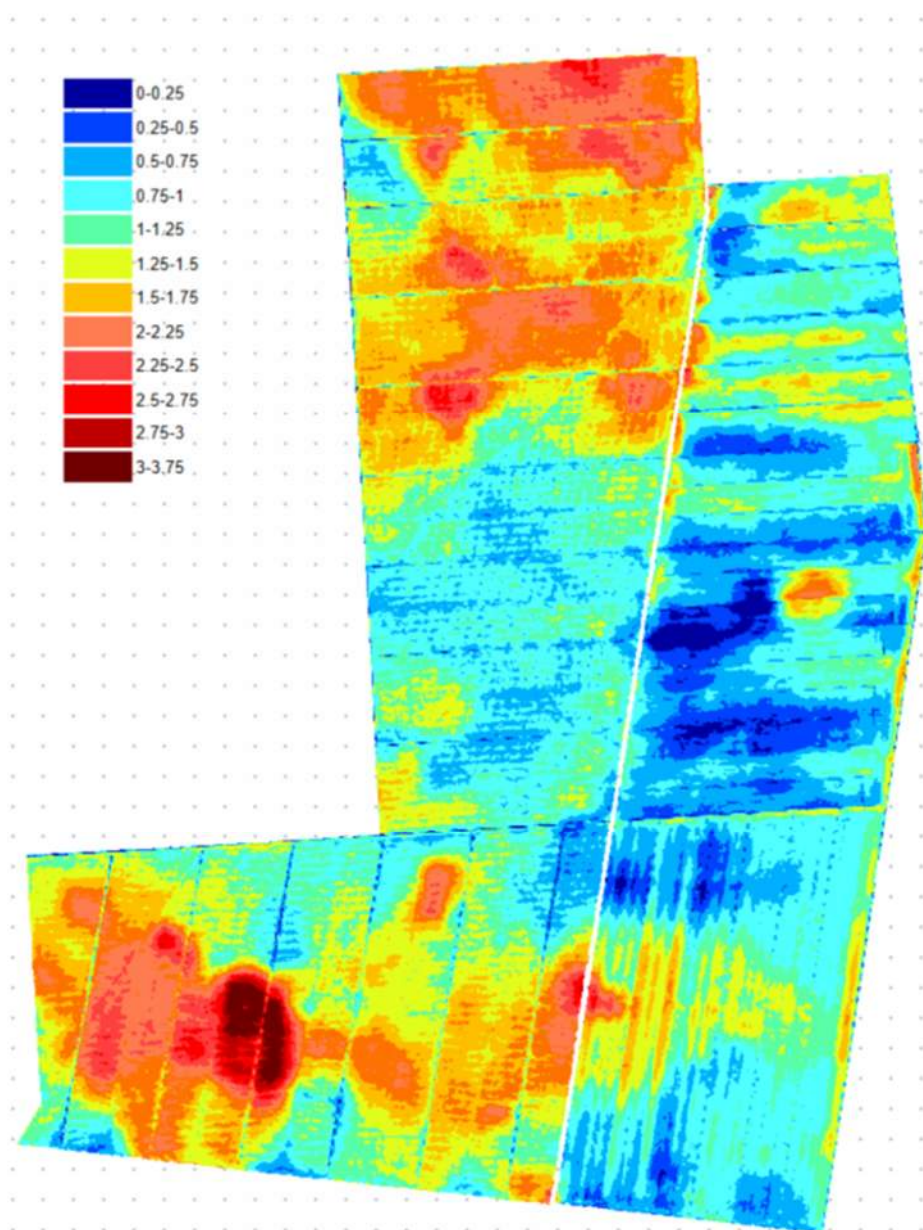
Samlet vurdering

Vi har lagt alle målingerne ind på samme kort inklusive målinger fra (Rambøll, 2003) og (Region Nordjylland, 2013) på Figur 2-6. Data fra de ældre undersøgelser blev indlagt manuelt efter kortene i de pågældende rapporter (i 2003-rapporten er angivet koordinater, men de stemmer ikke med kortet). Et enkelt punkt fra Niras kortlægning i 2013 er fjernet, da det synes at være en fejl (tørvetykkelse 3,8 m i nordvest).



Figur 2-6 Aarhus universitets målinger vist med lilla og tidligere målinger med sort

På grundlag af det samlede datasæt blev overfladen af sandlaget kortlagt som en raster beregnet med 'inverse distance weighting'. Denne raster blev herefter trukket fra terrænmodellen, og efterfølgende blev der fremstillet et kort med konturer, som viser tykkelsen af tørvelaget (Figur 2-7).



Figur 2-7 Tørvelagets tykkelse med målinger fra 2003, 2012 og 2020-21.

Det ses, at i nogle områder er det meste af tørven forsvundet, mens der andre steder er over 3,5 m tilbage.

2.6.3 Hydraulisk ledningsevne

Til brug for hydrologisk modellering er det afgørende at kende den hydrauliske ledningsevne af både tørven og de underliggende lag. Litteraturen viser, at tørvens hydrauliske ledningsevne varierer stærkt alt efter hvilken type tørv, der er tale om, og om den er lidt eller meget omsat. De øvre 'aktive' tørvelag, acrotelmen, der tørrer ud om sommeren, har en ret høj ledningsevne, mens det dybere, permanent vandmættede lag, catotelmen, er mere tæt, især i højmosetørv.

Litteraturen om tørvs hydrauliske egenskaber er gennemgået i forundersøgelsen (COWI, 2021), hvortil henvises.

2.7 Natur

2.7.1 Beskyttede naturtyper

Hele projektområdet er registreret som §3-beskyttet eng og mose (Figur 2-8).



Figur 2-8 § 3-beskyttede områder indenfor projektområdet. Område 2 er kortlagt som mose og resten eng.



Figur 2-9 Dronefoto af området set fra nordøst



Figur 2-10 *Dronefoto af Ringfenner set fra det nordøstligste hjørne mod sydvest*



Figur 2-11 *Eksempel på parti af græs-fenne med forekomst af fattigkærsvegetation og blottet tørv*



Figur 2-12 *Eksempel på næringsrig og artsfattig kultureng med meget eng-svingel og få arter*

Området blev kortlagt af COWI i 2020 efter den 'udvidede kortlægningmetode', dvs. at de strukturelle forhold er beskrevet, der er udlagt en dokumentationscirkel med radius på 5 m til registrering af alle plante- og mosarter. Udenfor cirklen er evt. supplerende arter i den enkelte §3-forekomst registreret. Data blev

herefter indtastet i Miljøportalen, hvor der beregnes en objektiv naturtilstand for arealerne (Figur 2-13).



Figur 2-13 Naturtilstand af områdets § 3-beskyttede arealer. Naturtilstanden viser summen af de samlede forhold på lokaliteten, dvs. artsindhold, påvirkninger, økologiske forhold, drift osv. (Miljøportalen 2020, på baggrund af data fra COWIs kortlægning).

Kortlægningen viste god naturtilstand for område 2 og 3, mens tilstanden var moderat for de tilgrænsende områder 1 og 4. Resten var ringe (5, 8, 9, 10, 12) eller dårlig (6, 7, 11, 13, 14, 15).

Størsteparten af området består af tørre, næringsrige enge med vegetation karakteristisk for kultureng, dvs. meget almindelige, næringstolerante planter. Hovedparten af disse arealer er i moderat, ringe eller dårlig naturtilstand.

På østsiden af Biersted Mosevej i delområde 2 og 3 findes en række nationalt set mere sjældne arter, som er karakteristiske for fattigkær, våd og tør hede. Det drejer sig om arter som: klokkeløng, hedeløng, revling, pille-star, tormentil, tue-

kogleaks, tue-kæruld, smalbladet kæruld og grå star samt mosserne *Sphagnum fimbriatum*, *Warnstorfia fluitans*, *Sanionia unciata* og *Warnstorfia exannulata*. Særligt område 2, der er registreret som mose i god naturtilstand, indeholder udbredte forekomster af flere af ovenstående arter (Figur 2-13).

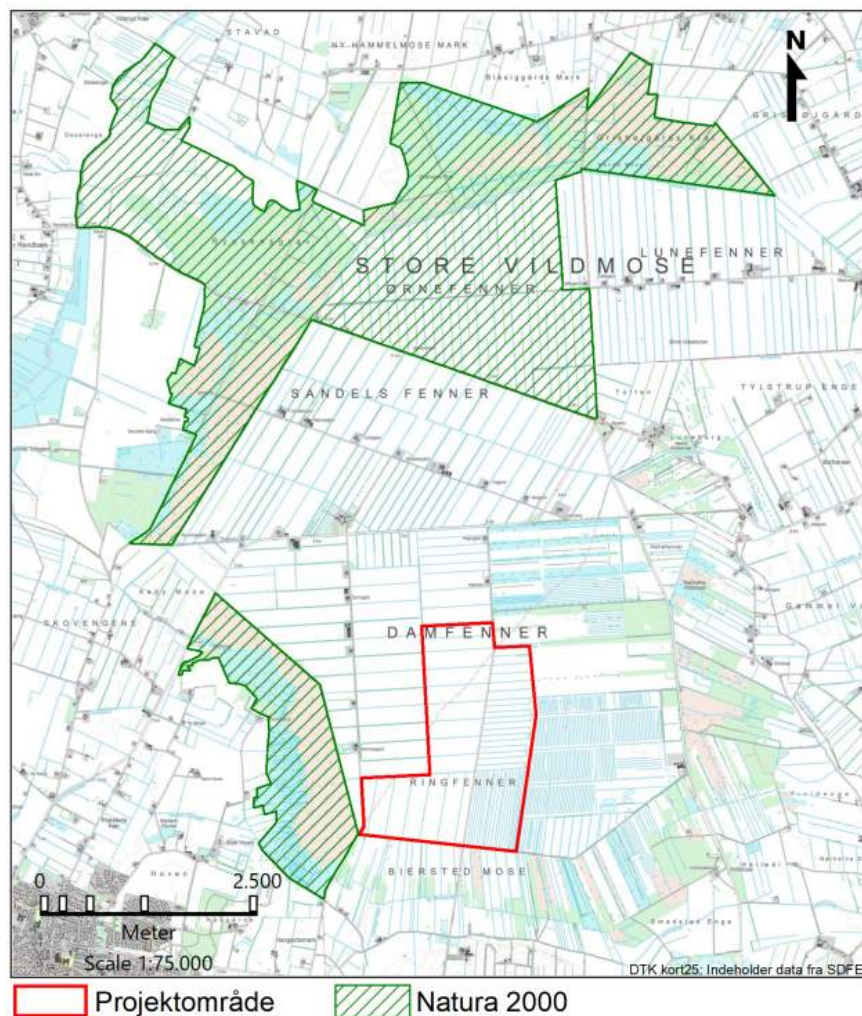
Område 2 og den nordligste del af område 3 er afgravet for tørv så sent som i 2004, men i modsætning til område 3 er område 2 ikke siden tilsået og gødsket. På de øvrige arealer findes ovennævnte arter typisk pletvis på særligt fugtige dele af arealerne.



Figur 2-14 Foto af typisk frahegnet grøft omgivet af tørre, homogene græsmarker

2.7.2 Natura 2000

Projektområdet grænser direkte op til Natura 2000-område nr. 12 – Store Vildmose (Figur 2-15), der består af habitatområde nr. 12. Udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området er vist i Tabel 2-1.



Figur 2-15 På kortet er vist Natura 2000-område nr. 12 – Store Vildmose. Natura 2000-området er opdelt i to adskilte dele.

Hovedparten af Natura 2000-området ligger indenfor udstrækningen af den historiske højmosseflade og som det ses af Tabel 2-1, er alle de højmoserelaterede naturtyper nævnt på udpegningsgrundlaget.

Der er ikke kortlagt habitatnatur inden for projektområdet.

Tabel 2-1 Udpegningsgrundlag for Natura 2000-område nr. 12 – Store Vildmose (Basisanalyse 2022-2027).

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 12		
Naturtyper:	Indlandssalteng* (1340)	Søbred med småurter (3130)
	Næringsrig sø (3150)	Brunvandet sø (3160)
	Vandløb (3260)	Tør hede (4030)
	Surt overdrev* (6230)	Tidvis våd eng (6410)
	Urtebræmme (6430)	Højmose* (7110)
	Nedbrudt højmose (7120)	Hængesæk (7140)
	Stilkeke-krat (9190)	Skovbevokset tørvemose* (91D0)
Arter:	Hedepletvinge (1065)	Havlampret (1095)
	Odder (1355)	

2.7.3 Beskyttede arter

Der findes på Danmarks Miljøportal og Naturbasen.dk en række fund af plante- og dyrearter i projektområdet. Udover de mere trivielle arter er der ifølge Danmarks Miljøportal fundet spidssnudet frø på den østlige side af Biersted Mosevej. Spidssnudet frø er opført på habitatdirektivets bilag IV. På Naturbasen.dk er der registreret fund af en række fåtallige fuglearter, heriblandt kongeørn, tredækker, trane og mosehornugle. Ved COWIs § 3-besigtigelse af området i november 2020 blev der bl.a. fundet storpiber og stor tornskade.

2.8 Arealanvendelse

Området består hovedsageligt af gamle marker og tørveindvindingsområder. Arealanvendelsen er opgjort i Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Arealanvendelse (markblokkort 2019)

Anvendelse	ha
Permanent græs, normalt udbytte, omdrift	64,75
Miljøgræs, MVJ-tilsagn (0 N), omdrift	195,68
Permanent græs og kløvergræs uden norm	63,30
Natur (restareal inkl. 3,5 ha vej)	21,32
I alt	345,05

3 Hydrologisk model

Vi har revideret den hydrologiske model, som vi opstillede i forundersøgelsen (COWI, 2021), så den tager hensyn til membran og opdelingen i delområder samt afledning af overskudsnedbør gennem brønde og overløb. Desuden er nyere pejlinger benyttet ved kalibreringen.

Modellen er en lokal model med 10 m celler baseret på DK-modellen. Modellen har beregnet vandstanden dynamisk på grundlag af værdier for nedbør, fordampning og temperatur for perioden 2016-2021, hvoraf 2016 er brugt til "opvarmning".

Desuden indgår 5 geologiske lag med øverst tørv og fint sand. I området er der i gennemsnittet ca. 1,2 m tørv og herunder ca. 5 m fint, siltet, sand. Derunder er der 15-20 m groft sand ovenpå kalken. I modellen er benyttet alle tilgængelige data for tykkelsen af tørvelaget (se afsnit 2.6.2).

Modellen er nærmere beskrevet i Bilag D, og resultaterne præsenteret i afsnit 5.1.

4 Projektet

4.1 Overblik

Projektet omfatter følgende tiltag:

- > Fyldning af alle grøfter (samlet længde ca. 25 km) og inaktivering af dræn
- > Etablering af en lodret membran i randen af projektområdet for at minimere udsivning og udstrømning i eventuelle sprækker i tørven.
- > Opdeling af området i 9 delområder ved lave diger for at gøre tørven så våd som muligt ved at tilbageholde en del af vinterens nedbørsoverskud
- > Etablering af kontrollerede afløb fra delområderne ved kuppelriste eller overløb for at undgå erosion langs kanten af projektområdet
- > Etablering af store, sammenhængende græsningsfener ved etablering af faste overgange over de lave diger mellem delområderne

Materiale til fyld af grøfter og opbygning af diger tilvejebringes ved afskrabning af 20-30 cm af det øverste tørvelag langs grøfter og diger.

De enkelte tiltag beskrives detaljeret i det følgende.

4.2 Fyldning af grøfter

Tiltaget

Vest for Biersted Mosevej er området drænet med dybe grøfter med 100 meters mellemrum og tværgående dræn pr. 20-25 m. Ofte er der dog 200 m mellem grøfterne, hvor der så er en rørlagt strækning (hoveddræn) i stedet for den "manglende" grøft. Disse hoveddræn afbrydes som nævnt i afsnit 4.3.

Øst for Biersted Mosevej er der ligeledes grøfter ca. pr. 100 m, men der er muligvis ikke tværdren, og området et præget af omfattende tørveindvinding. Nogle steder i det østlige område er 3 grøfter samlet før udløb, formentlig for at minimere gravning gennem et højere terræn ved projektgrænsen.

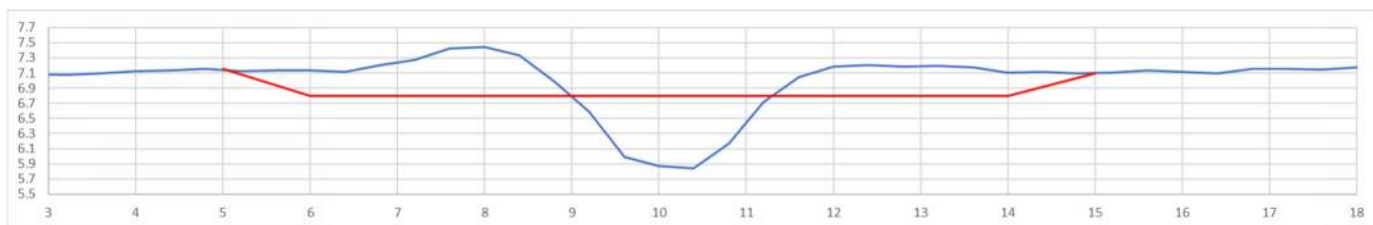
De ca. 25 km grøfter fyldes i fuld længde ved afskrab af materiale fra grøfternes sider. Grøfterne er vist på Figur 4-1. Tværprofiler af de opmålte grøfter er vist i Bilag A.



Figur 4-1 Fyldning af grøfter. Afskrab til fyld er vist med lyseblå. Gul viser en efterladt vold af tørv, der vil blive brugt til fyld. Brun er lave diger, som opdeler i delområder, mens sort viser placering af membran med randdiger.

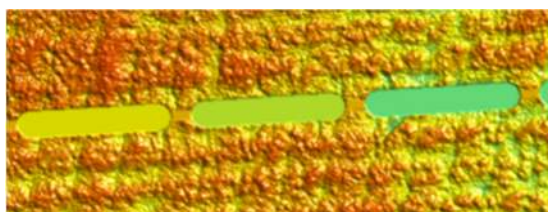
Afskrabning

Materialet til opfyldning skrabs af fra eventuelle balkers og fra tilstødende arealer i en dybde på ca. 20-30 cm som vist på Figur 4-2. Afskrabningen fjerner den næringsrige græstørv og blotlægger i alt ca. 20 ha tørv langs de nuværende grøfter



Figur 4-2 Opfyldning af grøfter. Terrænet fra højdemodellen er vist med blå streg, afgravning af fyld med rød. Bemærk, at profilen er fra højdemodellen og ikke viser grøften under vandspejlet. Den er således ca. 40 cm dybere end vist.

For at forhindre at det afskrabede, lave terræn omkring de opfyldte grøfter kommer til at virke som en afvandede overfladisk rende, er områderne, der afskrabes, adskilt af 10 m lange strækninger, hvor grøfterne fyldes til niveau med det eksisterende terræn ved siden af grøften (Figur 4-3). Disse strækninger efterlades ligeledes med en overhøjde på ca. 20 cm.



Figur 4-3 Principet for opfyldning af grøfter og placering af skrab (højdemodel justeret med projektiltag)

Placering af skrabene

På kortet er afskrabene placeret ens på begge sider af grøfterne. Nogle steder kan det være en fordel at skrab ensidigt på grund af terrænet, f.eks. fordi balkerne er størst på den ene side, eller fordi terrænet er højere på den ene side end på den anden.

Der er betydelige forskelle på de enkelte grøfters dybde og profil, så nogle steder skal der afskrabes fra bredere felter end andre steder.

Placeringen af skrabene (højre, venstre, begge sider) vurderes og aftales for hver enkelt grøft med tilsynet på stedet.

Fyldning

Grøfterne fyldes fra opstrøms ende, så vandet presses ud undervejs. Fyldet i grøften komprimeres løbende ved sammenpresning med skovlen (mindst for hver gang, der er fyldt 50 cm i grøften). Når der er fyldt op til 50 cm fyld i

grøften komprimeres desuden med en komprimeringshjul (Figur 4-4) monteret på gravemaskinen. Når grøfterne er helt fyldte, komprimeres ved kørsel med gravemaskinen, komprimeringshjul eller ved brug af andet egnet udstyr.



Figur 4-4 Komprimeringshjul til montering på gravemaskine <https://nordjysk-lift.dk/nlshop/produkter/gravemaskine/tilbehor-til-gravemaskiner/kompri-meri>

De fyldte grøfter efterlades med 20 cm's overhøjde for at kompensere for senere sætning. Fremgangsmåden kan justeres efter aftale med tilsynet.

Nødvendig mængde fyld: Beregning 1

Mængderne er beregnet på to forskellige måder, som begge gennemgås for at indikere usikkerheden på denne type beregninger. Alle beregninger er lavet i fast mål, dvs. efter komprimering.

Mængderne er ved metode 1 opgjort på grundlag af længden og de målte tværsnitsarealer af grøfterne. Der er målt et tværsnit for hver af de 38 grøfter som vist i Bilag A.1.

Resultatet af beregningen med metode 1 er, at der skal bruges 41.010 m³ til at fylde de 25,4 km grøfter. Detaljerne er medtaget i Bilag A.2.

Nødvendig mængde fyld: beregning 2

Mængderne er desuden beregnet på grundlag af højdemodellen. Højdemodellen er skabt ved laserscanning, og den tager derfor ikke højde for koter under vand-spejlet. Det er beregnet, at der skal fyldes et volumen på 35.788 m³ over

vandspejlet. Volumen under vandspejlet er beregnet på grundlag af de opmålte profiler. Der var i gennemsnit 40 cm vand i grøfterne, da arealet blev scannet. Volumen under vandspejlet er beregnet til 12.603 m³. Hertil kommer at grøfterne fyldes til det nuværende terræn mellem skrabene, og hertil kræves ca. 3.780 m³. I alt skal der således, if. denne beregningsmetode, bruges 52.171 m³. Detaljerne i beregningen er medtaget i Bilag A.3.

Metoden baseret på højdemodellen giver således et resultat, der er 27% højere end den grovere metode baseret på opmåling af 38 profiler. Beregningerne på grundlag af højdemodellen (metode 2) lægges til grund for det videre arbejde.

Mængde fra skrab

Den nuværende terrænkote er bestemt for hvert afskrabningsfelt som middelkoten for de 5 m, som ligger længst fra grøften (således at man ikke regner grøften med). Dernæst er fastsat en ny terrænkote, som er 20-30 cm lavere. Afskrabet er herefter beregnet som arealet gange ændringen i kote. Summen for alle felter er beregnet til 52.227 m³. Tallene er gengivet i Bilag A.4.

De planlagte afskrab langs grøfterne kan således levere den mængde materiale, der er brug for til opfyldning af grøfterne, men afskrabningens bredde vil variere fra sted til sted på grund af forskelle i terræn og grøfternes dimensioner.

Terrænregulering i øst

Ved områdets østlige grænse er der i et område efterladt tørv, som anvendes til opfyldning af de nærliggende grøfter, da det ellers vil blive "brændt af" (nedbrudt). I dette område afskrabes derfor kun langs grøfterne, hvis der ikke er tilstrækkeligt efterladt tørv ved projektgrænsen. Der skal således afskrabes mindre tørv langs disse grøfter, end beregningerne angiver. Det efterladte materiale anvendes fortrinsvis i områder med høj naturtilstand, dvs. omr. 2 og 3 på Figur 2-13, svarende til grøfterne G20-G24 og dige D6.

4.3 Afbrydelse af hoveddræn

Dræningen er hovedsageligt sket ved grøfter med 100 m's afstand, men ofte er der 200 m mellem grøfterne, hvor der så er en rørlagt strækning (hoveddræn) i stedet for den "manglende" grøft.

Disse hoveddræn afbrydes med ca. 100 m's mellemrum (63 steder) ved opgravning og fjernelse af 5 m rør hvert sted (Figur 4-5). Rørene bortskaffes. Efter opgravningen 'vendes' og returneres den afgravede tørv, så den blottede tørvejord vender opad.



Figur 4-5 Afbrydelse af hoveddræn (blå trekanten)

4.4 Diger

Tiltaget

For at tilbageholde en del af nedbørsoverskuddet om vinteren, og dermed mindske den overfladiske afstrømning og holde tørvejorden så våd som muligt, anlægges diger rundt om delområder som vist på Figur 4-6.



Figur 4-6 Inddeling af området i delområder med diger. Tallene angiver delområdenummer og maksimal vandstandskote i perioder med stort nedbørsoverskud.

Digerne anlægges både tværs over området og i randen ("randdiger").

Det maksimale vandspejl kontrolleres af afløb (se afsnit 4.5).



Figur 4-7 Diger (D) og randdiger (DR)

Udformning

Begge typer diger anlægges med en bredde i toppen på 3,0 m og sideanlæg 1:4. De anlægges med en kote på 20 cm over den fastsatte maksimale vand-spejlskote for delområdet.

Mængde til opbygning af diger

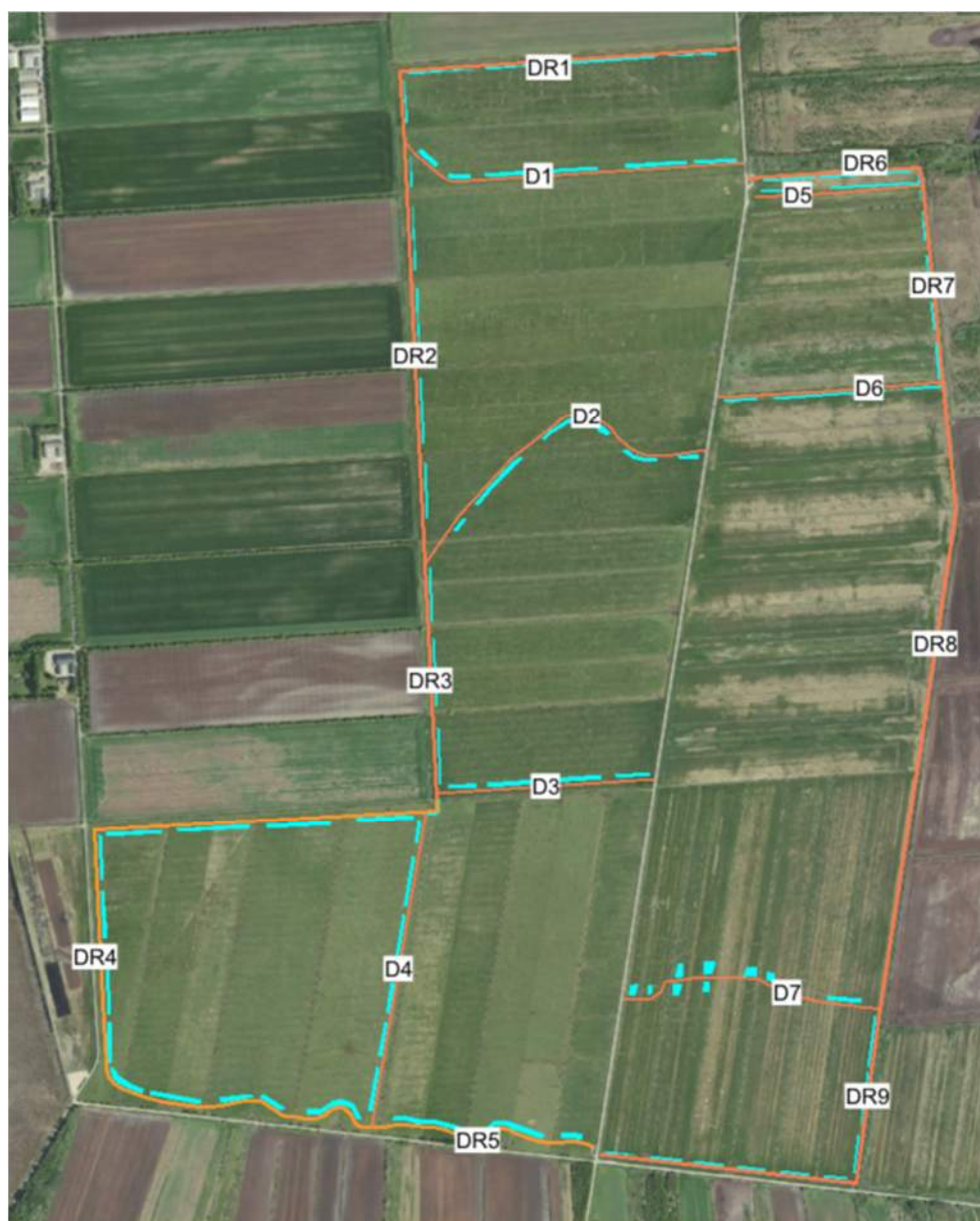
Bilag B.1 - B.6 sammenfatter data for digerne. Den samlede længde af digerne er ca. 14 km. Der medgår 6177 m³ til diger og 9467 m³ til randdiger, i alt 15.644 m³.

Digeskrab

Bygningen af de to typer diger kræver således yderligere ca. 30% ift. den tør-
vemængde, som kræves til fyldning af grøfter. Afskrab til diger og randdiger

tages fra arealer nær digerne. Mængden beregnet per m^3/m i Bilag B.2 og B.4 viser, at der ved et skrab i en dybde på 20-30 cm skal afskrabes en bredde på 5-12 m for hver meter dige.

Ved planlægning af skrabene er taget hensyn til, at overskudsnedbør kan strømme til afløbet, således at ukontrollerede digeoverløb undgås. Skrab til digerne er vist på Figur 4-8.



Figur 4-8 Skrab af tørv til brug for opbygning af diger. Afskrabningen afbrydes med ca. 100 m mellemrum, så der ikke dannes sammenhængende render. Længs D7 skrabs på tværs af diget på grund af terrænet her.

Det beregnede volumen ved afskrabning af 25 cm inden for det viste areal er opgjort til 16.200 m^3 . Beregningen viser således, at det areal, der er vist på Figur 4-8, er tilstrækkeligt til at dække behovet for materiale til opbygning af digerne.

4.5 Afløb

4.5.1 Brønde

For at forhindre erosion i randen af projektområdet ved ekstrem afstrømning anlægges afløb som 19 brønde med kuppelriste og som 9 overløb (afsnit 4.5.2).

Brøndene etableres typisk i enden af eksisterende grøfter, før de tilfyldes, og får afløb gennem rør til de uændrede grøfter uden for projektområdet. I få tilfælde er det nødvendigt at grave et rør til afløbet ned.



Figur 4-9 Placering af afløbsbrønde (røde) og overløb (grønne) set i forhold til den maksimale vandstand (lyseblå= 0-25 cm, mellemlå=25-50 cm og mørkere blå dybere).

Den maksimale vandstand vil kun være til stede i ekstreme forhold (mere herom under konsekvensvurdering). Den maksimale vandstand er bestemt af koten på overløb og brønde og er planlagt således, at der tilbageholdes mest muligt vand uden, at der dannes søer.

Udformning

Brøndene forsynes med kuppelriste på en karm og sikres yderligere mod tilstopning med et "løvebur" (grøderist) som vist på Figur 4-10.



Figur 4-10 Eksempel på afløb med kuppelrist og "løvebur".

Der sikres ikke med stenmaterialer rundt om brøndene, men udløbene fra brøndene vinkles med strømrretningen og erosionssikres med sten, så vandet ikke vil erodere grøfterne uden for området. Hertil medgår ca. 12 m³ sten (marksten og pigsten).

Dimensionering af afløb

Hvis man regner med, at delområdet vandspejl står ved brøndkoten, og at der ikke sker nedsivning, vil brønden skulle håndtere en afstrømning på 1 l s⁻¹ ha⁻¹ ved normal dimensionering. Hvis brøndens opland er 10 ha, vil den således skulle aflede 10 l/s.

Ved at bruge de traditionelle overløbsformler og regne med, at længden af overløbskanten reduceres med ca. 60% (på grund af kuppelristens lameller) fås en kapacitet som angivet i Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Kapacitet af kuppelriste

Diameter mm	l/s ved 5 cm over kant	l/s ved 10 cm over kant
315	7,1	20,1
425	9,6	27,2
600	13,6	38,4

Brøndene anlægges med en kote 5 cm under det maksimale vandspejl, der er fastsat for delområdet. Dimensionerne af de enkelte brønde er angivet i Bilag C.1.

Højderne på brøndene og længderne af afløbsrørene er omtrentlige. I alt medgår ca. 6 m til 4 stk. Ø425 og ca. 22 m til 15 stk. Ø600 brønde samt 110 m Ø110 og 530 m Ø160 rør.

4.5.2 Overløb

Overløb etableres i stedet for brønde på 9 steder, hvor der kun er mindre forskel på digets kote og grøften, der skal lede vandet væk, eller hvor der er stor afstand mellem grøft og dige, så overløbet kan laves med et passende fald.

Overløbene udføres som 1,5 m brede render. Overløbenes sikres med en 3,0 m bred, 1,0 m høj, 10 mm tyk stålplade, der presses lodret ned ved membranen. Der laves en 10 cm dyb, 1,4 m bred udsparring i pladen som overløbskant. Pladen monteres med overløbskanten i den angivne kote. Overløbene erosionssikres med 5-10 cm singels ved diget (i alt ca. 10 m³ sten).

Data for overløbene er samlet i Bilag C.2.

Oprensning af grøfter ved overløb

Overløbene 4.1-5.3 løber ud langs nordsiden af Ringvej. Der er ikke en grøft her, men vejen ligger højt, og det vurderes, at vandet fra overløbene kan sive ned mellem diget og vejen.

Overløb 9.1-9.2 løber til en grøft langs nordsiden af Ringvej. Denne grøft afvander mod øst og ændres ikke.

4.6 Membran

Tiltaget

For at mindske risikoen for udstrømning gennem sprækker i tørven i randen af projektområdet og mindske lateral udsivning i randen af projektområdet etableres en lodret membran.

Membranen monteres fra en lodret monteret rulle, der trækkes gennem en 1,0 m bred gravet rende. Renden efterfyldes løbende med det opgravede materiale og komprimeres som grøfterne.

Membranens overkant sættes til delområdet maksimale vandspejlskote (Figur 4-6), og bunden graves ca. 50 cm ned i sandlaget under tørven. Sandlagets overflade er dog ujævn, og det varierer derfor, hvor langt membranen går ned. Bilag B.3 viser membranens placering i forhold til terræn og sandlag for de enkelte strækninger.

Membranen beskyttes af et randdige med en overkant 20 cm over membranens overkant som beskrevet i afsnit 4.4.

Udformning

Der anvendes 1,5 mm HDPE-membran. Det er beregnet, at der anvendes 16.406 m² membran, idet længden af membranen er 8402 m og den gennemsnitlige membran højde er lidt under 2 m. Data for membranen er samlet i Bilag B.5.

4.7 Hegning

Eksisterende hegn

De eksisterende hegn fjernes, inden anlægsarbejdet påbegyndes. Det drejer sig ifølge Naturstyrelsen om ca. 60 km hegn, idet der er hegn på begge sider af grøfterne.

Nye hegn

Efter jordarbejdet er afsluttet (grøfter, diger mm) sættes atter hegn om projektområdet for at etablere en ekstensiv græsning i to delområder (øst og vest) med robuste dyreracer. For at beskytte de nye diger mod erosion fra græssende dyr etableres et trådhegn på begge sider af digerne ved digefoden (ved digerne langs randen dog kun på den "indvendige" side). Disse hegn kan måske senere fjernes, når digerne er stabiliserede af naturlig vegetation. Desuden etableres hegn langs Biersted Mosevej. Det bliver i alt ca. 25,4 km hegn (se Figur 4-11).



Figur 4-11 Illustration af nye hegn. Sort=hegn og grøn=overgang. Rød=loggere som frahegnes

Overgange over diger

Der skabes 13 kreaturpassager over digerne inde i området. Hver åbning bliver 10 m bred og opbygges som en bred "rampe". De bliver op til 40 cm høje og i gennemsnit ca. 25-30 cm høje. Ramperne opbygges af 50 cm sand, der dækkes af ca. 30 cm intakte græstørv. Sandet tilkøres, mens græstørvet tages fra stedet. Til opbygning af ramperne bruges i alt ca. 500 ton sand.

Hegnet ved åbningerne udformes, så det er let at lukke åbningerne som led, hvis det vurderes hensigtsmæssigt.

Loggere

Der hegnes omkring to nyetablerede vandstandsloggere.

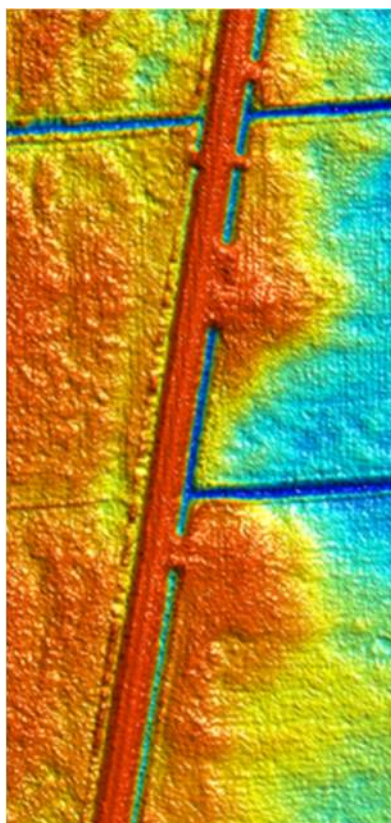
4.8 Tilpasninger ved Biersted Mosevej

Generelt

Vejgrøfterne fyldes i princippet op til niveau med det tilstødende terræn med materiale, der afskrabes langs grøften. Grøfternes dybde varierer dog meget, og overfladiske grøfter fyldes ikke, men blokeres i stedet med mellemrum.

På vestsiden af Biersted Mosevej er der kun overfladiske grøfter, som det ikke vurderes nødvendigt at fylde. De afbrydes punktvis, hvis det i forbindelse med anlægsarbejdet vurderes relevant.

På østsiden af Biersted Mosevej er der nogle steder forholdsvis dybe grøfter - oftest, hvor terrænet langs vejen er relativt højt, fordi der er efterladt tørv ved sidste udvinding. Her er der ofte tillige overgange som ramper mellem vej og fenner.



Figur 4-12 Udsnit af højdemodellen, som viser (overgange (ramper) og grøfter på østsiden af Biersted Mosevej.

Sådanne steder fyldes grøfterne op til niveau med det maksimale vandspejl. Materialet komprimeres. Der er 20 sådanne strækninger med en samlet længde på ca. 625 m (Bilag A.5). Fem steder i den sydlige del af den østlige vejgrøft afbrydes vejgrøfterne punktvis ved opfyldning over 5 m. Det skønnes, at der medgår i alt 1000 m³ til opfyldning og afbrydelse af vejgrøfter.

Diger

Seks steder møder diger grusvejen Biersted Mosevej. Her lukkes vejgrøften med komprimeret materialet op til digekoten.

Overgange over vejgrøfterne

Der er nu 39 overgange (ramper) over grøfterne langs Biersted Mosevej. Disse ændres ikke. Rør under ramperne kan efterlades uændret, da de sættes ud af funktion ved fyldning af grøften.

4.9 Adgangsvej og anstillingspladser

Biersted Mosevej bruges som den primære adgangsvej i forbindelse med anlægsarbejdet. Desuden er der adgang ad markvejen syd for Søndre Damkanal.

To anstillingspladser placeres på vestsiden af Biersted Mosevej og en ved Søndre Damkanal. Pladserne anlægges efter aftale med tilsynet.

4.10 Drift

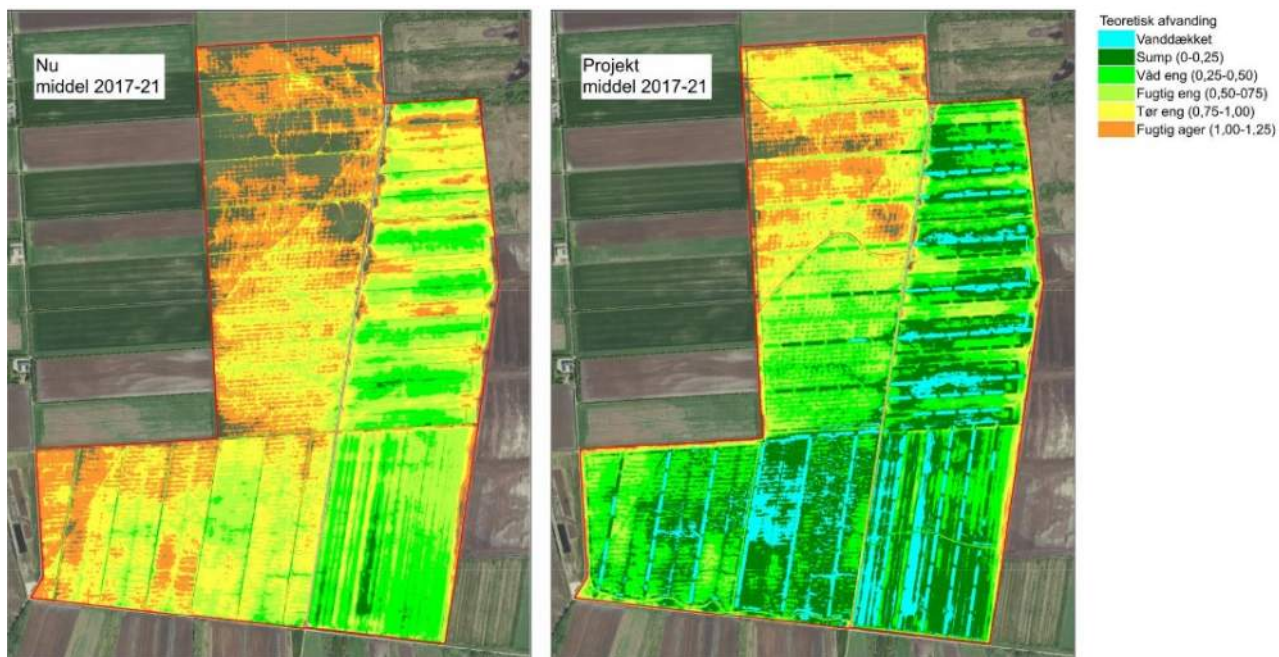
Arealet vil fortsat blive anvendt til græsning, men mere ekstensiv græsning i så lang en periode af året som muligt. Meget våde arealer kan evt. hegnes fra.

Det kan blive nødvendigt med løbende reparationer af diger og overgange (ramper) inden vintersæsonen. Når der er etableret vegetation på digerne, kan det vurderes, om hegn langs digerne måske stedvist kan fjernes.

5 Konsekvenser

5.1 Afvanding

Afvandingen er beregnet ved brug af klimadata fra 2017-2021. Figur 5-1 viser den beregnede middelvandstand med og uden projekt. For situationen med projekt er anvendt en tilpasset højdemodel, der er justeret for fyldningen af grøfterne, diger og skrab.



Figur 5-1 Afvanding beregnet med klimadata 2017-2021 som middel for hele perioden.

Det ses, at projektområdet bliver betydeligt vådere end før, men der dannes ikke permanente søer.

Arealerne er fordelt på afvandingsklasser for middelsituationen og sammenfattet i Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Afvandingsklasser nu og med projekt (ha)

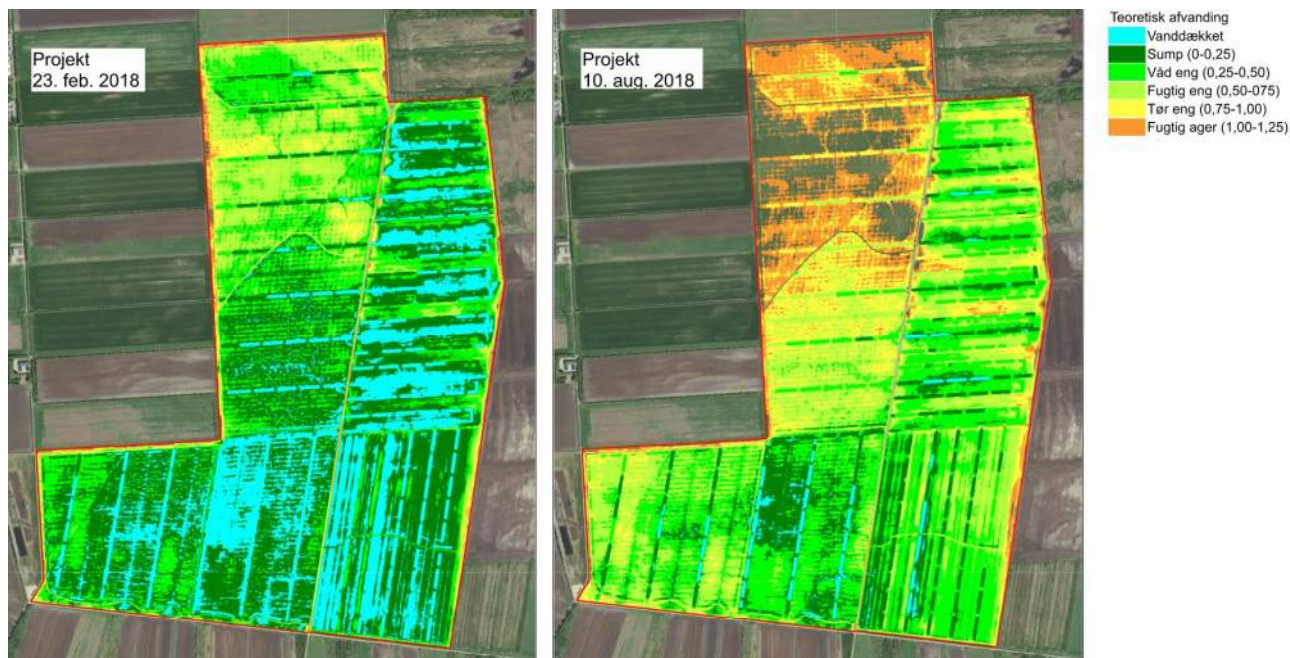
Afvanding	Dybde	Nu	Projekt
Vandmættet	<0,0	0,1	38,1
Sump	0-0,25	4,4	99,3
Våd eng	0,25-0,50	46,5	86,1
Fugtig eng	0,50-0,75	76,7	45,9
Tør eng	0,75-1,00	99,3	39,1
Tørt	>1,00	118,0	36,5
Sum		345,1	345,1

Variation

Vandstanden vil variere betydeligt gennem året og fra år til år.

Om vinteren strømmer vandet i dag af gennem dræn og grøfter, og området er derfor ret tørt under de nuværende forhold. Med projektet lukkes dræn og grøfter, og overfladen bliver derfor mere eller mindre vandmættet om vinteren, men der dannes ikke permanente søer. Situationen på den vådeste dag beregnet med klimadata for perioden 2017-2021 er vist på Figur 5-2.

Om sommeren tørrer området under nuværende forhold ud dybt ned i tørvelaget. Ikke mindst i en situation som om sommeren 2018, der var usædvanlig varm og tør. Med projektet vil området også i en sådan situation blive betydeligt vådere end under de nuværende forhold. Vandstanden med projektet er for en meget tør situation, som sommeren 2018, er vist på Figur 5-2.



Figur 5-2 Afvanding for den vådeste (23.2.2018) og den tørreste (19.2.2018) dag i perioden 2017-2021

Vinteren 2018 var våd, men man kan godt tænke sig en mere ekstrem vintersituation med frost efterfulgt af regn. Vandstanden i en sådan situation er bestemt af afløbene som vist på Figur 4-9.

5.2 Reduktion i udledning af drivhusgasser

Hele projektområdet er klassificeret som kulstofrig lavbundsjord med over 12 % organisk kulstof, OC (Tekstur 2014-kortet).

Reduktionen i udledning af drivhusgasser er beregnet med anvendelse af regneark vers. 3.1.1 på grundlag af markblokkort 2019. Beregningerne af reduktionen af drivhusgasser er foretaget på middelsituationen, der er vist i midten på Figur 5-1.

Beregningen er medtaget som Bilag F.

Beregningen viser, at projektet opfylder kravet, idet reduktionen er beregnet til 5792 t CO₂-ækvivalenter/år svarende til i alt 17 ton/ha/år.

5.3 Kvælstofreduktion

Kvælstofreduktionen ved projektet vil være ringe, da der hverken er direkte opland eller vandløbsopland. Ved beregningen er disse oplande, modsat for fosforberegningen (se næste afsnit, 6.6), derfor sat til nul. Reduktionen vil derfor kun bestå i ekstensivering af driften inden for området. I beregningen er regnet med vedvarende græs for 'markblokkene' og 'natur' for resten. Arealet for "natur" inkluderer også vejarealet, men da udvaskningen fra dette areal også efter realisering regnes som "natur", betyder det reelt ikke noget for resultatet målt i kg/år. Reduktionen er beregnet til 1.619 kg N svarende til 5 kg N/ha/år.

Det bemærkes, at kravet om kvælstofreduktion i lavbundsprojekt kan fraviges for områder, der grænser op til eller ligger helt eller delvist inden for Natura 2000-områder. Beregningen er opdateret siden forundersøgelsen, men resultatet er uændret.

5.4 Fosfor

For lavbundsprojekter skal man beregne en mulig frigivelse af fosfor som følge af horisontal gennemstrømning af jordmatricen under anaerobe forhold. Beregningen skal foretages i henhold til en anvisning med tilhørende regneark (DCE, Kvantificering af fosfortab fra N og P vådområder. rev. 15.10.2018, 2018), der er baseret på en model udviklet af Aarhus Universitet for strømning i vandløbsnære arealer.

Som nævnt i forundersøgelsen (COWI, 2021) kan denne model ikke anvendes på et projekt som dette, hvor jordmatricen ikke gennemstrømmes af vand fra et direkte opland. Her siver det meste af nedbørsoverskuddet ned gennem tørven til grundvandet. Det er uvist, hvor meget fosfor der frigives i tørven, og hvor meget der bindes undervejs i både tørven og i sandet. Fosfor i grundvand anses normalt ikke som et problem.

Aarhus Universitet (DCE) har i en udtalelse af 21. marts 2021 ligeledes vurderet, at den sædvanlige beregning ikke kan bruges. DCE lægger vægt på, at indholdet af fosfor er meget lavt (og at primærproducenterne vil optage frigjort fosfor), samt at udvaskningen på grund af topografien vil være ringe. DCE konkluderer derfor, at P-tabet ved genopretning af Ringfenner vil være minimalt eller ikke-eksisterende.

Der er ikke søer nedstrøms.

5.5 Okker

Området er kortlagt som uden okker risiko.

5.6 Natur

Forudsætningerne for naturudvikling i Ringfenner ændres markant med projektet: Afvandingen ophører, vandstanden hæves, landbrugsdrift med (tidligere) gødskning, høslæt og intensiv sommergræsning ophører, opdelingen i græsfenninger ophører, og der blotlægges mindst 25 ha tørvejord.

Vandstanden vil blive hævet væsentligt i hele projektområdet. Nogle steder vil der kunne være tidvist vanddækkede arealer med lav vandstand om vinteren. Om sommeren vil vandstanden dog falde gradvist på grund af fordampning og nedsivning. Der vil på kort sigt i store dele af området skabes en relativt næringsrig, 'tidvis våd eng'. Den mere specifikke udvikling af vegetationen i delområder vil variere afhængigt af de lokale topografiske forhold, som vil påvirke omfanget af vanddækning og vandmætning, og udtørring, samt ikke mindst næringsstofindhold og drift af delarealerne.

Projektområdet vil dog blive levested for en langt højere biodiversitet, end det er tilfældet i dag - både for planter, insekter, fugle og dyr. Størsteparten af arterne vil være relativt almindelige arter, pga. den relativt næringsrige topjord. Området vil således i første omgang domineres af plantearter, som er konkurrencearter (pga. relativt høj næringstilgængelighed) og som trives ved høj vintervandstand og nogen sommerudtørring. Der vil således ikke umiddelbart etableres fattigkær og højmoselignende natur på de nu græsdækkede arealer, da næringsniveauet er for højt og vandstanden for lav.

Den mere langsigtede udvikling af naturen afhænger i høj grad af den kommende drift af området.

- > Ved fravær af græsning/høslæt/rørskær vil der på de våde dele formentlig i første omgang udvikle sig højstaudesamfund eller rørsump med arter som f.eks. tagrør, mosebunke, lyse-siv, bredbladet dunhammer, krybhvene, kær-tidsel, lav ranunkel, lodden dueurt, alm. fredløs, alm. mjødurt, kær-snerre, gul fladbælg, harestar og toradet star. På de tørreste og mest næringsrige delarealer vil der fortsat i en årrække kunne ses et lysåbent tørbundsareal domineret af næringselskende græsser og urter, og en gradvis indvandring af almindelige, næringstolerante plantearter som f.eks. agertidsel, brændenælde, lådden dueurt, alm. hundegræs, alm. hvene, mosebunke, vand-pileurt mm. På længere sigt vil der uden græsning/pleje, ved fri succession, gradvist indvandre vedplanter, især arter af pil og birk, samt på de tørreste dele f.eks. bævreasp og alm. røn, således at der vil dannes krat og (sump-) skov med udbredt rørsump/højstaudemose i bunden.
- > Ved etablering af græsning eller høslæt vil tilgroningen hæmmes, næringsstoffer fjernes og lavtvoksende planter, som er tolerante overfor denne påvirkning vil fremmes. Græsning med f.eks. robuste kreaturer, heste eller kronvildt vil desuden skabe mere dynamik i området ved forskellige

påvirkningsgrader i form af tråd og blotlægning af tørv, græsning, slid, tuedannelse og ekskrementer. Disse faktorer har alle betydning for vegetationen og den øvrige biodiversitet. Græsning, i så lang en periode som muligt på så stort et areal som muligt, vil være positivt for den fremtidige udvikling af natur og biodiversitet i området. Ved ekstensiv græsning i store dele af året vil lysåbne og træbevoksede naturtyper på sigt udvikles i mosaikstruktur med bløde, diffuse overgange mellem åbne, rørsump, krat- og skovbevoksede områder. Det vil sammen med hævning af vandstanden skabe mangfoldige økologiske nicher og levesteder for en langt højere biodiversitet inkl. sjældne og biotoptypiske arter. På lang sigt vil der så kunne udvikles store områder med 'fattigkær' eller våd hede med karakteristiske arter som tuekæruld, alm. kæruld, hedelyng, klokkel yng, tranebær, blåtop, tormentil og arter af tørvemos, og dermed vil der også kunne ske en opbygning af tørv på de vandmættede arealer.

På de afskrabede arealer kan en hurtig etablering af fattigkærsvegetation samt levesteder for insekter, padder og fugle udvikles direkte i fravær af konkurrencen fra græsser. Det gælder f.eks. tuekæruld, alm. kæruld, hedelyng, klokkel yng, tranebær, blåtop, mosebølle, alm. star, hirse-star, stjerne-star, tormentil, smalbladet kæruld, muligvis arter af tørvemosser samt f.eks. bølgeblåfugl og spidssnudet frø.

På meget lang sigt vil der således kunne genskabes store sammenhængende, og gradvist mere næringsfattige moser med ubrudte spredningsveje og økologiske forbindelser mod Aaby Mose og Pindstrups arealer, dog adskilt af enkelte veje, grøfter og et dige.

Natura 2000

Undersøgelsesområdet ligger uden for Natura 2000, men støder op til Åby Mose, der er en del af Natura 2000-område N12 - Store Vildmose (Figur 2-15). Projektområdet er adskilt fra Åby Mose ved en vej, en grøft, en mose med paludikultur og en parkeringsplads. Projektet vil derfor være uden direkte hydrologisk påvirkning af Natura 2000-området. Projektet understøtter imidlertid den økologiske sammenhæng, spredningsmuligheder og dermed udviklingen af naturværdierne i Natura 2000-område N12, Store Vildmose, ligesom det i tråd med Canapé-projektet støtter en genskabelse og udvikling af større, økologisk og hydrologisk sammenhængende, næringsfattige moseområder.

Beskyttede arter

Projektet vil være uden negative påvirkninger på rødlistede arter eller arter omfattet af habitatdirektivets bilag IV.

De våde enge forventes at blive rasteområde for bl.a. gæs og svaner i vinterhalvåret. Ved græsning vil moser og enge blive ynglested for engfugle som vibe og dobbeltbekkasin. Rørskove vil kunne blive ynglested for rørhøg, skæg- og pungmejse. Begge vil blive ynglested for trane. Området vil blive beskyttet eng og mose, mere specifikt formentlig tidvis våd eng. Der vil i våde år kunne være vandfyldte lavninger om foråret, hvilket muliggør at padder, bl.a. bilag IV-arten

spidssnudet frø, kan yngle ligesom en række arter af vade- og andefugle samt gæs.

5.7 Arealanvendelse

Det meste af arealet forpagtes i dag til afgræsning og høslæt. Med projektet vil arealet blive vådere. Det vil fortsat kunne afgræsses det meste af året, men græsningsværdien forringes formentlig i de fleste år, bl.a. fordi jordtemperaturen om foråret vil stige langsommere på grund af det øgede vandindhold om foråret. Der vil også ske en gradvis ændring i vegetationen, se mere herom i afsnit 5.6.



Figur 5-3 Fremtidig arealanvendelse er græsning (sort streg = hegn, grøn=overgang)

5.8 Landskab

Projektet vil ændre landskabet, idet de karakteristiske, talrige, parallelle, frahegnede grøfter fyldes op. Der efterlades lave fordybninger med bar tørv langs de tidligere grøfter og den høje vegetation langs de nuværende, frahegnede grøfter forsvinder. Der etableres diger langs randen og gennem området. Digerne bliver lave, under 0,5 m høje og med fladt anlæg. Digerne højde over terræn og deres fodaftryk vil variere, fordi terrænet er ujævnt, så digerne bliver ikke i sig selv markante. De hegnes dog fra, i hvert fald i begyndelsen, så de kan blive tydeligere af høj vegetation. Der er dog langt mellem digerne, så de vil ikke være

fremtrædende i det flade landskab. Vegetationen på enkelte af digerne i syd kan evt. slås, så her kan etableres vandresti gennem området.

Landskabets monotone topografiske præg ændres på kort sigt set ikke væsentligt af projektet, men med en ændring i de hydrologiske forhold og arealanvendelsen vil der også ske en gradvis ændring af vegetationen og dermed i det landskabelige udtryk. Det forventes, at der etableres ekstensiv græsning i store dele af året, hvilket betyder, at landskabet udvikles mod en varieret mosaik af lysåbne moser og enge samt rørsump og områder med krat af pil og birk. Uden græsning eller høslæt ville hele området i løbet af få år udvikle sig til højstaude-eng og tagrørsump, og på længere sigt pile- og birkekrat, hvilket ville være en markant ændring i de landskabelige forhold (se afsnit 5.6).

De tidvist vanddækkede arealer vil i våde år ændre landskabet i vinterperioden, men der dannes ikke permanente søer.

På trods af de omgivende kanaler og veje vil der i det store perspektiv blive skabt en fornemmelse af et stort, sammenhængende moseområde: Mod vest til højmosen Aaby Mose og mod øst, når tørveindvindingen ophører, til fattigkær og på langt sigt højmose på Pindstrups arealer.

5.9 Arkæologi

Nordjyllands Historiske Museum har i mail af 17.3.2021 oplyst, at man ingen bemærkninger har til de planlagte anlægsarbejder. Museet gør opmærksom på Museumslovens bestemmelser, dvs. at hvis der i forbindelse med anlægsarbejdet stødes på fortidsminder som f.eks. tildannet træ, bronzefragmenter, stenøkser, keramik eller andet, skal de dele af anlægsarbejdet, der berører fortidsminder, standses, og museet kontaktes.

5.10 Bird strikes

Projektområdet ligger indenfor 6-13 km-zonen omkring Aalborg Lufthavn. Ifølge bestemmelser om forholdsregler til nedsættelse af kollisionsrisikoen mellem luftfartøjer og fugle/pattedyr på flyvepladser, BL 3-16, 4. udgave <https://www.retsinformation.dk/eli/retsinfo/2005/9103> skal den, der har tilladelse til at indrette og drive en flyveplads sikre, at der gennemføres forebyggende foranstaltninger til nedbringelse af risikoen for kollisioner mellem luftfartøjer og fugle/pattedyr under hensyntagen til arten og omfanget af det lokale fugle- og pattedyrliv. Herunder søge at påvirke den offentlige planlægning således, at anlæg, der tiltrækker fugle, ikke placeres/er beliggende nærmere flyvepladsen end 13 km eller ikke placeres/er beliggende således, at der er risiko for, at fuglene overflyver flyvepladsen på vej mellem anlæg, der tiltrækker fugle, og eventuelle yngle- og rasteplasser.

Risikoen for bird strikes i relation til vådområder er analyseret af (DCE, 2015). De vigtigste fugle i den forbindelse er måger, vadefugle, rovfugle samt småfugle i store flokke som sanglærke, stær og svaler. Gæs, svaner og skarv er også en risiko. Risikoen i forbindelse med vådområder er knyttet til søer (især over 2-3

ha), øer og enge (bl.a. svaner og gæs). Træk mellem vådområdet og fjorden hen over flyvepladsen er øget en risiko. I en afstand af 6-13 km anses etablering af søer og våde enge som acceptabelt, men etablering af større områder kræver ifølge (DCE, 2015) nærmere vurdering.

En vejledning (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2019) gennemgår en lang række anlæg og aktiviteter, der tiltrækker fugle, herunder landbrugsarealer inkl. græsningsarealer. Vådområder eller lavbundsområder nævnes ikke særskilt.

Der vil stå vand på terræn i en del af projektområdet om vinteren, men der dannes ikke egentlige søer. Gæs vil græsse i området, men de fleste vil foretrække områdets marker, og projektet vurderes ikke at øge risikoen for bird strikes.

5.11 Tekniske installationer

Efter en søgning i ledningsejerregistret (LER) har vi indhentet oplysninger som angivet i Tabel 5-2.

Tabel 5-2 Ledningsoplysninger

Ledningsejer	Oplysninger
Aabybro Vandværk	Ledning langs vestsiden af Biersted Mosevej, nordsiden af Ringvej og østsiden af Damvej. På hjørnet af Damvej-Ringvej går ledningen inde i projektområdet med uden for membranen.
Global Connect	Ingen ledninger
N1	Ingen ledninger
Nord Energi Net	Ingen ledninger
Nord Energi Fiber	Ingen ledninger
TDC	En ledning langs vestsiden af Biersted Mosevej fra midt i projektområdet mod nord.
Telia	Ingen ledninger

Ledningerne vurderes ikke at være et problem for anlægsarbejdet, men der skal være opmærksomhed ved nedgravning af membran nær krydset Damvej-Ringvej. Desuden bør vandværket og TDC orienteres i forbindelse med at digerne sluttet til vestsiden af Biersted Mosevej.

6 Myndighedsforhold

6.1.1 Vandløbsloven

Søndre Damkanal er et privat vandløb, og lukningen af begyndelsen af vandløbet er en reguleringssag. Lukningen berører ikke andre lodsejere. Ingen af grøfterne er §-3 beskyttede eller målsatte i vandområdeplan 2016-21. Jammerbugt Kommune er vandløbsmyndighed.

6.1.2 Naturbeskyttelsesloven

Projektet kræver dispensation for naturbeskyttelsesloven, da der vil være en tilstandsændring af naturtyperne. Jammerbugt Kommune er myndighed.

6.1.3 Planlovgivningen

Jammerbugt Kommune vurderer, om ændringerne kræver tilladelse efter planloven.

6.1.4 Miljøvurdering

Ifølge lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM) skal projektet anmeldes, da det omfatter regulering af vandløb (fyldning af en grøft) jf. lovens bilag 2 pkt. 11f. Da staten er bygherre, er anmeldelsen sendt via kommunen til Miljøstyrelsen, der afgør, om projektet er VVM-pligtigt.

6.1.5 Vejmyndigheden

Ændring af afvandingen af Biersted Mosevej kræver godkendelse af vejmyndigheden (Jammerbugt Kommune). Kommunen har med mail af 8.3.2022 givet samtykke til ændringen.

7 Referencer

- Bourgault, M.-A., Larocque, M., & Roy, M. (2014). Simulation of aquifer-peatland-river interactions under climate change. *Hydrology Research*.
- Clymo, R. S. (2004). Hydraulic conductivity of peat at Ellergrower Moss, Scotland. *Hydrological Processes*, 261-274.
- COWI. (2013). *VVM for Tørvegravning i Store Vildmose. VVM-redegørelser og Miljørapport for Pindstrup Mosebrug A/S.*
- COWI. (2019a). *Baggrundsrapport for Store Vildmose Canapé-projektet.*
- COWI. (2019b). *Mulige lavbundsprojekter i Store Vildmose: Vurdering af lavbundspotentiale.*
- COWI. (2020). *Muligheder for genopretning af Ørnefenner og Ringfenner.*
- COWI. (2021). *Lavbundsprojekt Ringfenner: Teknisk forundersøgelse.*
- DCE. (2015). *Vådområder, flyvepladser og risiko for bird strikes.*
- DCE. (2018). *Kvantificering af fosfortab fra N og P vådområder. rev. 15.10.2018.*
- DCE. (2020). *Bestemmelse af drivhusgasemissionen fra lavbundslande.*
- DMI. (1998). *Standardværdier (1961-90) af nedbørkorrektioner.* DMI Technical report 98-10.
- DMI. (2000). *Klimagrid Danmark, normaler 1961-90, måneds- og årsværdier.* DMI Technical report 00-11.
- DMU. (2005). *Teknisk anvisning nr. 19 - overvågning af effekten af reablerede vådområder, 4. udgave.*
- Lindsay, R. (1995). *Bogs: the ecology, classification and conservation of ombrotrophic mires.* . Edinburgh Scottish Natural Heritage.
- Miljøstyrelsen. (2004). *Arbejdsrapport 16/2004: Videreudvikling af ådalstypologi - 6. Typologi og parametre på velkendte ådalslokaliteter.*
- Minke, M., & Höper, H. (2019). Submerged drains and peatland water levels.
- Päivänen, J. (1973). Hydraulic conductivity and water retention in peat soils. *Acta Forestalia Fennica*.
- Rambøll. (2003). *Forundersøgelse til restaurering af Store Vildmose.*
- Region Nordjylland. (1980). *Råstokortlægning i Store Vildmose. Råstokortlægningens fase 2. Tørv.*
- Region Nordjylland. (2013). *Kortlægningsrapport. Råstokortlægning. St. Vildmose graveområde, Jammerbugt Kommune.*
- Risager, M. (2019). *Højmoser kick-start på græsningsfenner. Evaluering af demonstrationsprojekt, LIFE10 NAT/DK/000101 Lille Vildmose.*
- Risager, M. (2021). *Monitering Lyngen, oktober 2020. Sphagnum podninger 2016 og 2017. Foreløbig rapport.*
- Rose, E., & Larocque, M. (2008). Investigating peat hydrological properties using field and laboratory methods: application to the Lanoraie peatland complex (southern Quebec, Canada). *Hydrological processes* , 22: 1866-1875.
- Roßkopf, N., Edom, F., & Zeitz, J. (2016). Hydraulische Eigenschaften unterschiedlicher Sphagnum-Torfe. *TELMA: Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde*, Band 46, 61-82.
- Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. (2019). *Forvaltning af risiko for fugle- og vildthændelser ved flyvepladser, jf. EU-Forordning 139/2014.*

Bilag A Grøfter

A.1 Opmåling af grøfter

Grøfternes tværsnit er opmålt som 38 profiler placeret som vist.



Profilerne er vist nedenfor i VASP

Ringfenner



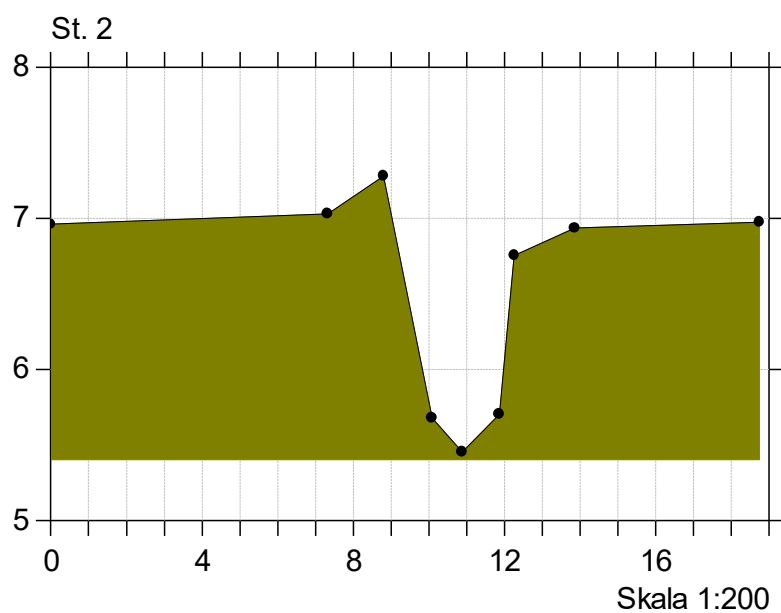
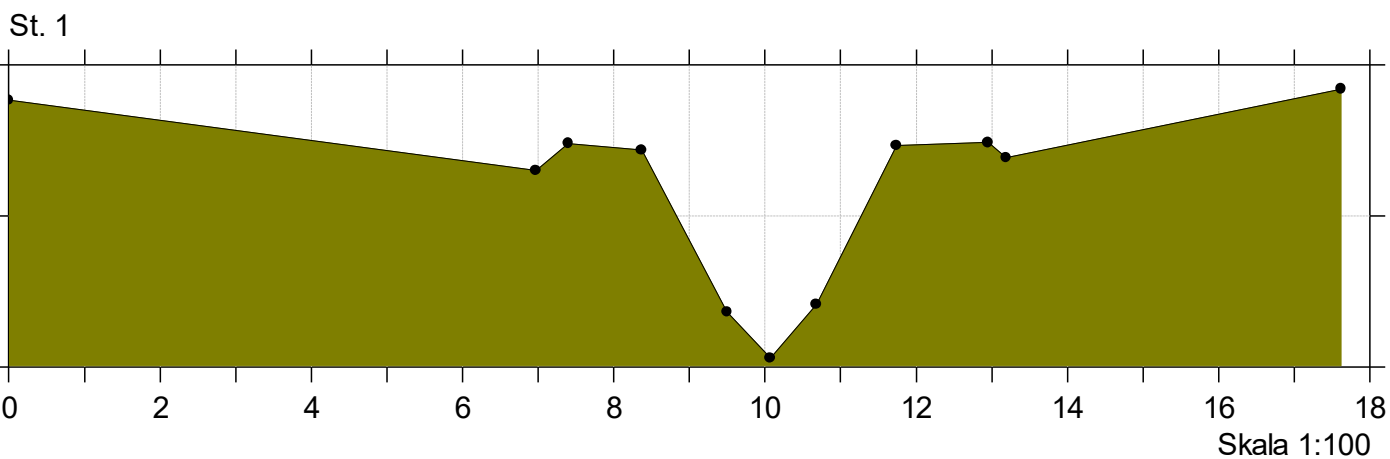
Ringfenner

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020



Ringfenner



Ringfenner

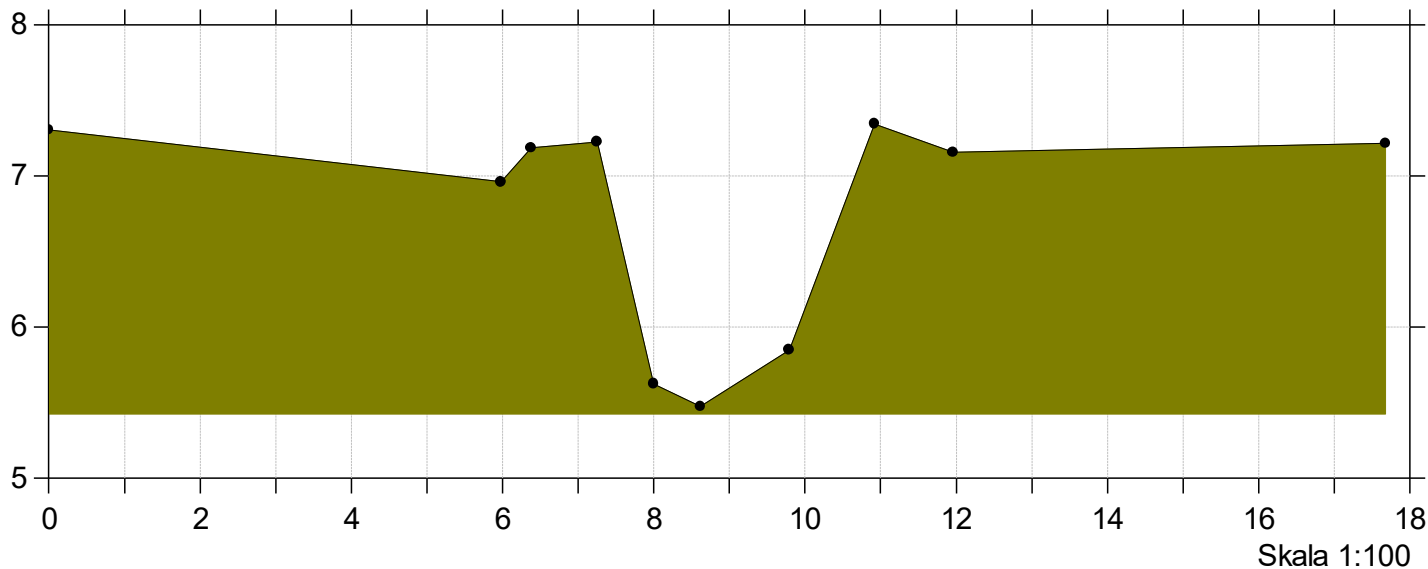
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

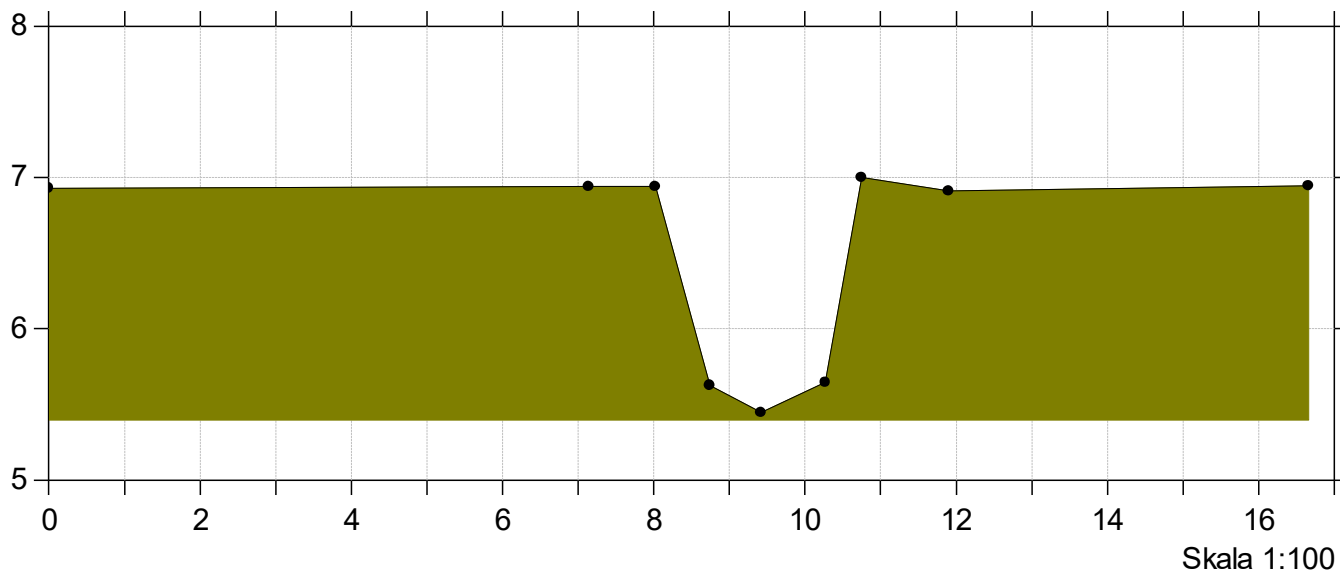
Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020

St. 3



St. 4



Ringfenner



Ringfenner

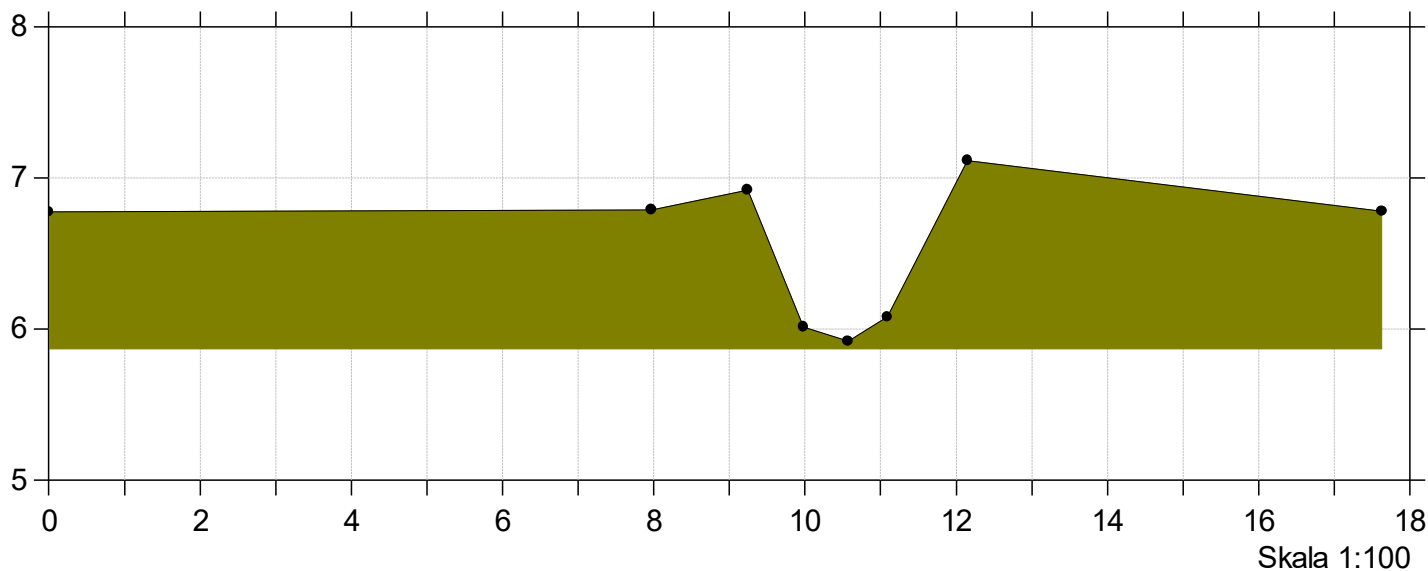
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

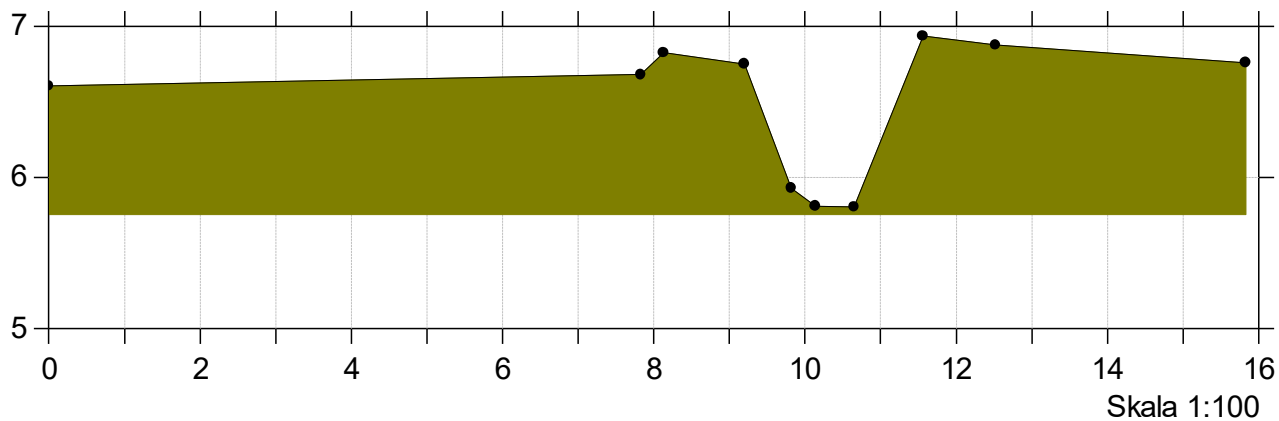
Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020

St. 5



St. 6



Ringfenner



Ringfenner

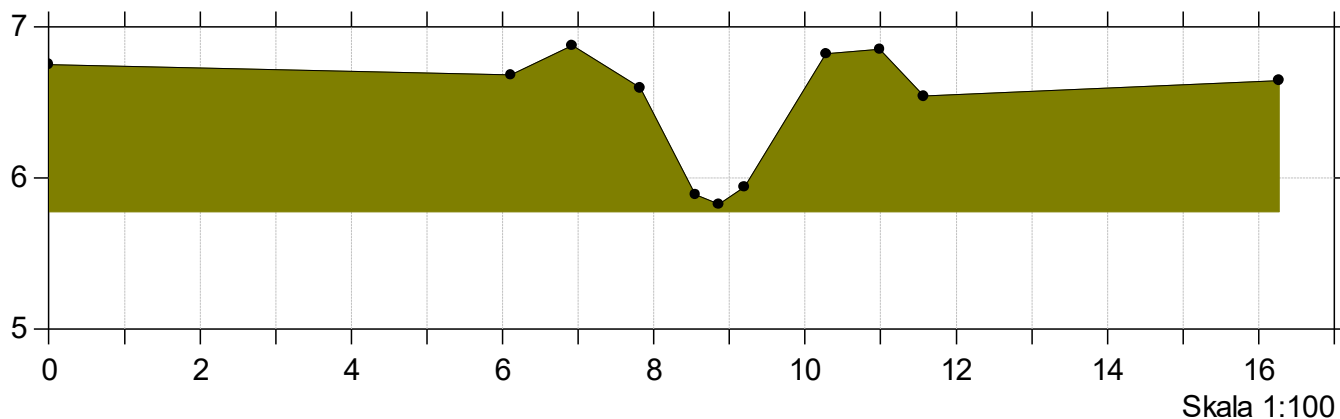
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

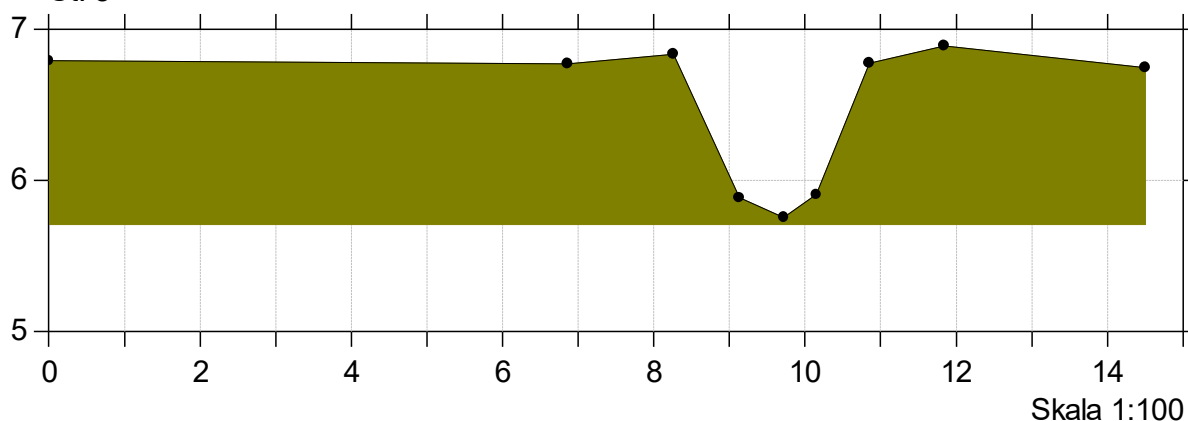
Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020

St. 7



St. 8



Ringfenner



Ringfenner

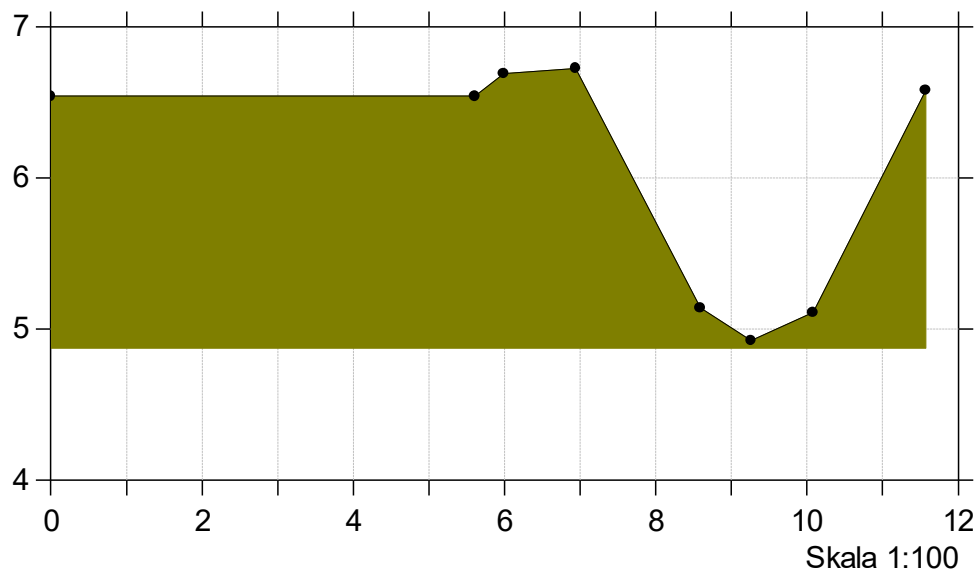
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

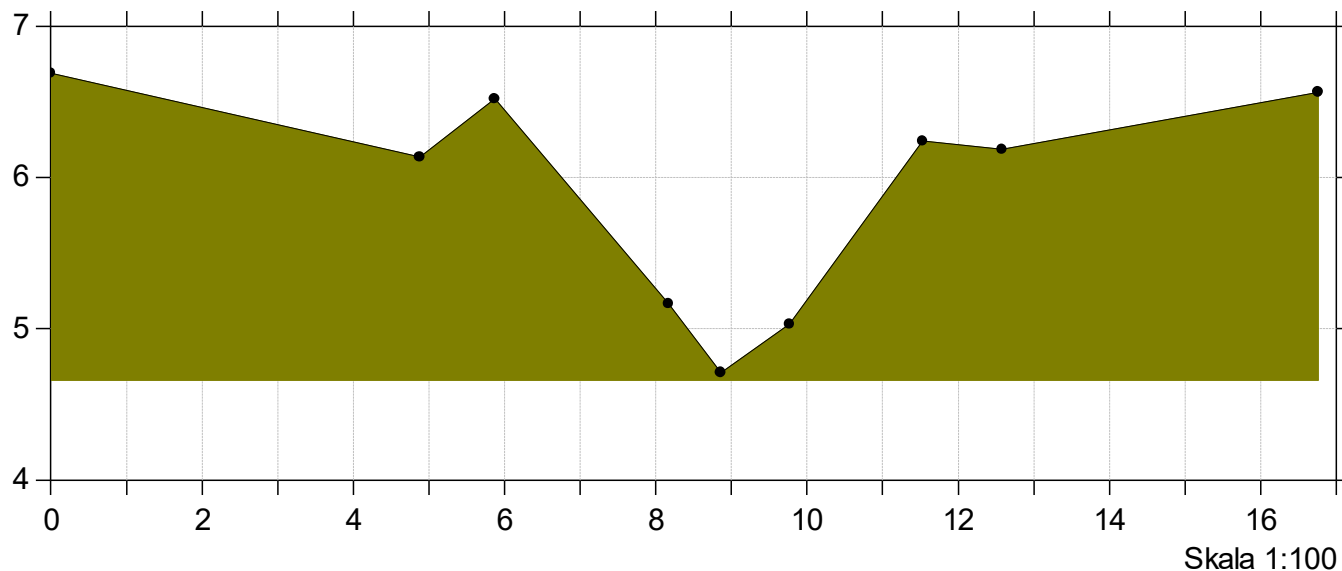
Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020

St. 9



St. 10



Ringfenner



Ringfenner

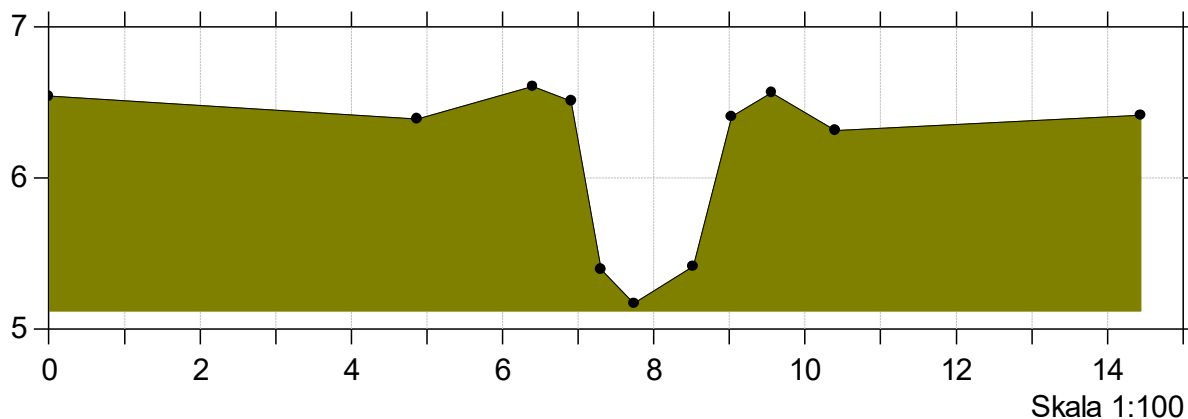
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

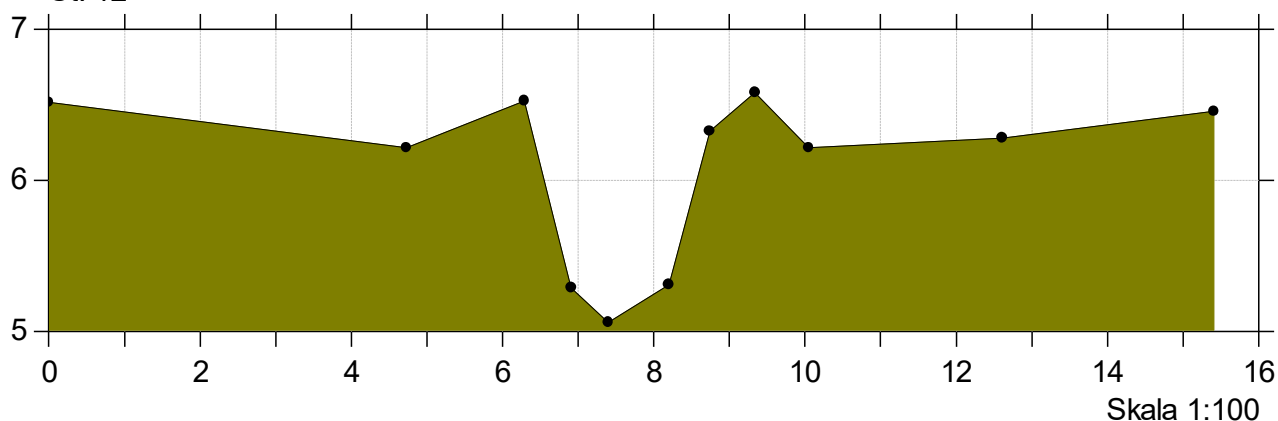
Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020

St. 11



St. 12



Ringfenner



Ringfenner

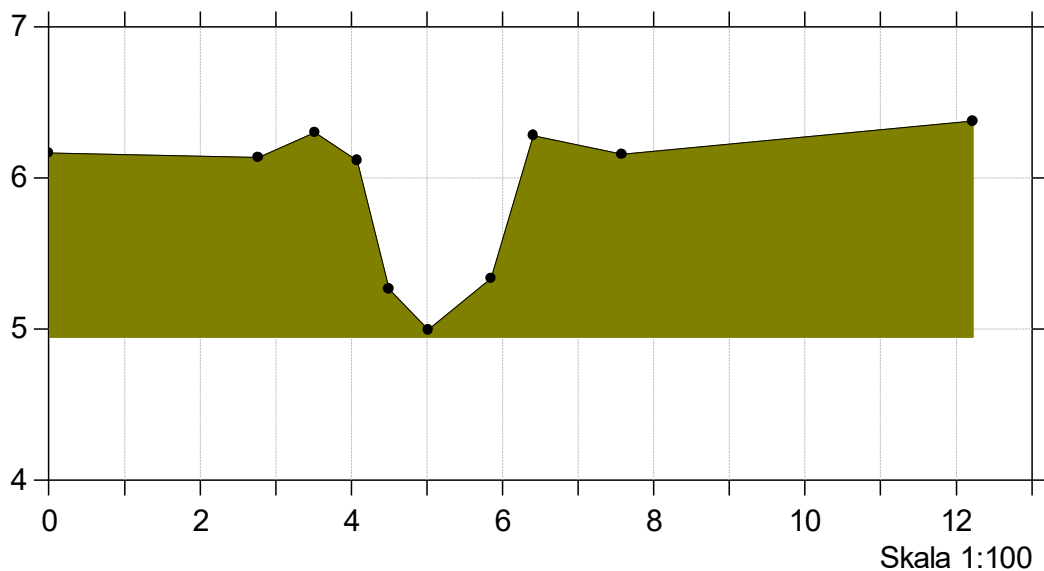
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

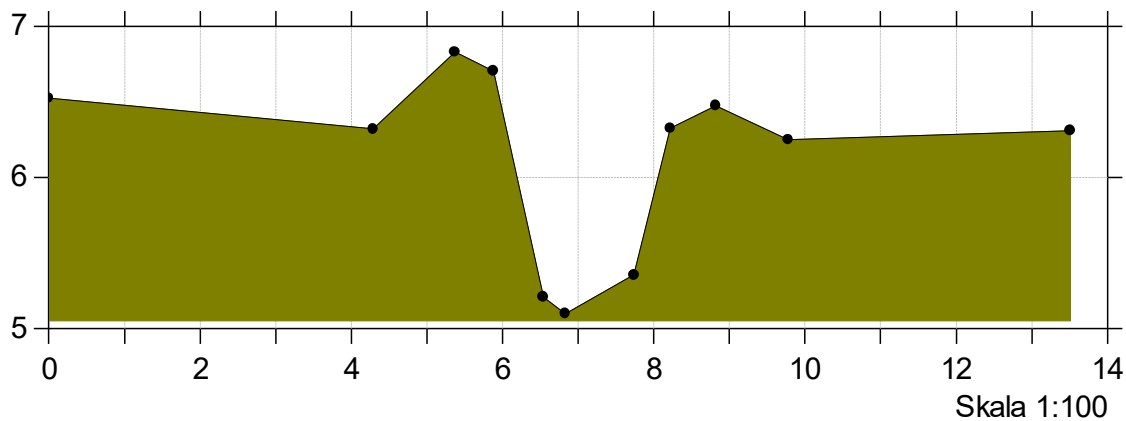
Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020

St. 13



St. 14



Ringfenner



Ringfenner

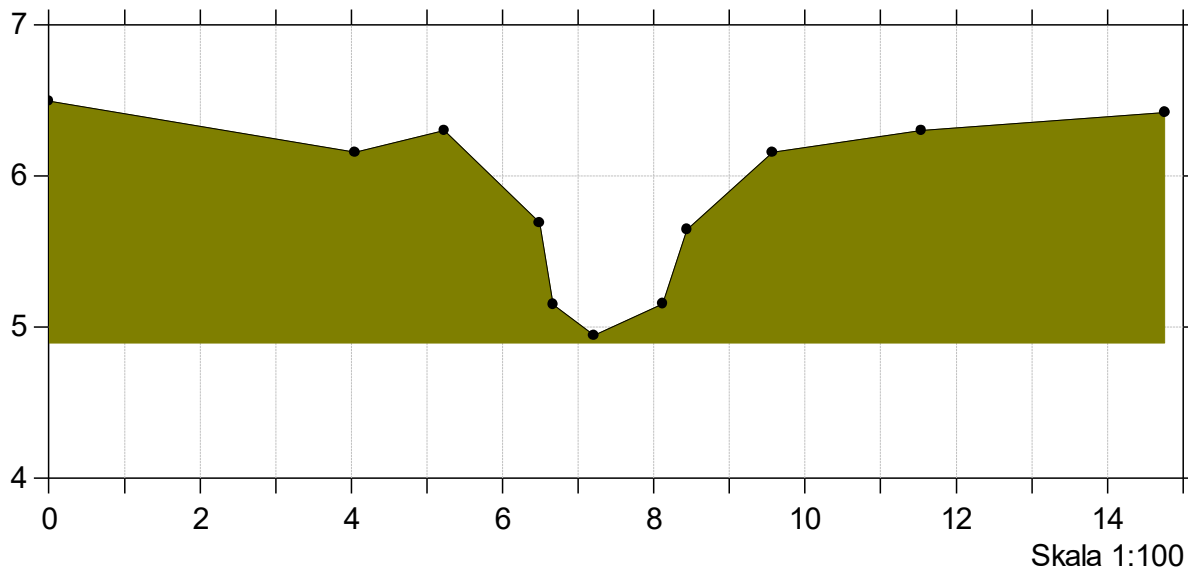
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

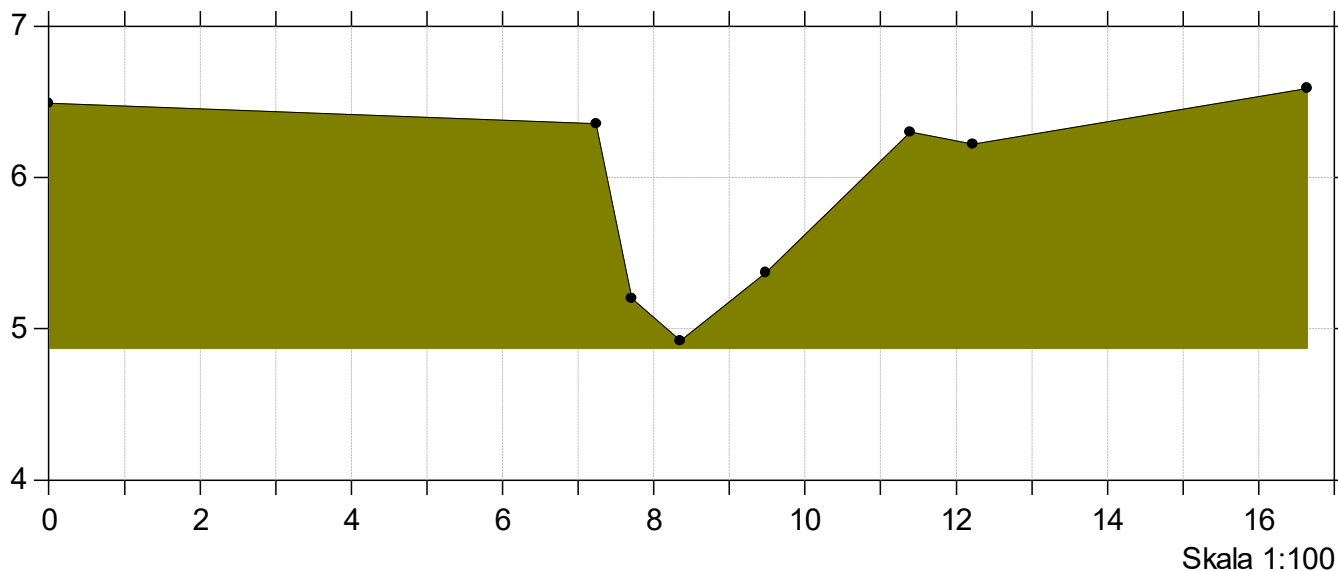
Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020

St. 15



St. 16



Ringfenner



Ringfenner

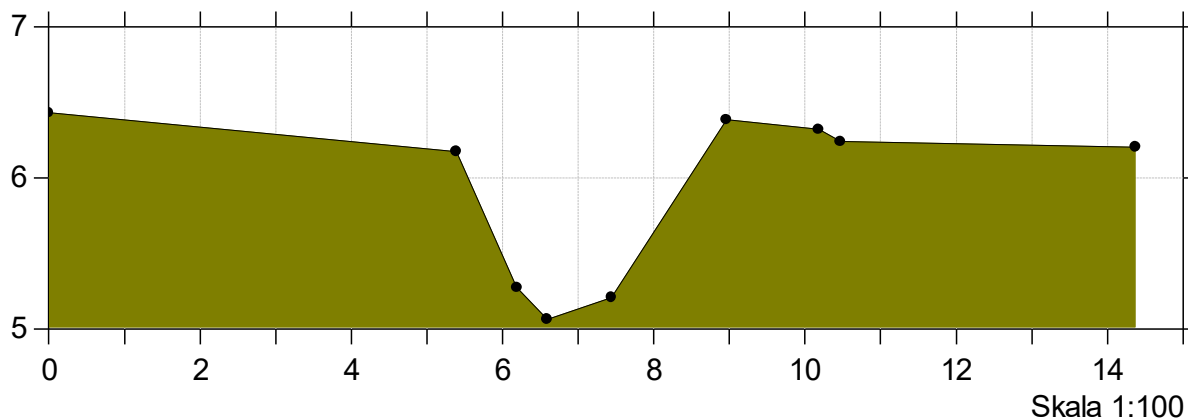
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

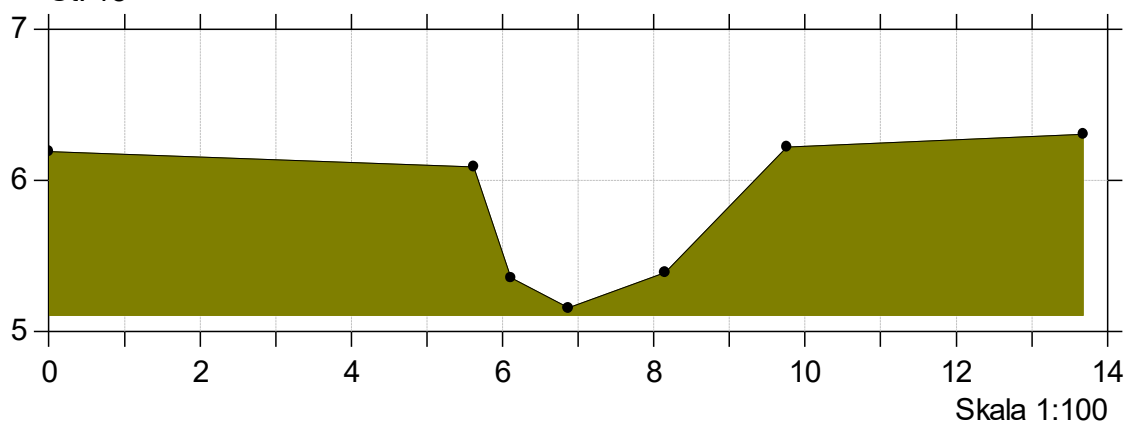
Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020

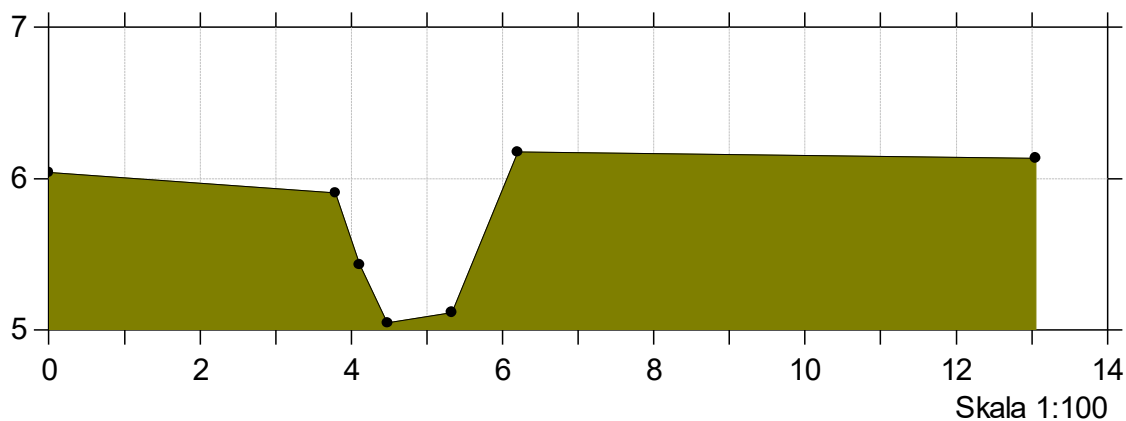
St. 17



St. 18



St. 19



Ringfenner



Ringfenner

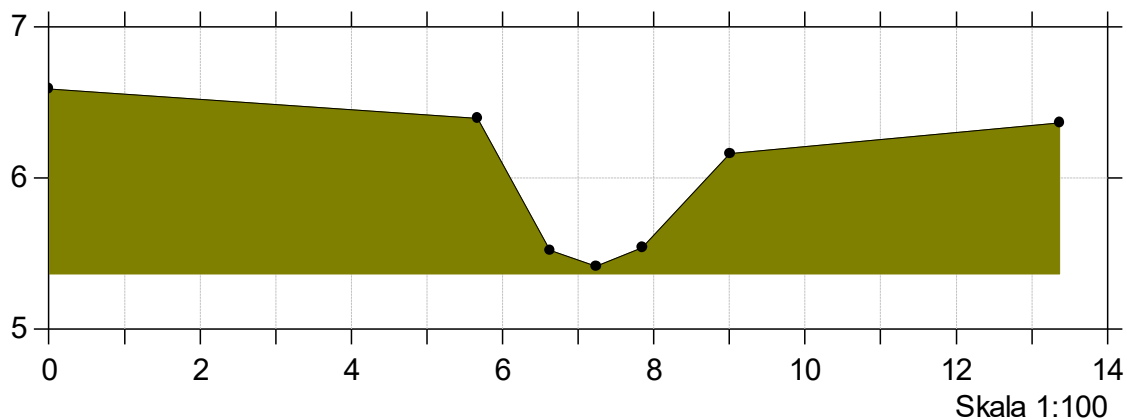
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

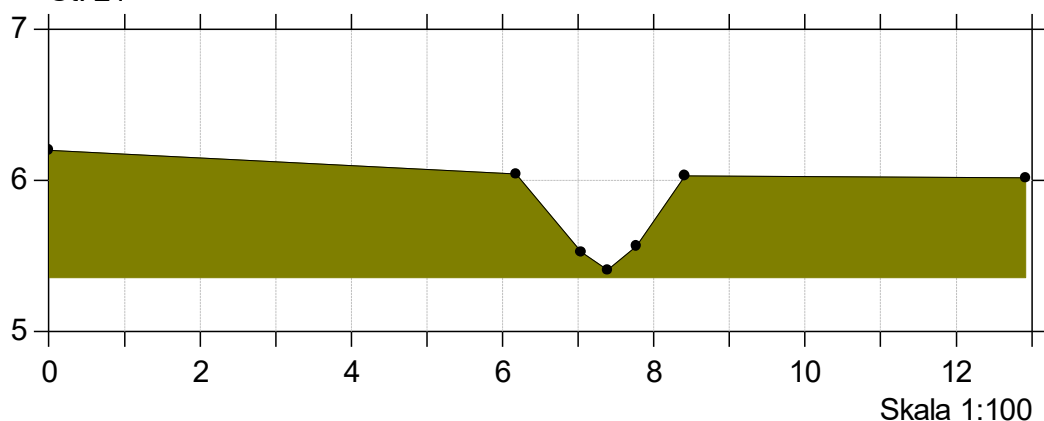
Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020

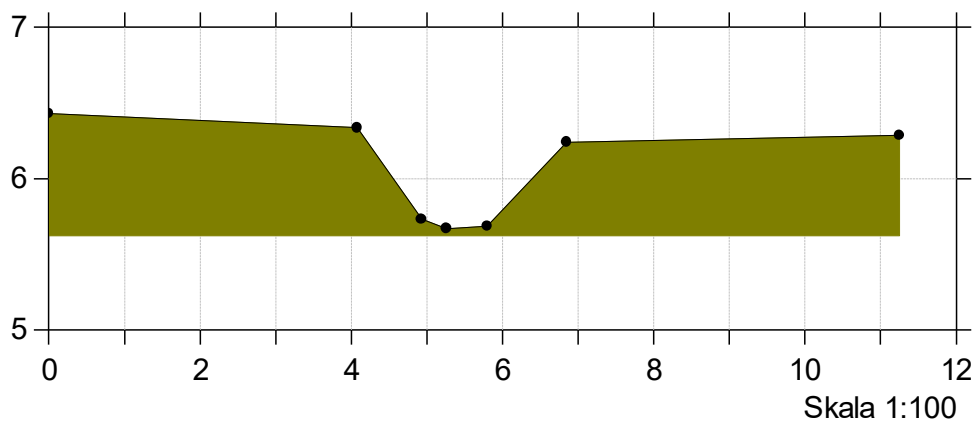
St. 20



St. 21



St. 22



Ringfenner



Ringfenner

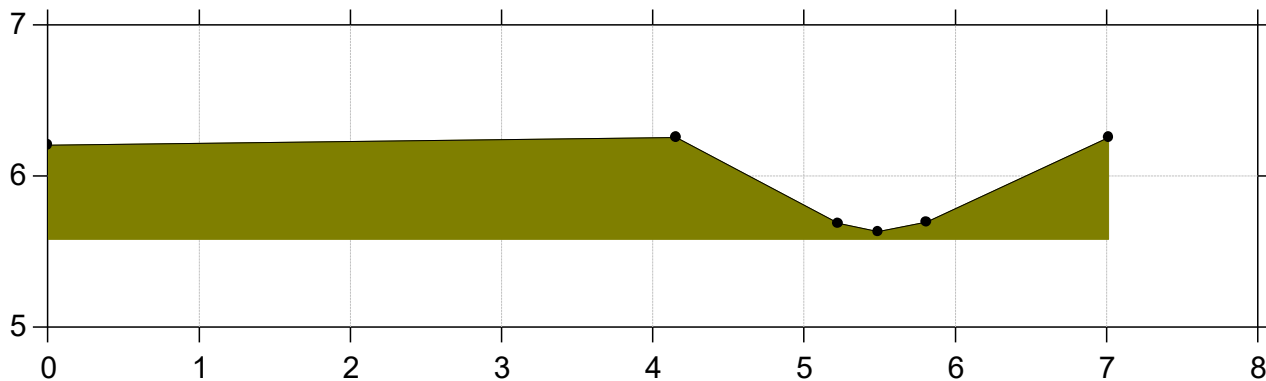
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

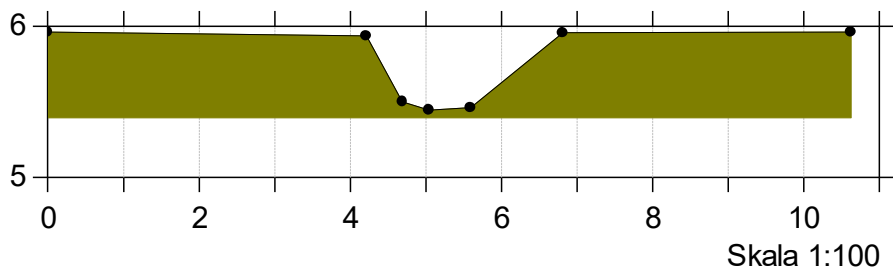
Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020

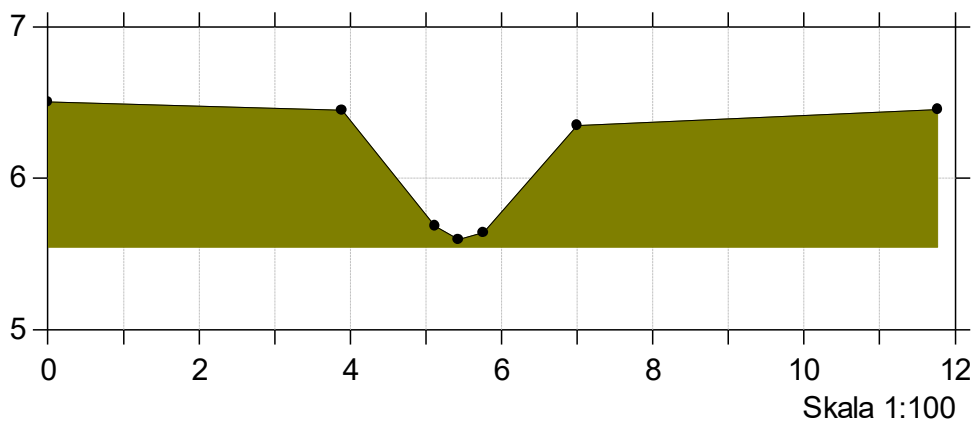
St. 23



St. 24



St. 25



Ringfenner



Ringfenner

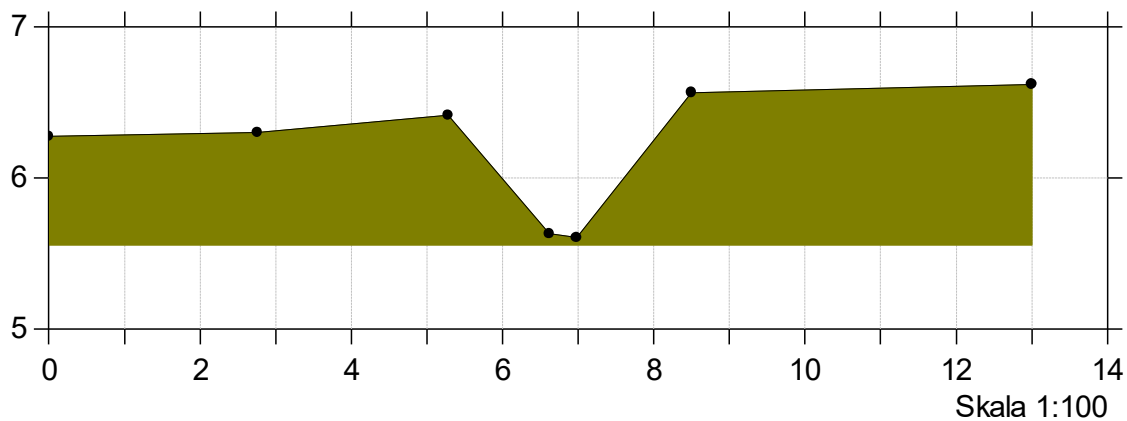
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

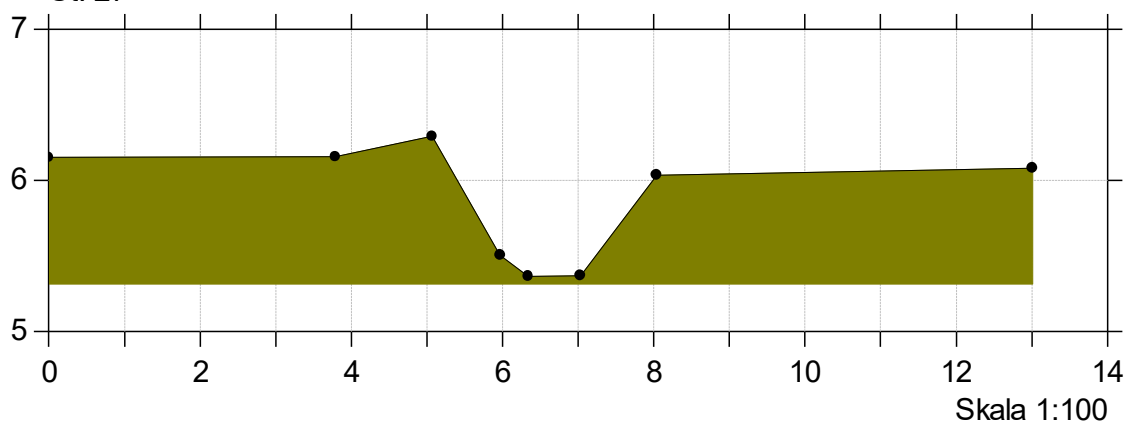
Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020

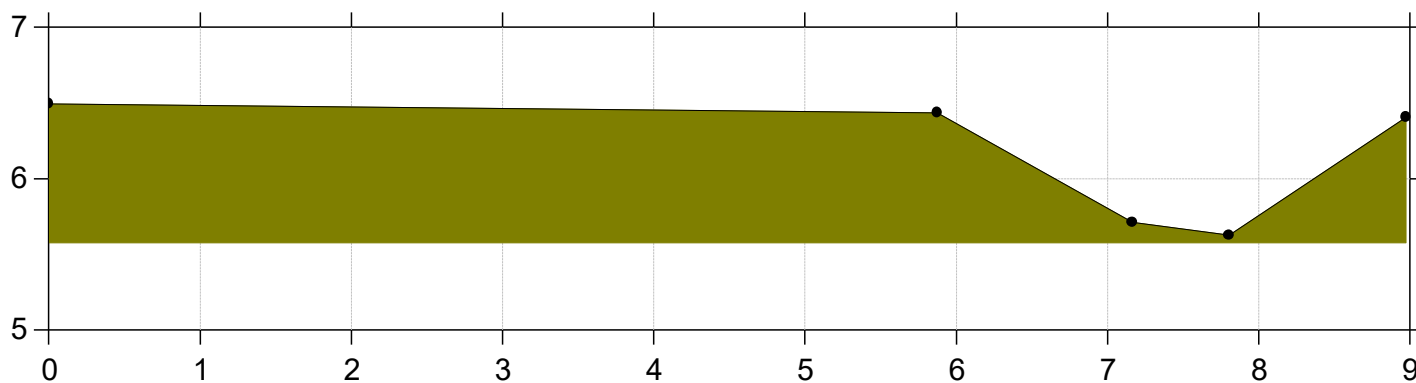
St. 26



St. 27



St. 28



Ringfenner



Ringfenner

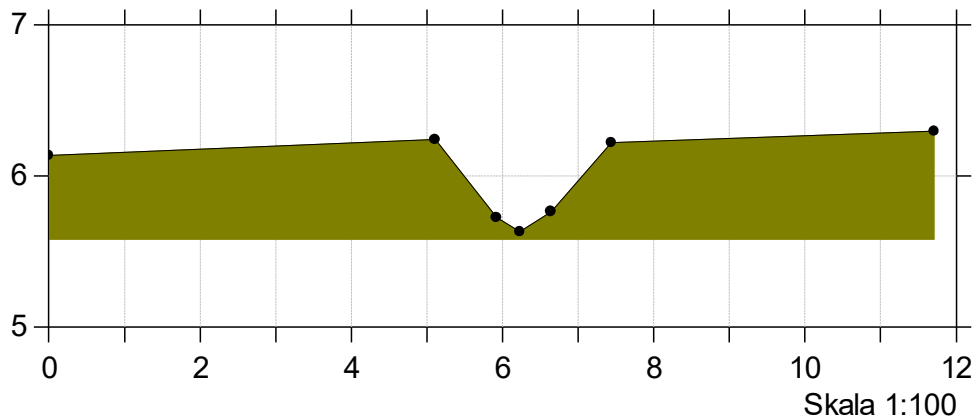
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

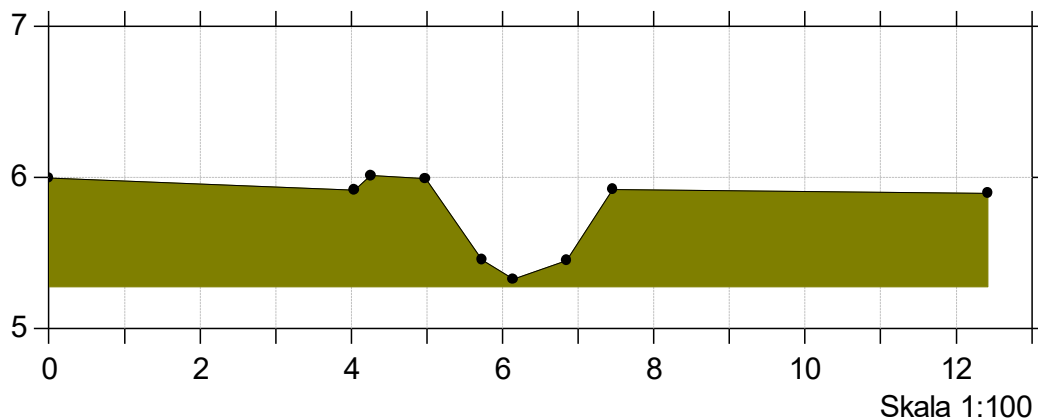
Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020

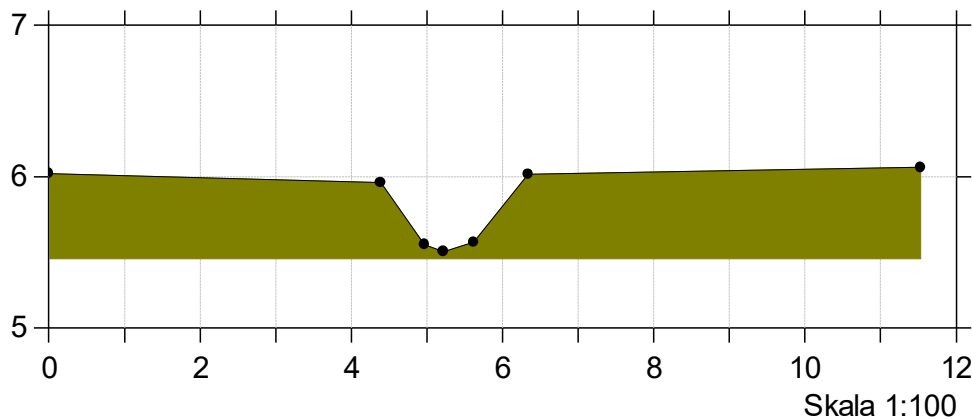
St. 29



St. 30



St. 31



Ringfenner



Ringfenner

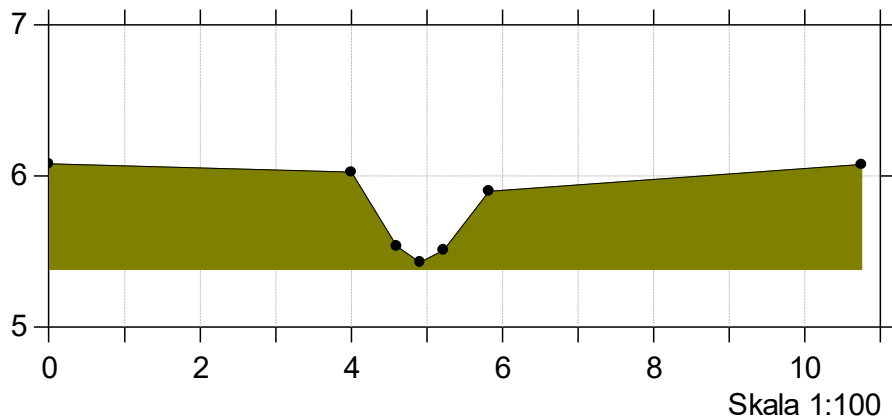
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

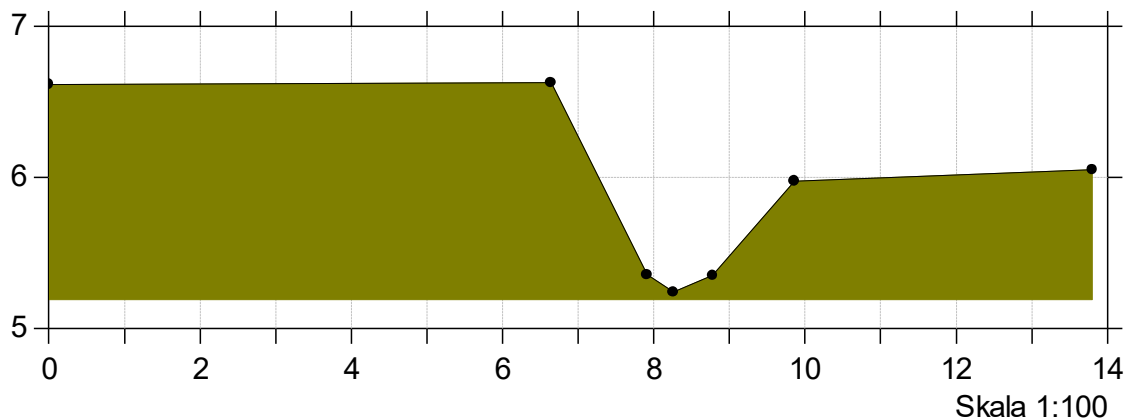
Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020

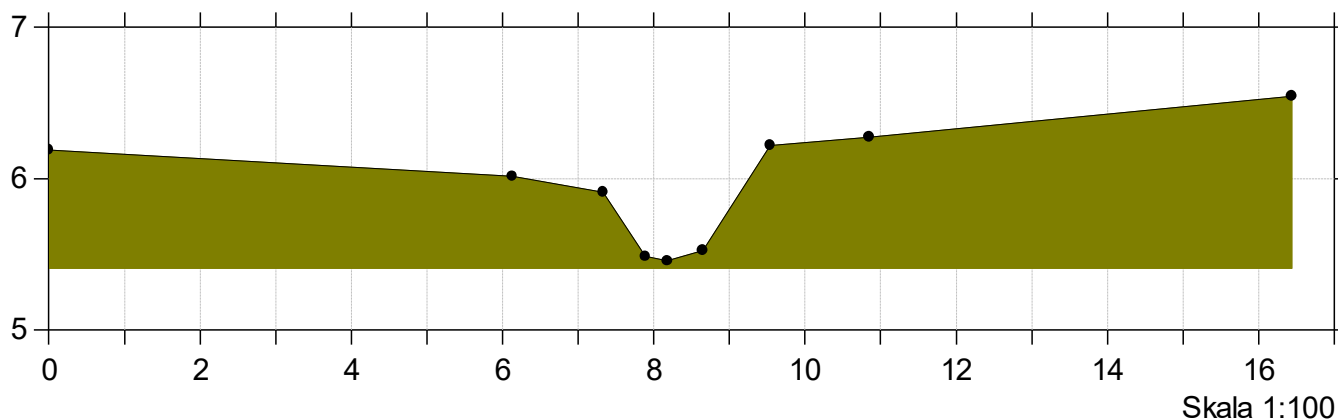
St. 32



St. 33



St. 34



Ringfenner



Ringfenner

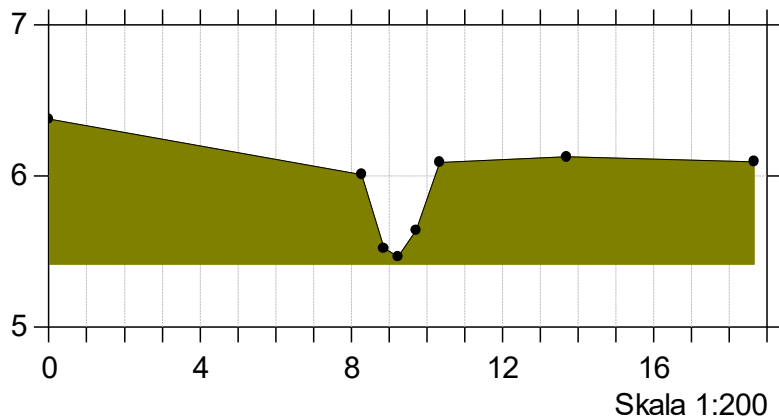
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

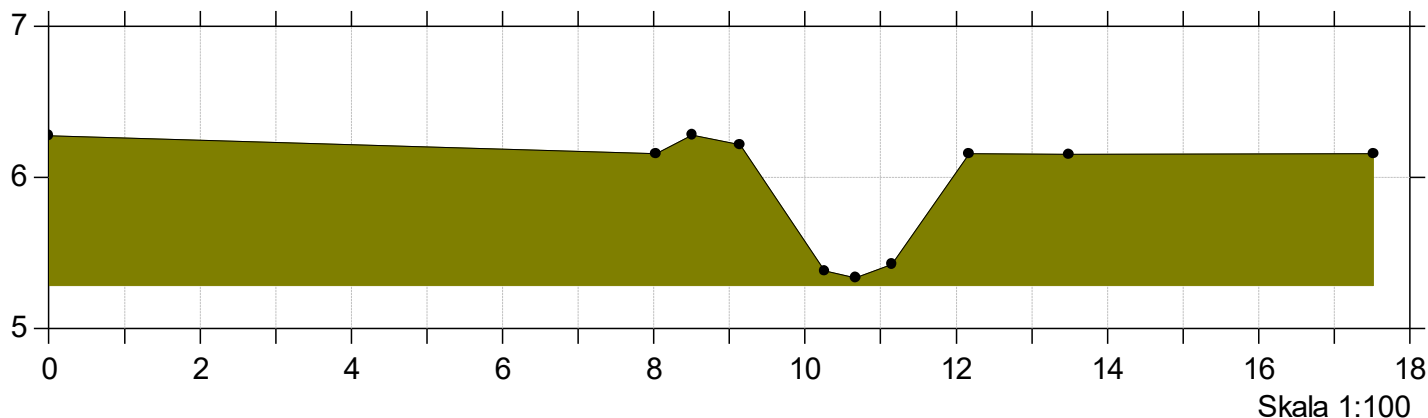
Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020

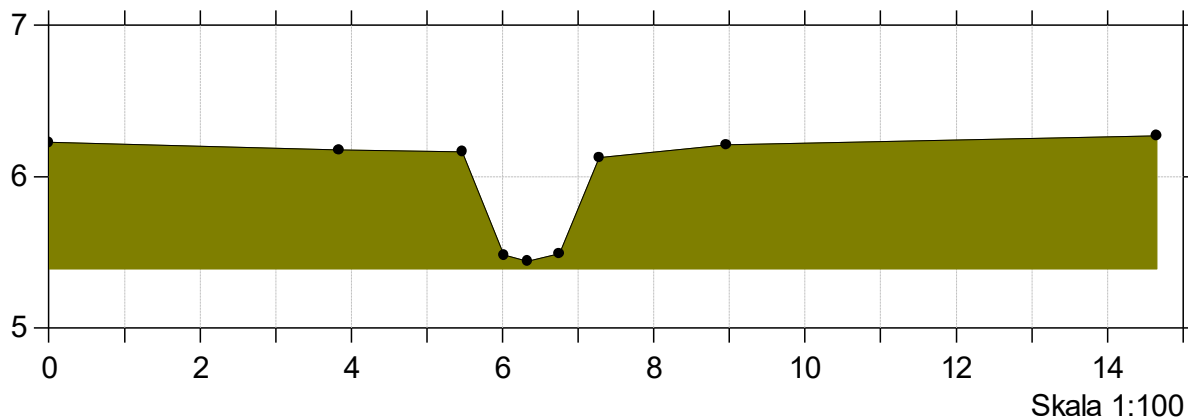
St. 35



St. 36



St. 37



Ringfenner



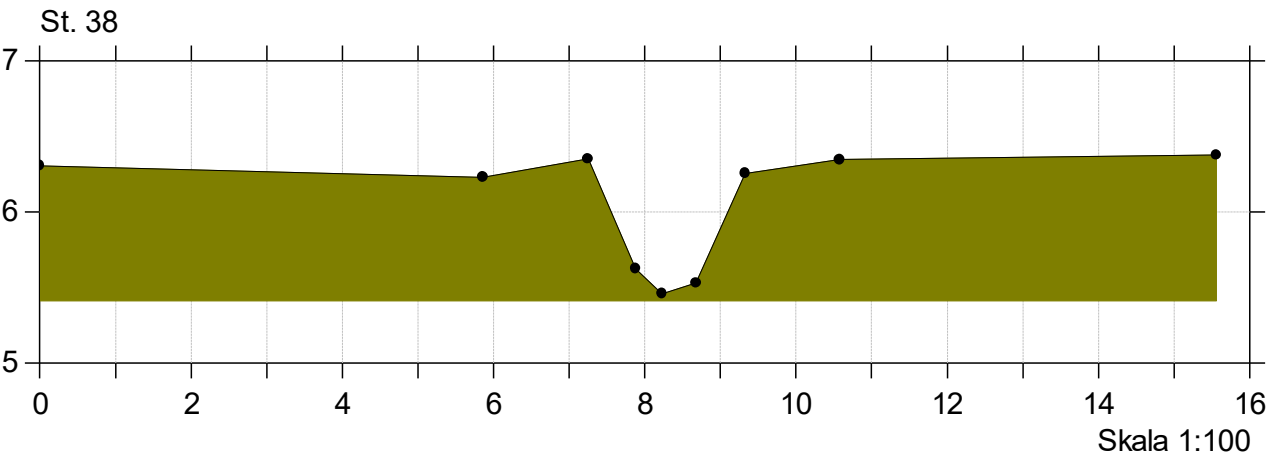
Ringfenner

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Beregning fyld

 Opmålt COWI 2020



A.2 Opfyldning af grøfter (metode 1)

Oversigt over fyldning af grøfter med længder og mængder. Grøfternes tværsnit er beregnet i VASP som volumen under en vis kote. Dette er korrigeret for hvert profil med skøn for fradrag for balken og tillæg for ekstra fyld. Tværsnitsarealet (afrundet) indikerer, hvor meget fyld, der skal bruges pr. m grøft.

Grøft nr.	Længde m	Tværsnit m ²	Fyldes m ³
1	800	2,1	1696
2	800	3,1	2488
3	768	3,3	2519
4	725	2,9	2132
5	682	1,3	893
6	641	1,2	788
7	599	0,9	539
8	548	1,5	795
9	516	4,8	2487
10	678	4,6	3119
11	712	1,5	1082
12	747	1,3	979
13	780	1,4	1108
14	820	1,2	976
15	851	2,4	2051
16	408	2,6	1069
17	443	2,1	930
18	471	2,4	1126
19	496	1,6	808
20	522	1,6	820
21	546	0,7	404
22	578	1,0	590
23	593	1,0	587
24	597	0,8	454
25	616	1,4	881
26	619	1,0	613
27	600	1,1	654
28	616	1,4	856
29	604	0,9	562
30	602	1,1	680
31	619	0,7	409
32	611	0,6	348
33	598	1,3	795
34	883	0,8	724
35	903	0,6	569
36	920	1,6	1435
37	938	1,0	947
38	955	1,2	1098
I alt	25405		41010

A.3 Opfyldning af grøfter (metode 2)

For opfyldning af grøfterne er beregnet volumen i et 6 m bredt bælte under middel af de nye terrænkoter for afskrabene langs grøften. Dette volumen betegnes "tør", da højdemodellen ikke inkluderer det vanddækkede volumen.

Volumen "våd", der var vanddækket, da højdemodellen blev lavet, er beregnet i VASP ud fra de opmålte tværsnit og højdemodellens vandspejl ved de pågældende punkter (laveste punkt inden for en 30 m radius).

Hertil kommer et tillæg for fyld til nuværende terræn mellem skrabene beregnet som 0,25 tykt, 6 m bred, 10 m langt.

ID	Længde m	Middelkote m	Fyldkote m	Volumen "tør" m ³	"våd" m ³	Tillæg m ³	I alt m ³
1	800	6,50	7,00	2420	448	120	2988
2	800	6,68	7,15	2286	552	120	2958
3	768	6,67	7,15	2209	430	120	2759
4	725	6,60	7,05	2009	450	105	2563
5	682	6,75	7,03	1146	123	105	1374
6	641	6,76	6,93	661	224	105	991
7	599	6,70	6,86	614	228	90	932
8	548	6,75	6,87	410	225	90	725
9	516	6,26	6,77	1585	289	90	1964
10	678	5,97	6,62	2650	495	75	3220
11	712	6,34	6,62	1176	570	105	1850
12	747	6,21	6,64	1957	448	105	2510
13	780	6,27	6,56	1405	671	105	2180
14	820	6,27	6,53	1313	771	105	2189
15	851	6,10	6,55	2346	553	105	3004
16	408	6,11	6,55	1096	151	75	1322
17	443	6,09	6,34	685	350	75	1110
18	471	6,05	6,33	792	405	75	1272
19	496	6,12	6,31	593	218	75	886
20	522	6,14	6,51	1172	183	90	1445
21	546	6,15	6,22	235	218	90	544
22	578	6,49	6,63	467	208	90	765
23	593	6,46	6,59	493	178	90	761
24	597	6,13	6,25	449	251	90	789
25	616	6,46	6,61	577	228	90	894
26	619	6,36	6,54	687	155	90	932
27	600	6,13	6,18	182	300	90	572
28	616	6,40	6,59	707	154	90	951
29	604	6,40	6,53	470	193	90	753
30	602	6,14	6,16	99	452	90	641
31	619	6,27	6,35	305	229	90	624
32	611	6,28	6,39	420	196	90	706
33	598	6,27	6,51	856	329	90	1275
34	883	6,20	6,32	662	318	135	1115
35	903	6,05	6,10	237	271	135	643
36	920	6,11	6,17	328	460	135	923
37	938	6,16	6,18	87	328	135	550
38	955	6,26	6,25	0	353	135	488
	25.405			35788	12603	3780	52.171

A.4 Afskrab omkring grøfter

Afskrab langs grøfter beregnet som middelkote minus ny kote.

Grøft	Felt	Middelkote	Ny kote	Volumen
1	1	7,19	6,95	164
1	2	6,99	6,75	170
1	3	7,00	6,75	209
1	4	6,95	6,70	212
1	5	6,75	6,50	205
1	6	7,07	6,75	272
1	7	7,01	6,75	221
1	8	7,07	6,75	321
2	1	7,45	7,20	138
2	2	7,27	7,00	230
2	3	7,06	6,80	217
2	4	7,09	6,80	244
2	5	7,14	6,85	246
2	6	7,13	6,85	233
2	7	7,05	6,80	209
2	8	7,02	6,80	214
3	1	7,34	7,10	122
3	2	7,25	7,00	149
3	3	7,15	6,90	207
3	4	7,08	6,85	192
3	5	7,14	6,90	199
3	6	7,16	6,90	217
3	7	7,15	6,90	211
3	8	6,91	6,65	247
4	1	7,14	6,90	200
4	2	7,08	6,80	237
4	3	7,02	6,75	223
4	4	6,99	6,75	200
4	5	7,10	6,80	253
4	6	7,05	6,75	251
4	7	7,00	6,75	234
5	1	7,29	7,00	160
5	2	7,12	6,80	223
5	3	7,08	6,80	200
5	4	6,86	6,60	215
5	5	6,90	6,60	250
5	6	6,98	6,70	190
5	7	7,02	6,75	259
6	1	7,12	6,85	217
6	2	7,04	6,80	198
6	3	6,92	6,70	181
6	4	6,81	6,55	218
6	5	6,88	6,55	275

Grøft	Felt	Middelkote	Ny kote	Volumen
6	6	6,80	6,55	255
7	1	7,12	6,85	180
7	2	6,94	6,70	204
7	3	6,87	6,60	227
7	4	6,80	6,55	210
7	5	6,76	6,45	263
7	6	6,69	6,45	204
8	1	7,02	6,75	317
8	2	6,94	6,70	202
8	3	6,85	6,60	208
8	4	6,81	6,55	216
8	5	6,74	6,50	223
9	1	6,81	6,55	108
9	2	6,82	6,50	166
9	3	6,79	6,50	146
9	4	6,81	6,50	198
9	5	6,68	6,45	188
10	1	6,80	6,55	189
10	2	6,68	6,40	233
10	3	6,62	6,35	230
10	4	6,76	6,50	215
10	5	6,56	6,30	215
10	6	6,43	6,15	239
11	1	6,61	6,35	211
11	2	6,76	6,45	249
11	3	6,53	6,30	195
11	4	6,56	6,30	214
11	5	6,66	6,40	215
11	6	6,56	6,30	219
11	7	6,64	6,40	112
12	1	6,70	6,45	193
12	2	6,73	6,45	237
12	3	6,68	6,45	194
12	4	6,55	6,30	209
12	5	6,56	6,30	216
12	6	6,57	6,30	223
12	7	6,68	6,40	250
13	1	6,63	6,40	177
13	2	6,56	6,30	220
13	3	6,49	6,25	200
13	4	6,40	6,15	210
13	5	6,61	6,33	240
13	6	6,62	6,35	223
13	7	6,60	6,35	160
13	8	6,59	6,35	105
14	1	6,65	6,40	239

Grøft	Felt	Middelkote	Ny kote	Volumen
14	2	6,49	6,25	197
14	3	6,45	6,20	210
14	4	6,48	6,25	196
14	5	6,54	6,25	236
14	6	6,55	6,30	208
14	7	6,50	6,25	207
14	8	6,63	6,35	126
15	1	6,75	6,50	231
15	2	6,71	6,45	220
15	3	6,52	6,25	229
15	4	6,49	6,25	204
15	5	6,54	6,25	247
15	6	6,48	6,25	195
15	7	6,39	6,15	223
15	8	6,52	6,25	223
16	1	6,56	6,30	266
16	2	6,60	6,35	207
16	3	6,56	6,30	219
16	4	6,49	6,25	178
17	1	6,44	6,20	230
17	2	6,26	6,00	219
17	3	6,29	6,05	204
17	4	6,35	6,10	148
17	5	6,35	6,10	82
18	1	6,39	6,10	262
18	2	6,28	6,00	232
18	3	6,34	6,10	202
18	4	6,31	6,05	176
18	5	6,34	6,10	133
19	1	6,58	6,30	251
19	2	6,21	5,95	205
19	3	6,21	5,95	233
19	4	6,24	6,00	209
19	5	6,32	6,05	179
20	1	6,58	6,40	100
20	2	6,59	6,40	101
20	3	6,55	6,35	107
20	4	6,48	6,35	59
20	5	6,08	6,05	14
21	1	6,45	6,20	229
21	2	6,21	5,95	215
21	3	6,15	5,90	213
21	4	6,13	5,90	192
21	5	6,17	5,93	285
22	1	7,11	6,85	256
22	2	6,72	6,45	230

Grøft	Felt	Middelkote	Ny kote	Volumen
22	3	6,58	6,30	240
22	4	6,58	6,30	232
22	5	6,51	6,25	168
22	6	6,25	6,00	73
23	1	6,88	6,60	274
23	2	6,86	6,60	215
23	3	6,54	6,30	202
23	4	6,54	6,30	199
23	5	6,53	6,30	189
23	6	6,21	5,95	133
24	1	6,41	6,15	255
24	2	6,31	6,05	216
24	3	6,20	5,95	210
24	4	6,14	5,90	198
24	5	6,11	5,85	287
24	6	6,34	6,10	79
25	1	6,83	6,60	223
25	2	6,69	6,45	200
25	3	6,63	6,40	193
25	4	6,62	6,40	184
25	5	6,51	6,25	219
25	6	6,40	6,15	177
26	1	6,64	6,40	225
26	2	6,51	6,25	221
26	3	6,64	6,40	197
26	4	6,67	6,40	225
26	5	6,49	6,25	191
26	6	6,32	6,05	237
27	1	6,21	5,95	250
27	2	6,21	5,95	218
27	3	6,21	5,95	219
27	4	6,20	5,95	212
27	5	6,16	5,90	217
27	6	6,12	5,85	164
28	1	6,72	6,45	259
28	2	6,51	6,25	216
28	3	6,54	6,25	246
28	4	6,64	6,40	200
28	5	6,64	6,40	205
28	6	6,50	6,25	208
29	1	6,64	6,40	226
29	2	6,50	6,25	214
29	3	6,43	6,20	195
29	4	6,48	6,20	235
29	5	6,59	6,35	199
29	6	6,55	6,30	186

Grøft	Felt	Middelkote	Ny kote	Volumen
30	1	6,34	6,10	239
30	2	6,08	5,80	235
30	3	6,07	5,80	229
30	4	6,07	5,80	226
30	5	6,11	5,85	185
30	6	6,31	6,05	194
31	1	6,53	6,25	299
31	2	6,31	6,05	216
31	3	6,30	6,05	211
31	4	6,25	6,00	189
31	5	6,30	6,05	201
31	6	6,41	6,15	210
32	1	6,68	6,40	273
32	2	6,44	6,20	199
32	3	6,22	5,95	226
32	4	6,22	5,95	217
32	5	6,36	6,10	215
32	6	6,43	6,20	181
33	1	6,61	6,35	205
33	2	6,60	6,35	209
33	3	6,48	6,25	176
33	4	6,41	6,15	203
33	5	6,43	6,15	224
33	6	6,53	6,25	214
34	1	6,41	6,15	208
34	2	6,40	6,15	207
34	3	6,39	6,15	201
34	4	6,42	6,15	354
34	5	6,34	6,13	297
34	6	6,28	6,00	178
34	7	6,16	5,90	196
34	8	6,13	5,90	155
35	1	6,29	6,00	263
35	2	6,15	5,90	212
35	3	6,22	6,00	184
35	4	6,10	5,80	418
35	5	6,04	5,80	318
35	6	5,92	5,65	223
35	7	5,87	5,60	226
35	8	6,20	5,90	212
36	1	6,32	6,05	205
36	2	6,21	5,95	215
36	3	6,28	6,00	231
36	4	6,18	5,90	239
36	5	6,20	5,90	166
36	6	6,11	5,90	247

Grøft	Felt	Middelkote	Ny kote	Volumen
36	8	5,99	5,75	205
36	9	6,18	5,90	257
37	1	6,31	6,05	242
37	2	6,27	6,00	231
37	3	6,32	6,05	225
37	4	6,27	6,00	223
37	5	6,23	6,00	193
37	6	6,17	5,95	182
37	7	6,10	5,85	208
37	8	5,98	5,75	198
37	9	5,94	5,70	222
38	1	6,39	6,15	221
38	2	6,33	6,05	239
38	3	6,38	6,10	235
38	4	6,38	6,10	233
38	5	6,29	6,05	203
38	6	6,23	6,00	120
38	7	6,14	5,90	204
38	8	6,08	5,80	264
38	9	6,05	5,80	255
				52.227

A.5 Fyld af vejgrøfter

Længde af strækninger af vejgrøfter, der fyldes

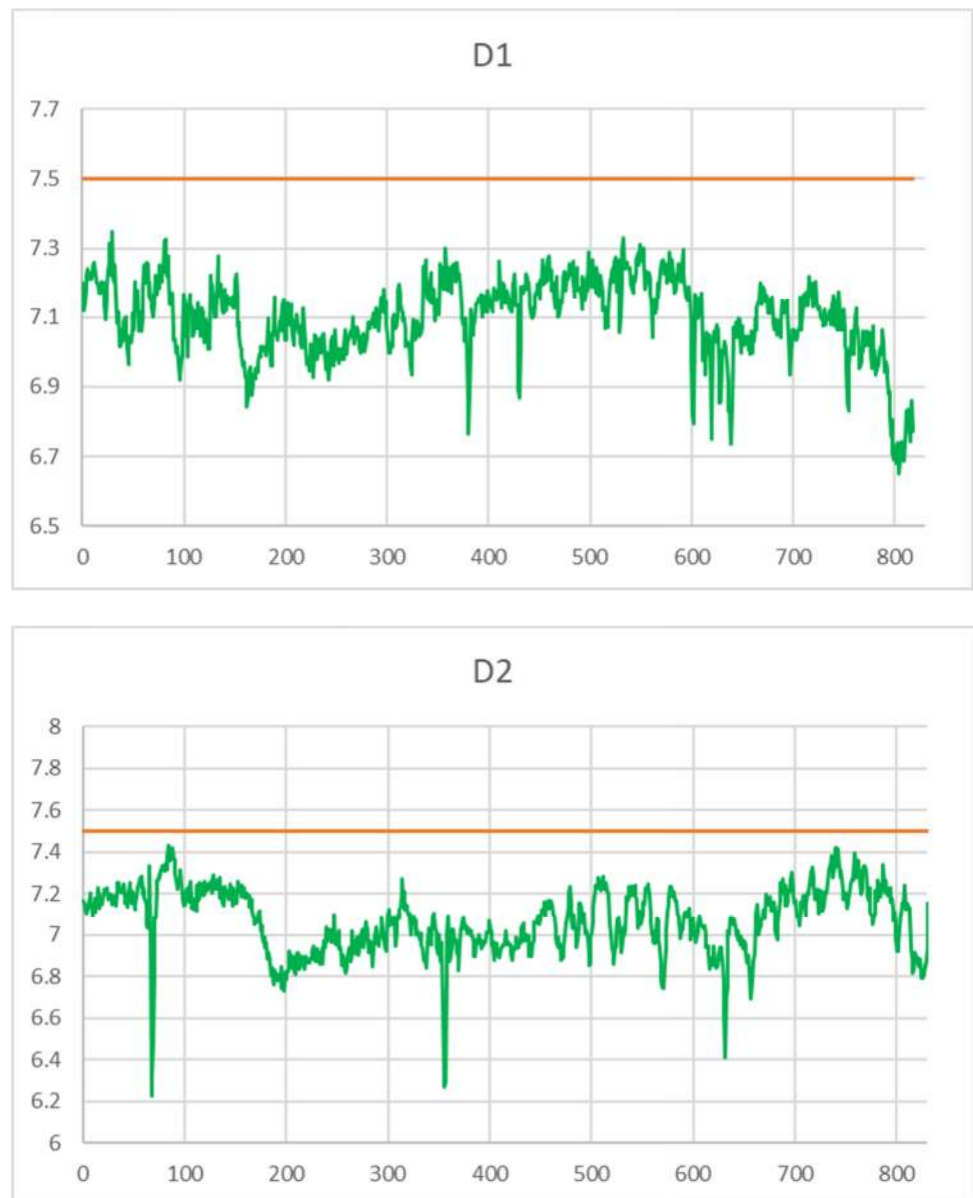
Nr	Længde
1	103
2	18
3	37
4	68
5	46
6	70
7	40
8	16
9	16
10	38
11	22
12	13
13	11
14	13
15	17
16	7
17	41
18	15

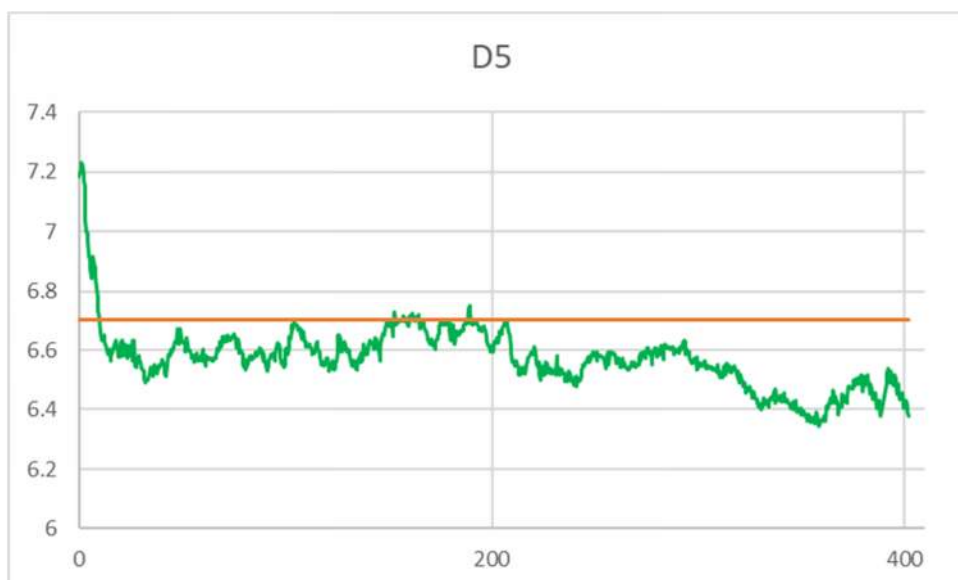
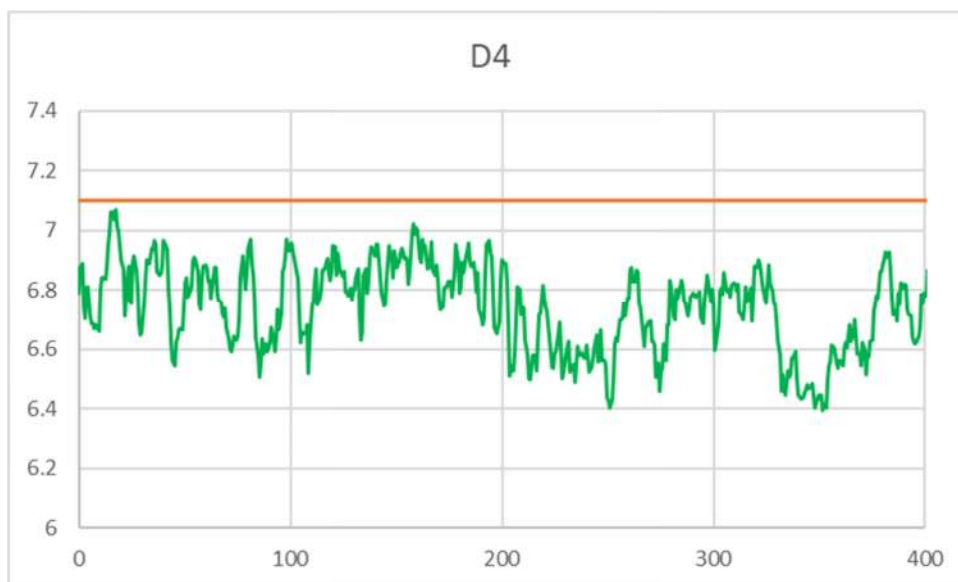
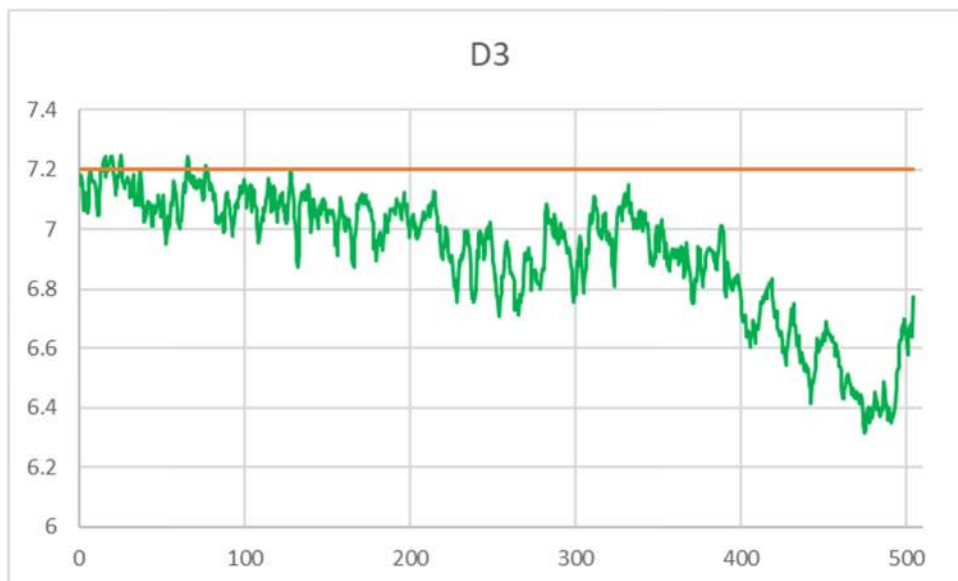
Nr	Længde
19	19
20	13
	623

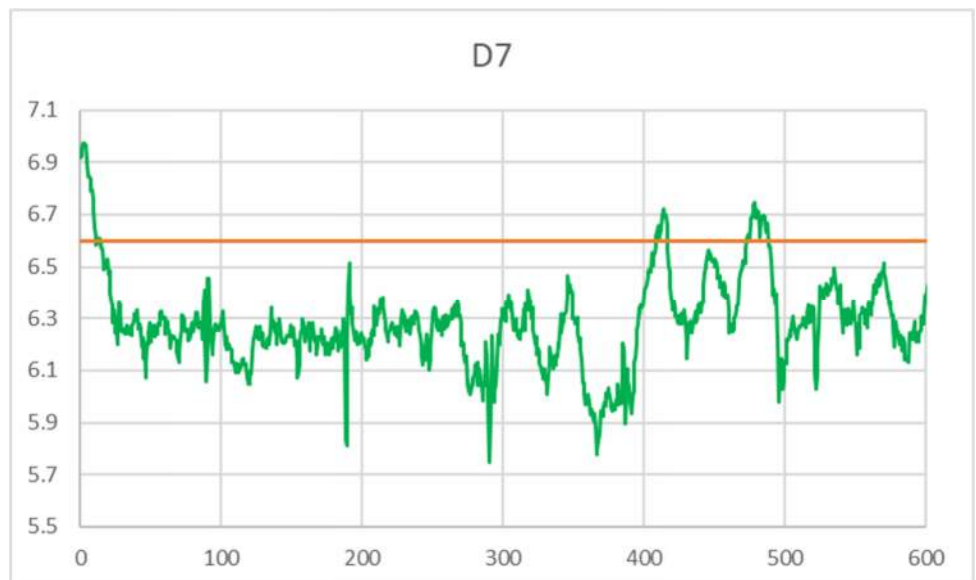
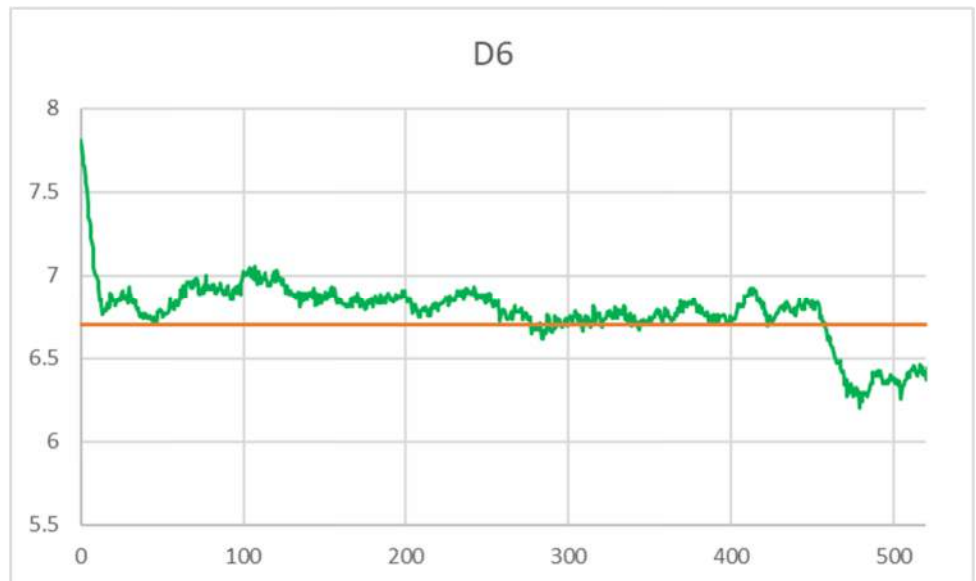
Bilag B Diger og membran

B.1 Længdesnit af diger mellem delområder

Orange streg angiver topkote af diget og grøn streg terrænkoten. Digernes placering fremgår af Figur 4-7 og Bilag E.







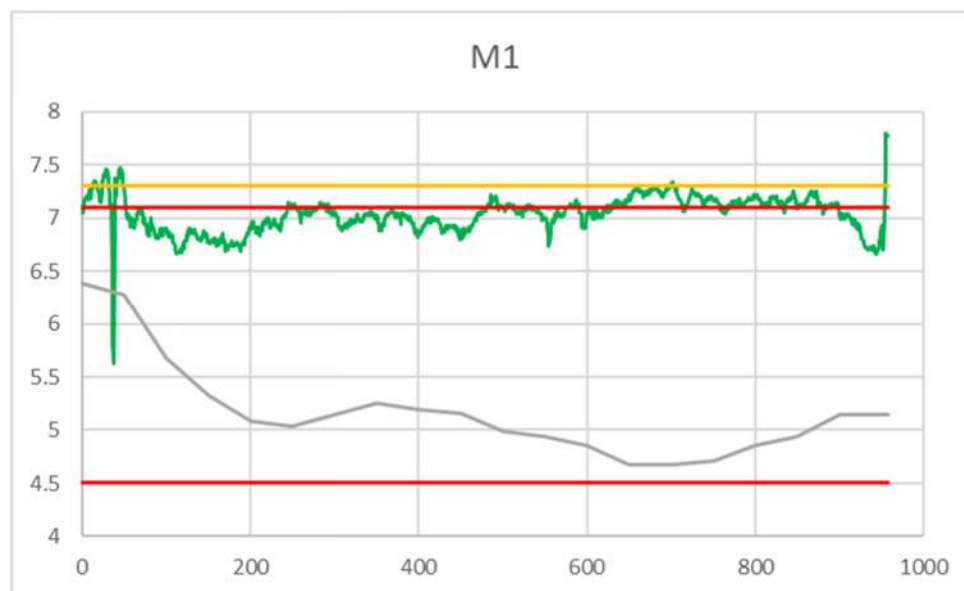
B.2 Volumen af diger

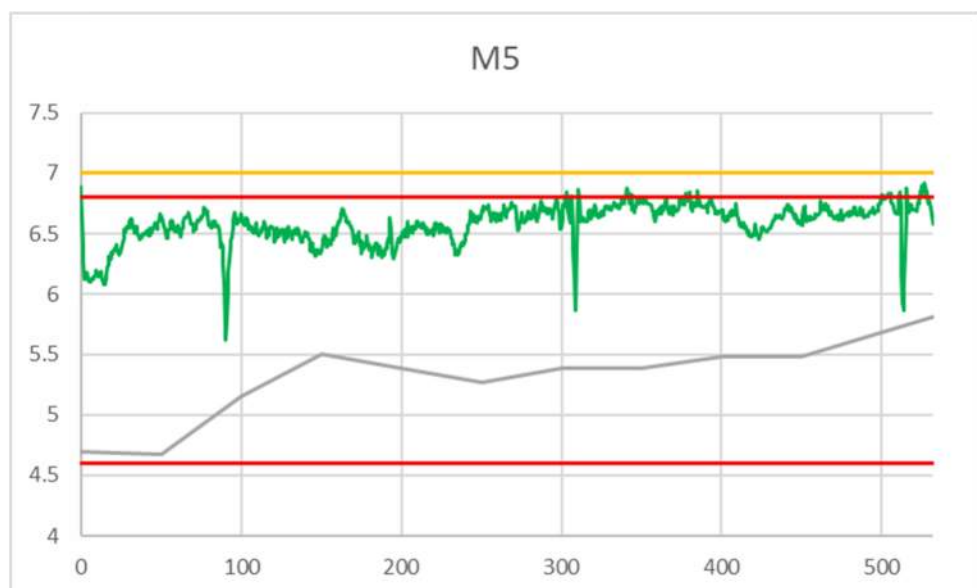
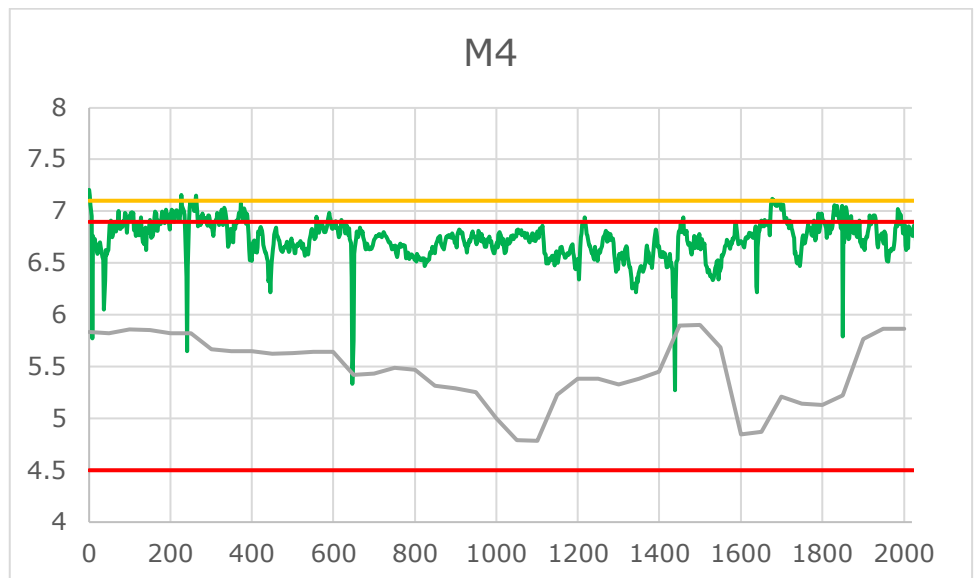
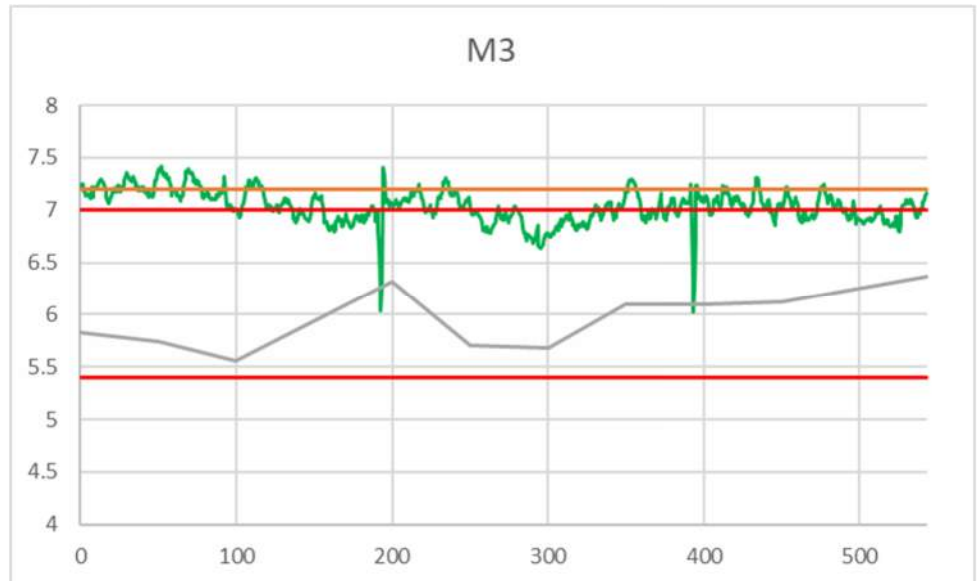
Højden angiver gennemsnitshøjden over terræn. Højder og volumen medregner kun positive værdier, dvs. tilfyldning over terræn.

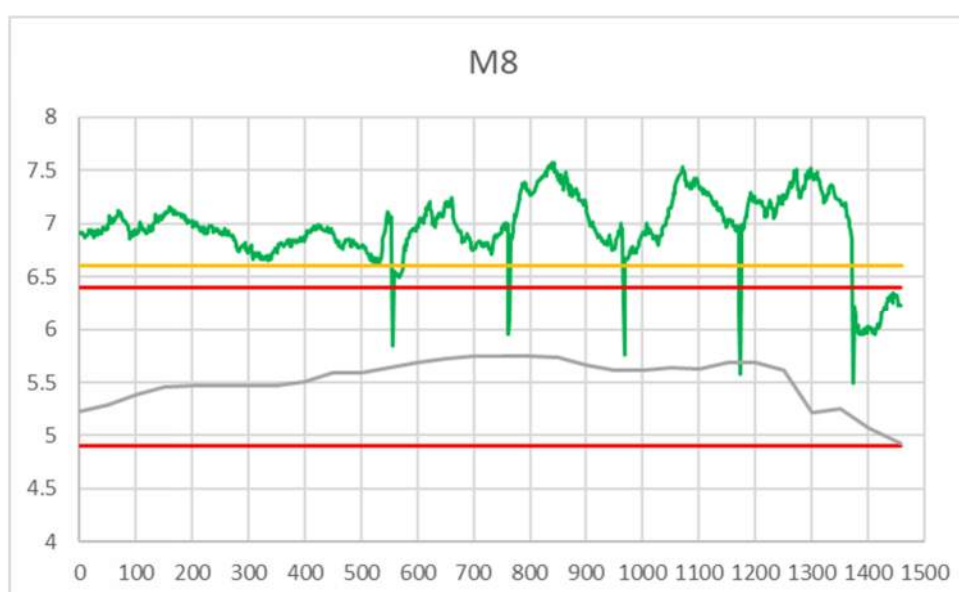
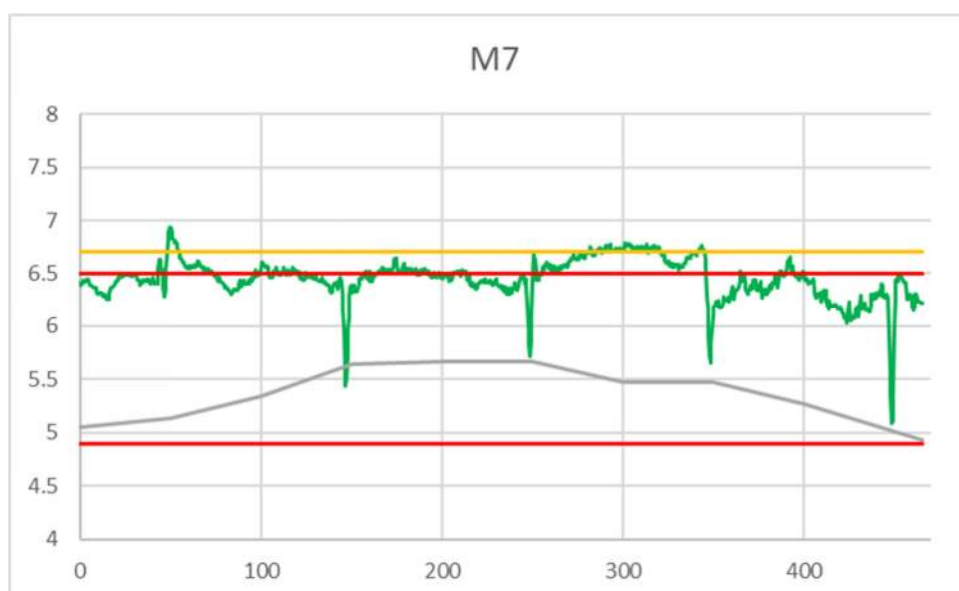
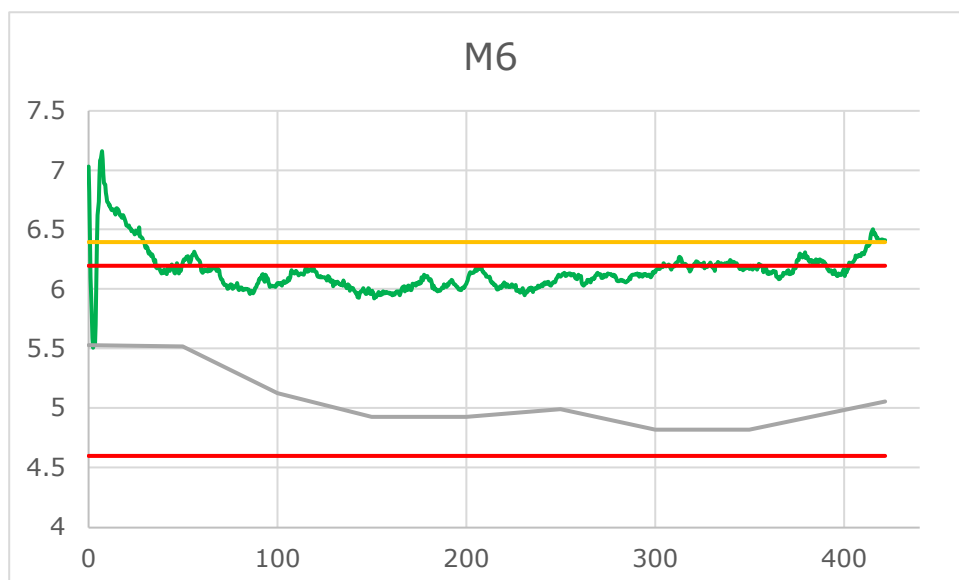
Dige	Top	Længde	Højde	Volumen	m ³ /m
D1	7,50	817	0.40	1552	1,9
D2	7,50	832	0.43	1796	2,2
D3	7,20	504	0.28	681	1,4
D4	7,10	744	0.28	945	1,3
D5	6,70	402	0.13	204	0,5
D6	6,70	521	0.04	85	0,2
D7	6,60	623	0.32	914	1,5
		4443		6177	

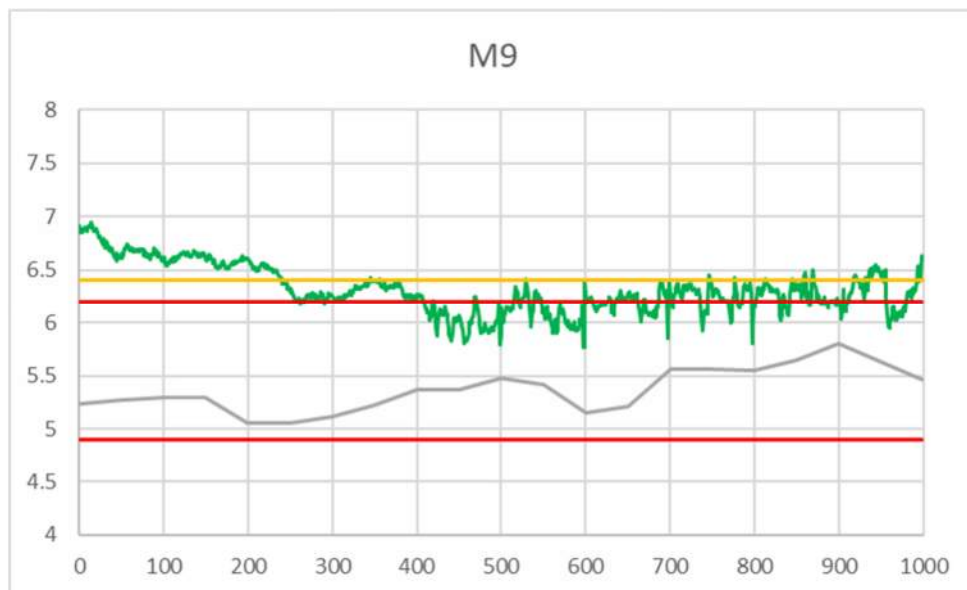
B.3 Længdesnit af randdiger og membran

Orange eller gul streg angiver top af dige og grøn streg terrænet. De røde linjer viser top og bund af planlagt membran. Den grå streg viser overfladen af sandlaget under tørven. Overfladen er baseret på alle målinger af tørvelaget, men er usikker. Digernes placering fremgår af Figur 4-7 og Bilag E.









B.4 Volumen af randdiger

Højden angiver gennemsnitshøjden over terræn. Højder og volumen medregner kun positive værdier, dvs. tilfyldning over terræn.

Dige	Top	Længde	Højde	Volumen	m ³ /m
DR1	7,30	957	0,27	1159	1,2
DR2	7,50	969	0,25	1124	1,2
DR3	7,20	543	0,17	392	0,7
DR4	7,10	2058	0,38	3796	1,8
DR5	7,00	532	0,42	1093	2,1
DR6	6,40	421	0,27	484	1,1
DR7	6,70	465	0,25	538	1,2
DR8	6,60	1458	0,03	263	0,2
DR9	6,40	998	0,15	618	0,6
		8402		9467	

Bemærk, at terrænet ved DR8 er højere end diget, og overskuddet bruges til opfyldning af grøfter i delområdet.

B.5 Membran

Membran. Under anlægsarbejdet optimeres lægningen af membranen, således at materialet udnyttes bedst muligt under hensyn til den faktiske dybde af sandlaget.

Nr.	Længde m	Topkote	Bundkote	Højde m	Areal m ²
M1	957	7,10	4,50	2,60	2489
M2	969	7,30	5,20	2,10	2035
M3	543	7,00	5,40	1,60	869
M4	2058	6,90	4,50	2,40	4940
M5	532	6,80	4,60	2,20	1171
M6	421	6,20	4,60	1,60	674
M7	465	6,50	4,90	1,60	744
M8	1458	6,40	4,90	1,50	2187
M9	998	6,20	4,90	1,30	1297
Sum	8402				16406

B.6 Overgange over diger

Volumen til opbygning af overgange

Overgang	Terrænkote	Digekote	Volumen m ³	Højde m
1.1	7,1	7,5	40	0,4
1.2	7,2	7,5	30	0,3
2.1	7,2	7,5	30	0,3
2.2	7,4	7,5	10	0,1
3.1	7,1	7,2	10	0,1
3.2	6,8	7,2	40	0,4
4.1	6,6	7,1	50	0,5
4.2	6,9	7,1	20	0,2
5.1	6,7	6,7	0	0
6.1	7,0	6,7	0	0
6.2	6,8	6,7	0	0
7.1	6,6	6,6	0	0
7.2	6,4	6,6	20	0,2
Sum (middel)			250	(0,19)

Bilag C Afløb

C.1 Afløbsbrønde

Afløbsbrønde (areal=delområdets areal/antal brønde)

Delområde	Nr	Kote m	Areal ha	Diam mm	Højde m	Rørdiam mm	Rørlængde m
1	1	7,05	9,8	425	1,6	110	30
1	2	7,05	9,8	425	1,6	110	30
2	1	7,25	16,1	600	1,8	160	30
2	2	7,25	16,1	600	1,8	160	30
2	3	7,25	16,1	600	1,8	160	30
3	1	6,95	21,6	600	1,5	160	30
3	2	6,95	21,6	600	1,5	160	30
4	1	6,85	14,9	600	1,4	160	30
4	2	6,85	14,9	600	1,5	160	40
4	3	6,85	14,9	600	1,5	160	40
5	1	6,75	40,6	600	1,7	160	50
7	1	6,45	10,5	425	1,3	110	25
7	2	6,45	10,5	425	1,3	110	25
8	1	6,35	13,7	600	1,2	160	30
8	2	6,35	13,7	600	1,2	160	30
8	3	6,35	13,7	600	1,2	160	30
8	4	6,35	13,7	600	1,2	160	30
8	5	6,35	13,7	600	1,2	160	50
8	6	6,35	13,7	600	1,2	160	50

C.2 Overløb

Overløb

Delområde	Nr	Kote m
4	1	6,85
4	2	6,85
4	3	6,85
5	1	6,75
5	2	6,75
5	3	6,75
6	1	6,15
9	1	6,15
9	2	6,15

Bilag D Hydrologisk model

NATURSTYRELSEN

RINGFENNER HYDROLOGISK MODEL

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Baggrund	1
2	Modelområde og diskretisering	2
3	Topografi	2
4	Klimainput	3
5	Arealanvendelse, overfladisk afstrømning og umættet zone	4
6	Geologisk model og beregningsmodel	5
6.1	Randbetingelser	6
6.2	Drænforhold	6
6.3	Tidsskridt og simuleringsperiode	8
7	Kalibrering af modellen	8
8	Fremtidige forhold	11
9	Resultater	14
9.1	Simuleret vandstand	14
9.2	Vandbalance	16

1 Baggrund

Ringfenner er et område ved Store Vildmose i Nordjylland, der oprindeligt er en højmosse, men nu er store dele af mosen drænet, og der er blevet (og bliver stadig) gravet tørv i området. Formålet med at opstille en hydrologisk model er at

PROJEKTNR.

A234433

DOKUMENTNR.

Bilag til rapport

VERSION

1

UDGIVELSESDATO

03.02.2022

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

MJLO

KONTROLLERET

BOC

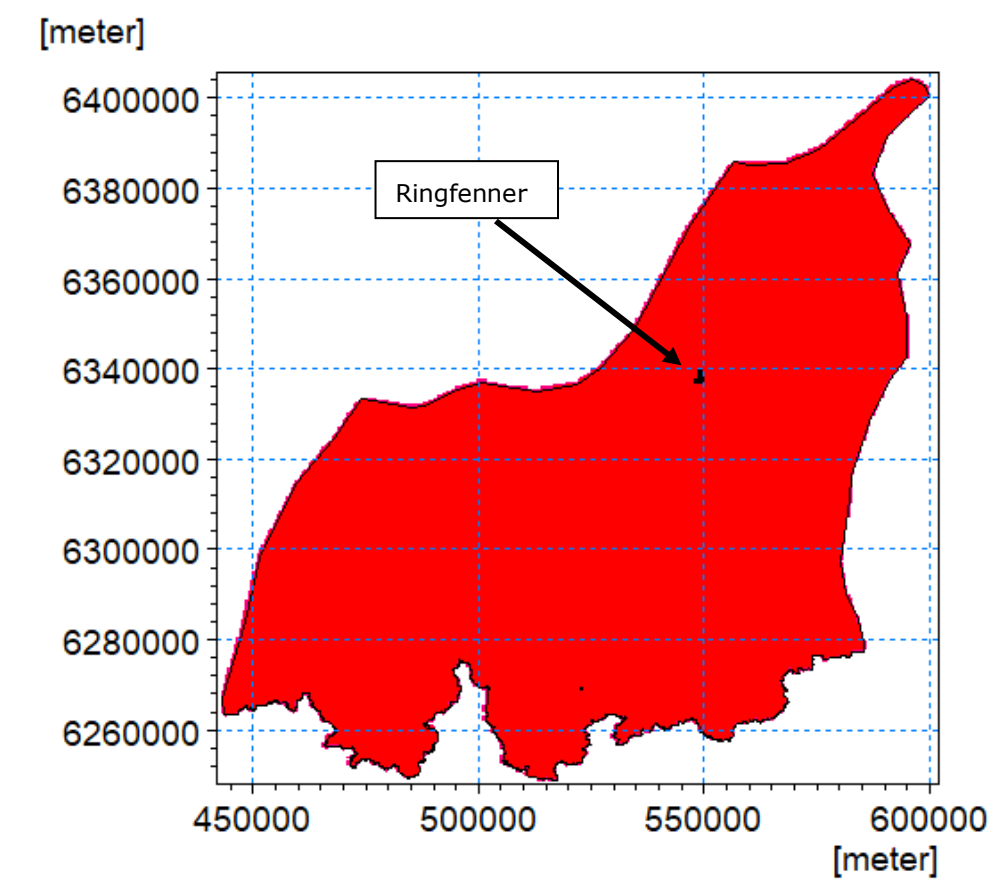
GODKENDT

TOEB

undersøge strømningsforholdene og afvandingsdybden ved Ringfenner, hvis grøfterne afproppes og dræningen af området ophører.

2 Modelområde og diskretisering

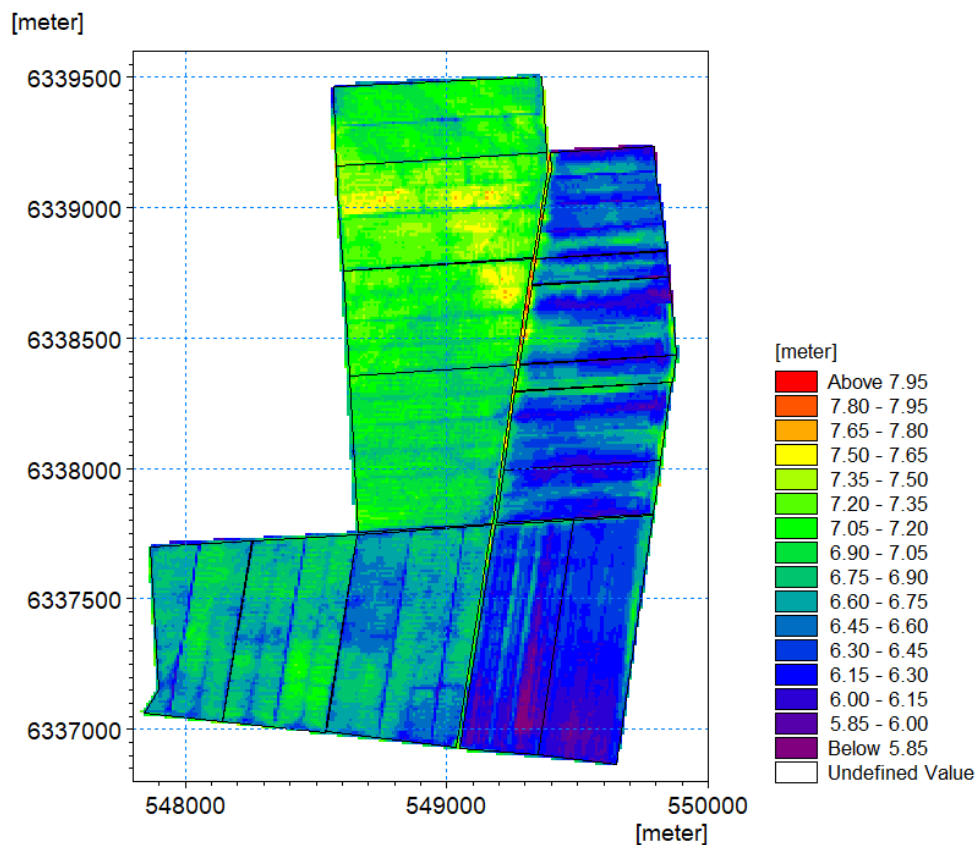
Modelområdet ved Ringfenner har et areal på ca. 3,5 km² og er en del af DK-modellen for Nordjylland, se Figur 2-1. DK-modellen har en diskretisering på 500 m, mens lokalmodellen for Ringfenner har en diskretisering på 10 m. Fra DK-modellen benyttes de overordnede input data for arealanvendelse, jordtyper, mens lagflader udglattes til 10 m grid.



Figur 2-1 DK-model for Nordjylland og placering af lokalmodel for Ringfenner.

3 Topografi

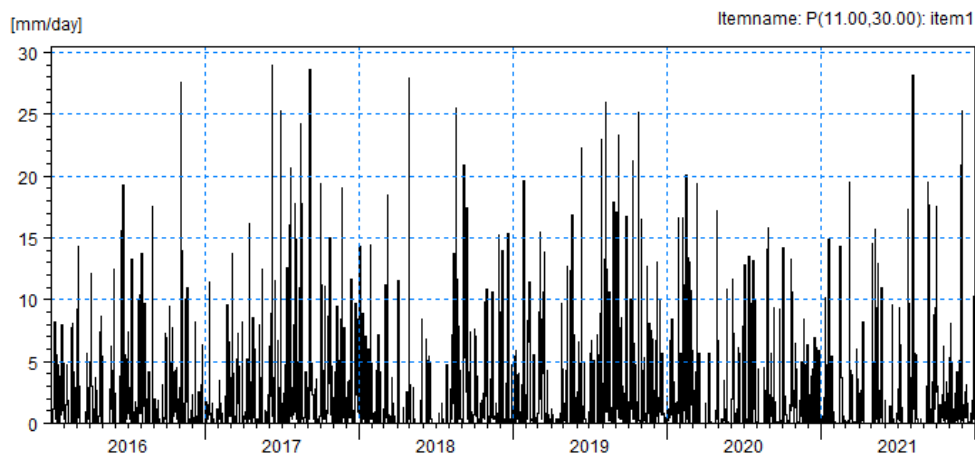
Topografien i området er forholdsvis flad og varierer fra under kote 6 m DVR90 til ca. 8 m DVR90 med de højeste koter i den nordvestlige del af området. Terrænmodellen er hentet fra Danmarks Højdemodel i 0,4 m grid, men er i den hydrologiske model udglattet til et 10 m grid svarende til modeldiskretiseringen. Terrænmodellen er vist på Figur 3-1. Ved de fremtidige forhold ændres topografien i området, se afsnit 8.



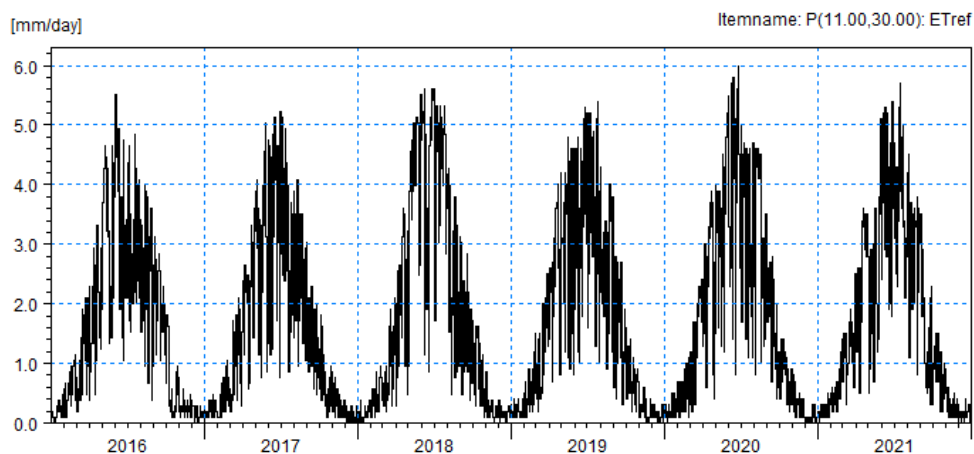
Figur 3-1 Terrænmodel for Ringfenner. Diskretiseringen er 10 m.

4 Klimainput

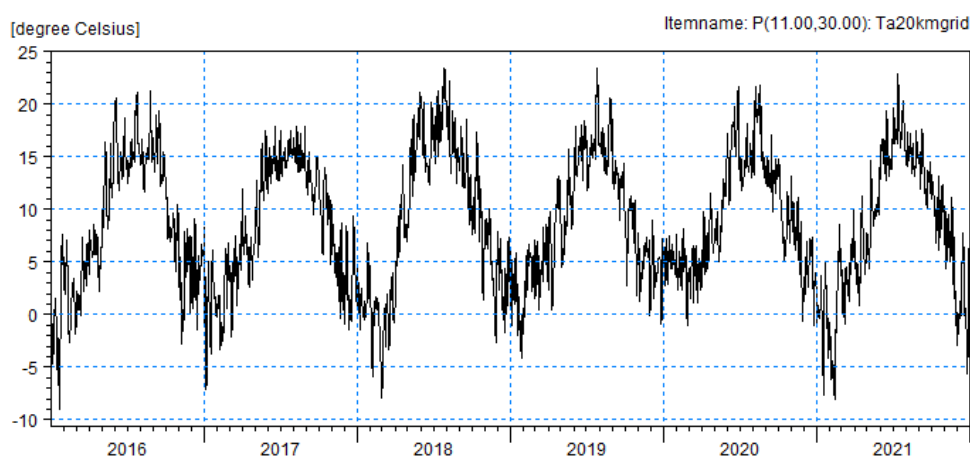
Den hydrologiske model drives af klimaparametre for nedbør, potentiel fordampning og temperatur (til at beregne om nedbøren falder som regn eller sne). Der anvendes et dynamisk klimainput af tidsserier med daglige værdier, se Figur 4-1 til Figur 4-3. Disse tidsserier er opdateret med de seneste klimadata fra DMI til og med 2021, så modellen kan benyttes for perioden, hvor der er foretaget pejlinger af vandstanden i området.



Figur 4-1 Daglige værdier af nedbør.



Figur 4-2 Daglige værdier af potentiel fordampning.



Figur 4-3 Daglige værdier af middellufttemperatur.

5 Arealanvendelse, overfladisk afstrømning og umættet zone

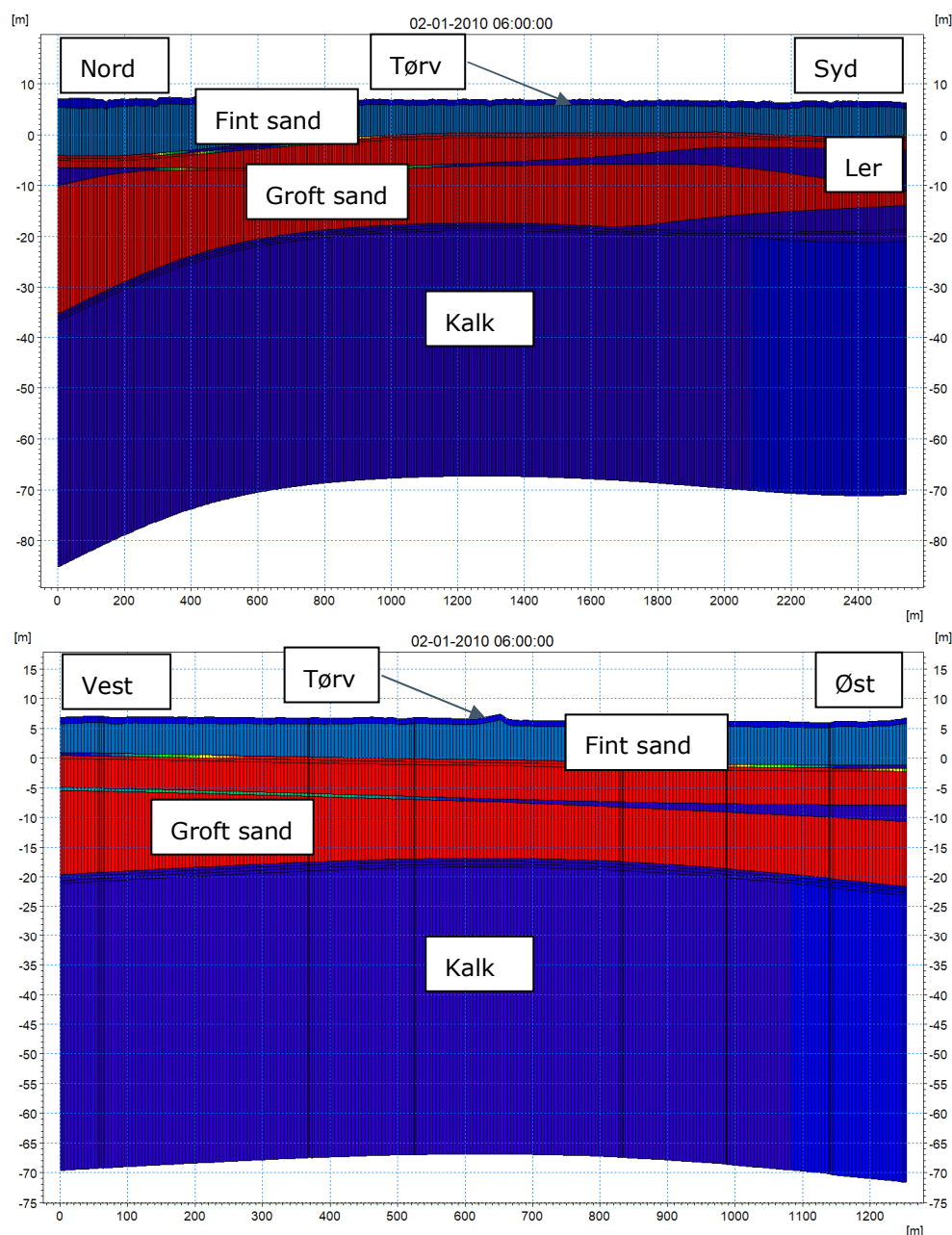
Arealanvendelsen er ifølge DK-modellen beskrevet som "permanent græs", der benytter en rodedybde på 700 mm og et bladarealindeks (Leaf Area Index, LAI) på 4. Dette gav imidlertid en meget høj fordampning, så i stedet anvendes de samme parametre som for "hede", dvs. en rodedybde på 300 mm og et LAI på 2. Dette viste sig at give en mere realistisk fordampning fra området.

Overfladisk afstrømning vurderes ikke at have en stor betydning i området under de nuværende drænede forhold, men kan have en betydning ved de fremtidige mere udrænede forhold. Manningtallet, der beskriver terrænoverfladens ruhed, er ændret fra DK-modellen værdi på $M=10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ til $M=5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ (mere ru).

Den umættede zone er modellens øverste beregningslag, dvs. tørvelaget, som i modellen har en mættet hydraulisk ledningsevne på $6,0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$. Vandindholdet ved fuld mætning, markkapacitet og visnepunkt er hhv. 76%, 62% og 19%. Desuden regnes der med makroporestrømning i den umættede zone.

6 Geologisk model og beregningsmodel

Den geologiske model består af vekslende sand- og lerlag samt et kalklag nederst i lagfølgen, i alt 27 geologiske lag. Flere af disse lag er ikke til stede ved Ringfenner. Beregningsmodellen for Ringfenner består således af 11 lag, men i praksis er der kun 4-5 lag: Øverst et tørvelag, herunder et fint sandlag ovenpå et grovere sandlag (vekslende med ler mod syd og øst) og nederst et kalklag, se Figur 6-1.



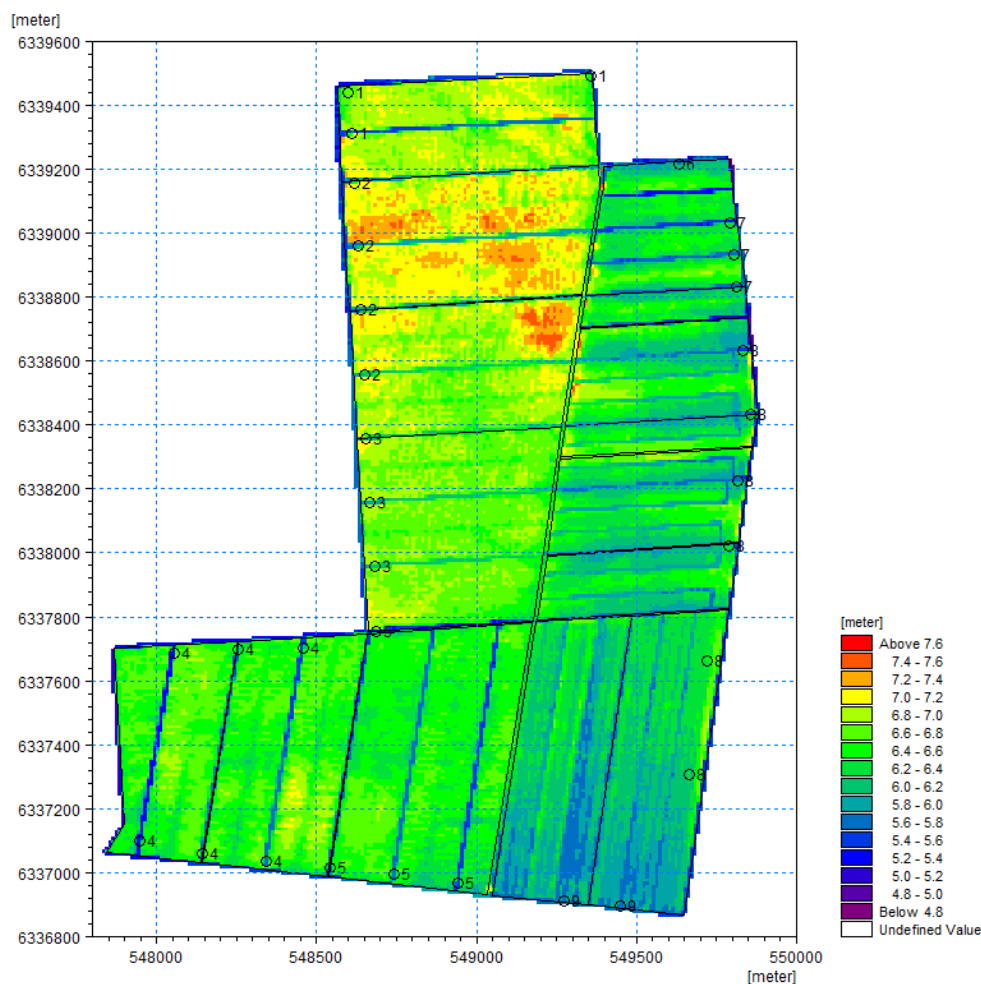
Figur 6-1 Geologiske profiler af modellen.

I DK-modellen er laget under tørven et lerlag, men ifølge lokale undersøgelser består dette lag i stedet af fint/siltet sand. Dette lag er derfor ændret i lokalmodellen for Ringfenner ved at øge den hydrauliske ledningsevne med en faktor 10 (til $6,0 \times 10^{-6}$ m/s for den horisontale hydrauliske ledningsevne). Tørvelagets hydrauliske ledningsevne er til gengæld reduceret med en faktor 10 (til $2,3 \times 10^{-6}$ m/s).

m/s). Justeringerne af ledningsevner er i den indledende fase foretaget, så modellen giver realistiske vandstande både med og uden dræn. I afsnit 7 beskrives en kalibrering af modellen baseret på pejlinger. De andre hydrauliske ledningsevner er der ikke justeret på, og ledningsevnen for det grove sand er $2,7 \cdot 10^{-4}$ m/s. Kalken har en varierende hydraulisk ledningsevne på $1,0\text{--}3,0 \cdot 10^{-5}$ m/s.

6.1 Randbetingelser

Der er anvendt en fastholdt trykrand svarende til den laveste terrænkote inden for hver 10×10 m beregningscelle i de øverste to beregningslag (tørvelaget og sandlaget). Dette skal repræsentere en middelvandstand i grøfterne langs området, og det er samtidig startvandspejlet for simuleringen, se Figur 6-2. De øvrige beregningslag har en no-flow randbetingelse. Randbetingelserne for tørven ændres ved det fremtidige forhold, se afsnit 8.

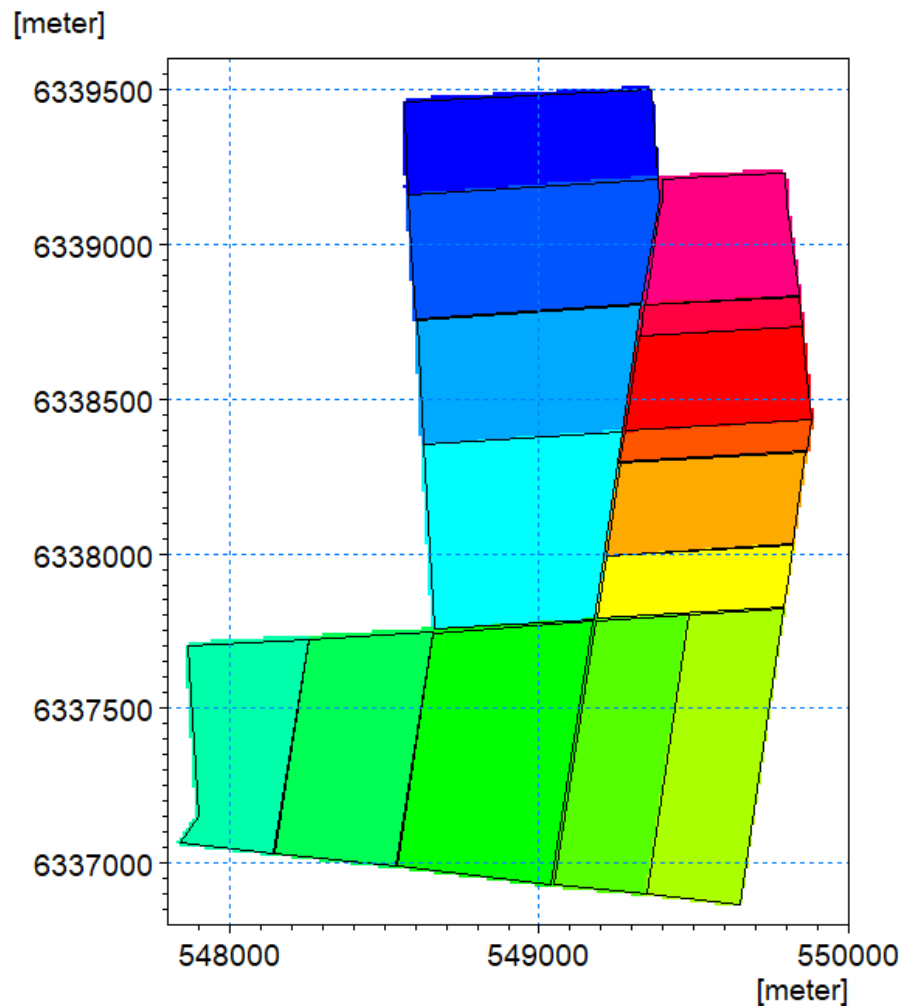


Figur 6-2 Startvandspejl i tørven og det underliggende sandlag. Kortet er fremkommet ved at udtrække den laveste terrænkote fra 0,4 m griddet og overføre værdien til modellens 10 m grid.

6.2 Drænforhold

Ved de nuværende forhold er området drænet ved en række interne grøfter og uden om hele området. I modellen er hvert enkelt jordstykke (fenne) tildelt en

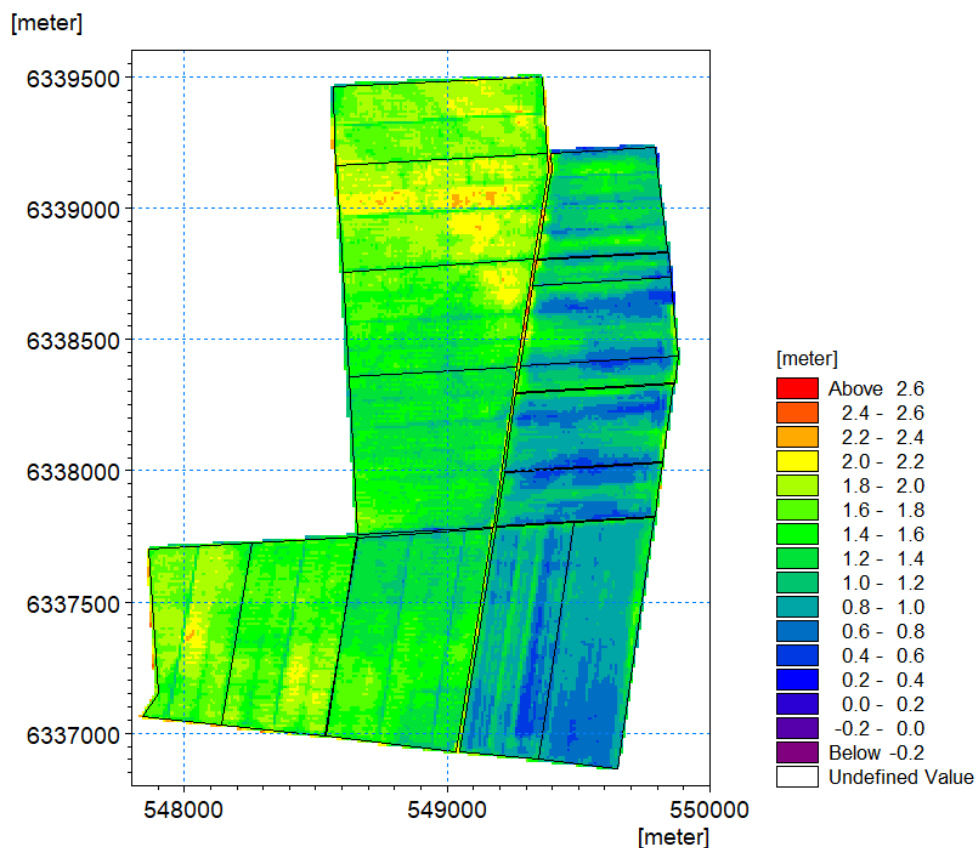
unik drænkode, så dræningen sker til modelranden og ikke på tværs af de interne grøfter. Opdelingen af jordstykker fremgår af Figur 6-3.



Figur 6-3 Modellen er opdelt i 15 drænoplane (jordstykker), der alle dræner til modelranden.

Drændybden er varierende i området, og i modellen er drændybden for de nuværende forhold sat til bunden af grøfterne. Dette er vist på Figur 6-4, hvor drændybden varierer fra ca. 0,5 m.u.t. i den østlige del af området (hvor terrænet samtidig er lavest) til mere end 2,0 m.u.t. i den vestlige del af området.

I scenariet hvor drænene fjernes, regnes der i modellen med en drændybde lige under terræn, dvs. hvis vandstanden stiger op til terræn, vil vandet strømme af på overfladen, se afsnit 8.



Figur 6-4 Modellen har en varierende drændybde (m.u.t.) for de nuværende forhold.

6.3 Tidsskridt og simuleringsperiode

Modellen anvender et beregningstidsskridt på 4 timer i den overfladiske afstrømning og umættede zone, mens beregningstidsskridtet i den mættede zone er på 12 timer.

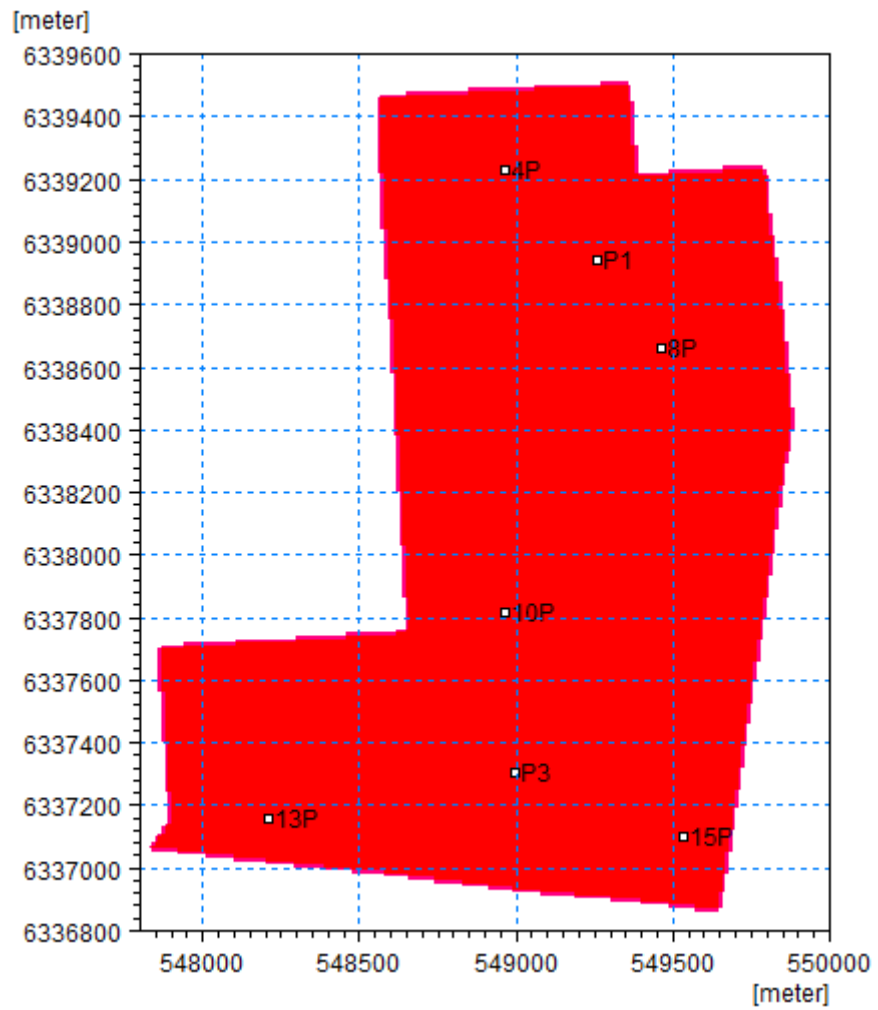
Resultater af simulerede vandstande og grundvandsstrømninger gemmes hver 14. dag (336 timer).

Simuleringsperioden er 2016-2021, hvor 2016 benyttes til "opvarmning" af modellen. Perioden 2017-2021 (5 år) anvendes herefter til at sammenligne vandstande og vandbalancer før og efter fjernelse af dræn.

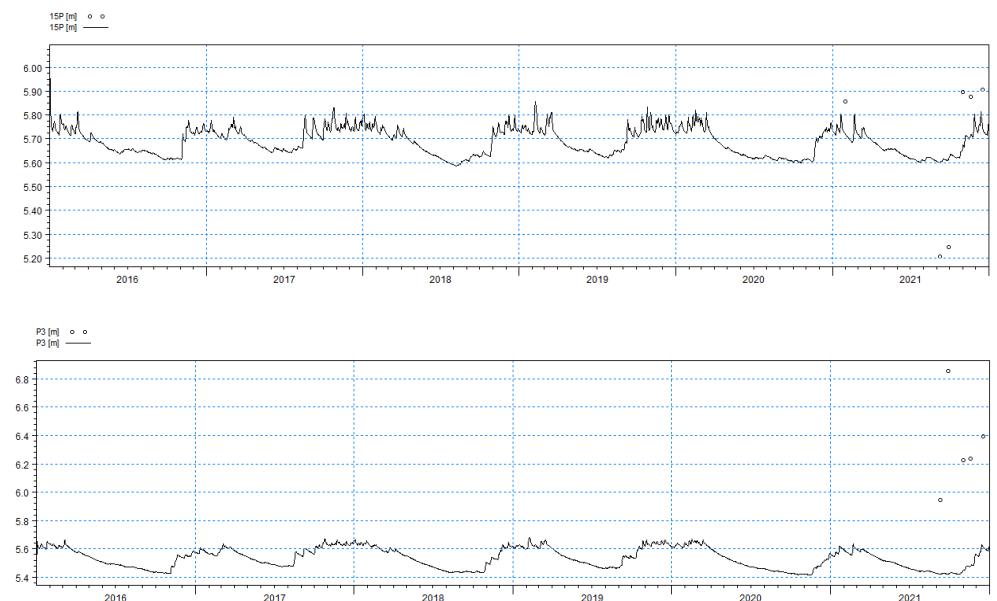
Der findes klimadata for perioden 1990-2021, så simuleringsperioden kunne udvides op til 32 år, men det ville kræve meget lang beregningstid.

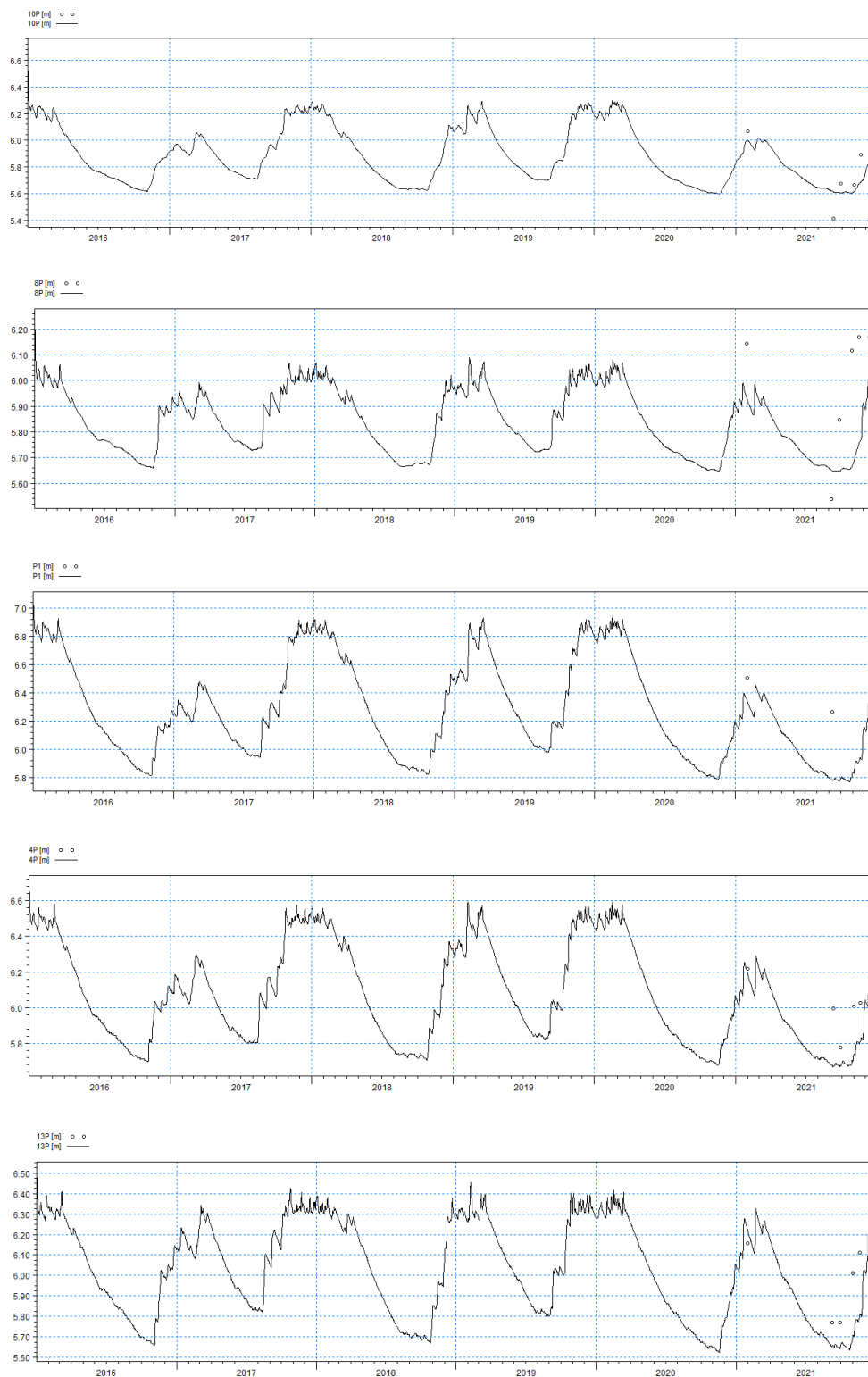
7 Kalibrering af modellen

Der er etableret i alt syv korte borer i tørven/sandlaget, som er pejlet første gang d. 1. februar 2021. Placeringen af de syv pejleboringer er vist på Figur 7-1. I perioden 10. september til 18. december er borerne pejlet yderligere fem gange (samt en sidste pejling d. 18. januar 2022, som dog ligger uden for simuleringsperioden). De målte vandstande er sammenlignet med en simuleret vandstand, se Figur 7-2 og Tabel 7-1.



Figur 7-1 Placering af de syv pejleboringer.





Figur 7-2 Observerede og simulerede potentialer i de syv pejleboringer. De sorte kurver er simuleret vandspejl, og de små cirkler er observerede pejlinger.

I en tidligere kalibrering af modellen i forbindelse med forundersøgelsen blev der justeret på de hydrauliske ledningsevner for tørven og anisotropifaktoren, dvs. forholdet mellem horisontal og vertikal hydraulisk ledningsevne. Desuden er tykkelsen af tørvelaget justeret baseret på baggrund flere målepunkter. Kalibreringen af tørvelaget endte med en horisontal hydraulisk ledningsevne på $2,0 \times 10^{-7}$

m/s og en vertikal hydraulisk ledningsevne på $1,0 \times 10^{-7}$ m/s, dvs. en anelse lavere ledningsevner end i den indledende fase.

Der er ikke ændret på de hydrauliske i detailfasen af dette projekt. Til gengæld er der justeret på drændybden, så den nu er sat til 0,2 m under startvandspejlet, idet dette gav den bedste kalibrering af niveauet for vandstanden ift. de observerede værdier. Den årlige variation af vandstanden er også rimelig godt simuleret med modellen, som det fremgår af Figur 7-2.

Middelfejlen for pejlingerne, dvs. forskellen mellem simuleret og observeret vandstand, er på 24 cm, men en enkelt pejleboring, P3, trækker den samlede middelfejl væsentligt op. Uden denne pejling havde den samlede middelfejl været på 14 cm. Generelt simuleres vandspejlet for lavt. Resultatet af kalibreringen fremgår af Tabel 7-1.

Tabel 7-1 Kalibreringsresultat af afvigelser mellem simuleret og observeret grundvandsspejl (GVS) i tørven/sandlaget.

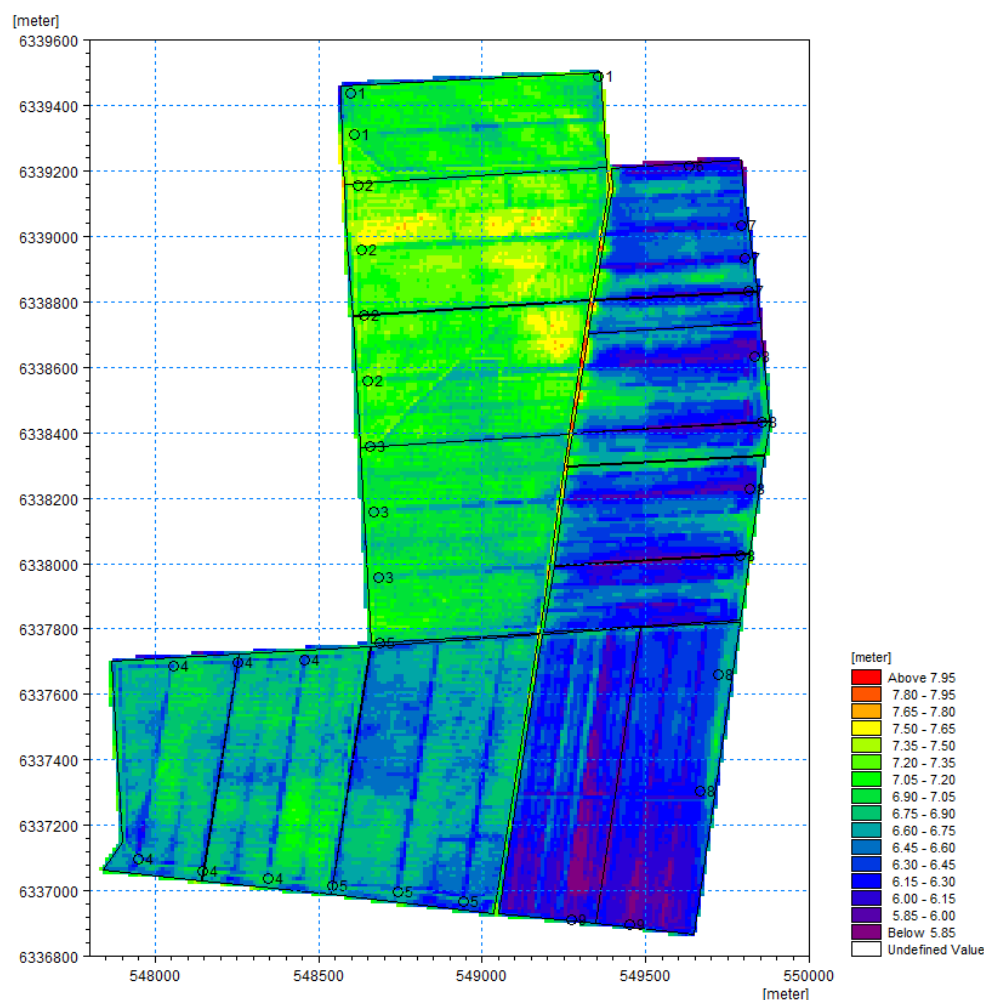
Pejleboring	UTM-X (m)	UTM-Y (m)	Antal pejlinger i 2021	Middelfejl, obs-sim (m)
15P	549530,94	6337099,00	6	-0,01
P3	548995,69	6337304,50	5	0,86
10P	548964,75	6337820,00	6	0,06
8P	549459,88	6338664,00	6	0,23
P1	549256,31	6338943,50	2	0,32
4P	548967,06	6339230,50	6	0,14
13P	548206,56	6337159,00	6	0,12
Samlet gennemsnit				0,24

8 Fremtidige forhold

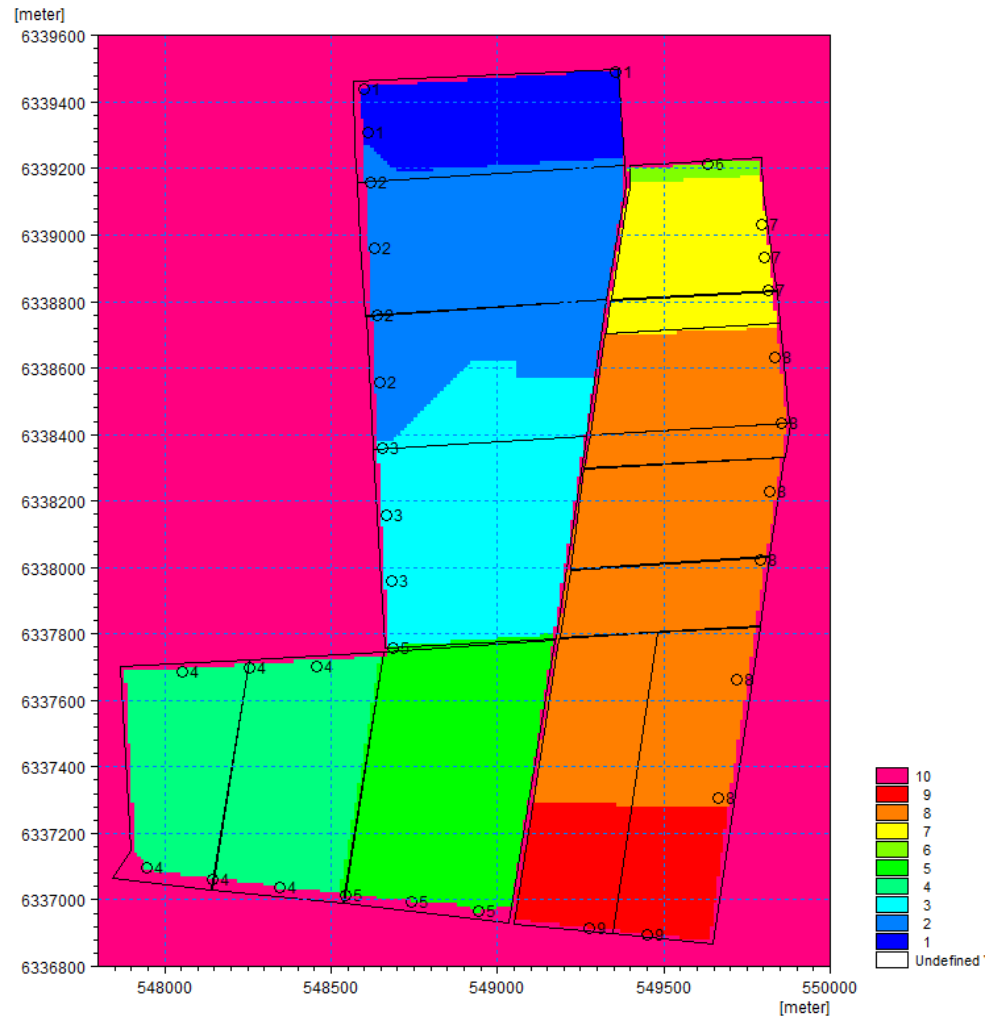
Ved beskrivelse af de fremtidige forhold er der ændret følgende i den hydrologiske model:

- > Topografien ændres, idet grøfter fyldes op, og der foretages afskrab andre steder. De fremtidige terrænforhold er vist på Figur 8-1.
- > Der anvendes "separated flow zones" på overfladen, dvs. der kan kun forekomme overfladisk afstrømning indenfor samme zone – og ikke på tværs af to zoner, se Figur 8-2. Dette skal beskrive de lokale diger/terrænreguleringer, der bliver lavet for de fremtidige forhold.
- > Randbetingelserne for tørven er ændret, så der nu anvendes en no-flow rand for at simulere membranen i tørven langs områdets ydre grænse. Sandlaget under tørvelaget har fortsat en fastholdt trykrand.

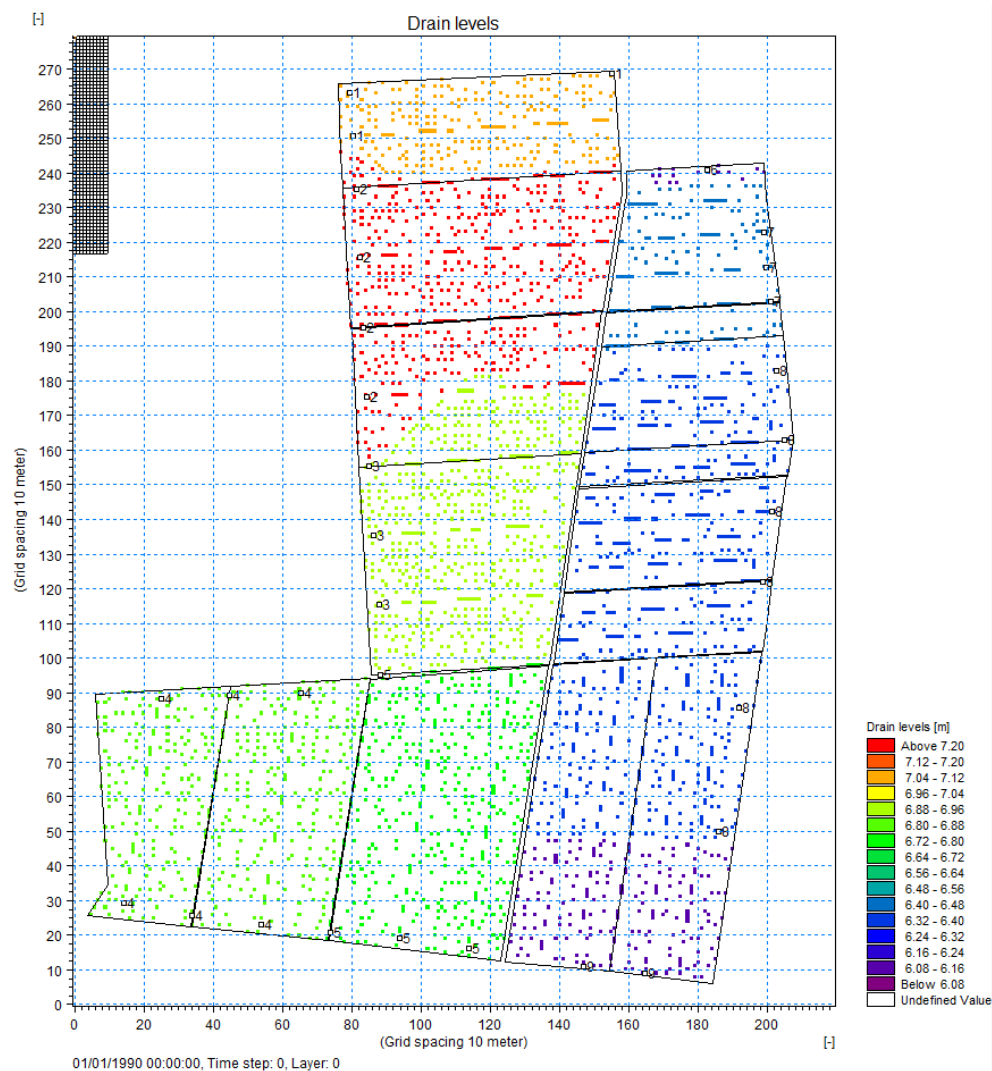
- Drændybden er sat til 10 cm under terrænen, da drænen i praksis er afbrudt. I stedet drænes vand til lavninger i området (drain to local depressions), og herfra kan vandet strømme mod randen til overløbsriste og afløbsbrønde. I modellen var det imidlertid nødvendigt at indlægge en indre randbetingelse i form af en fastholdt drænkote (fixed head drain) i samtlige lokale lavninger i stedet for kun i beregningscellerne med en overløbsrist eller afløbsbrønd. En fastholdt drænkote bortleder vandet, når det kommer højere end en fastlagt kote, se Figur 8-3.
- Endelig var det nødvendigt at benytte en anden OL-beregningsløser, idet der kommer til at stå og strømme en del mere vand på overfladen end ved de nuværende forhold. Dette gav en stor vandbalancefejl og en opbygning af vand på terrænen i stedet for en strømning mod overløbsriste på randen. Derfor blev den traditionelle SOR-løser (Successive Overrelaxation) erstattet med en Explicit solver, der automatisk kan skru ned for OL-tidsskridtet. Herved blev vandbalancefejlen reduceret betragteligt og de beregnede vandstande blev troværdige, men det gav samtidig en lang beregningstid.



Figur 8-1 Fremtidige terrænforhold for området ved Ringfenner.



Figur 8-2 Separated Flow Areas i modellen for de fremtidige forhold. Overfladisk afstrømning kan kun forekomme indenfor en zone med samme kode (her vist med forskellige farver) og ikke på tværs af to zoner.



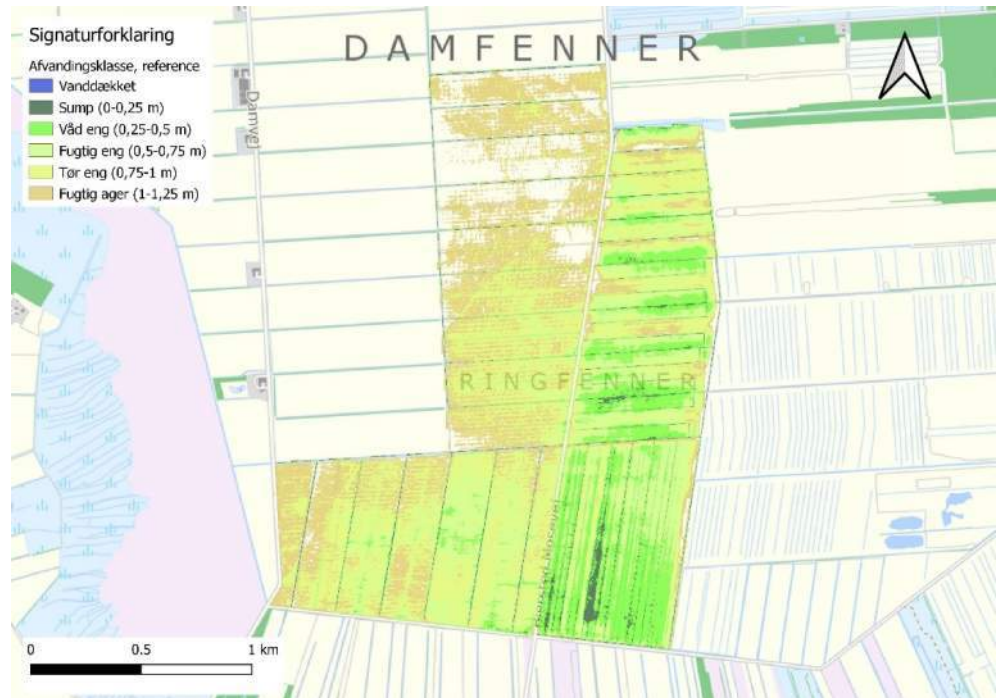
Figur 8-3 Drænkoter i de lokale lavninger.

9 Resultater

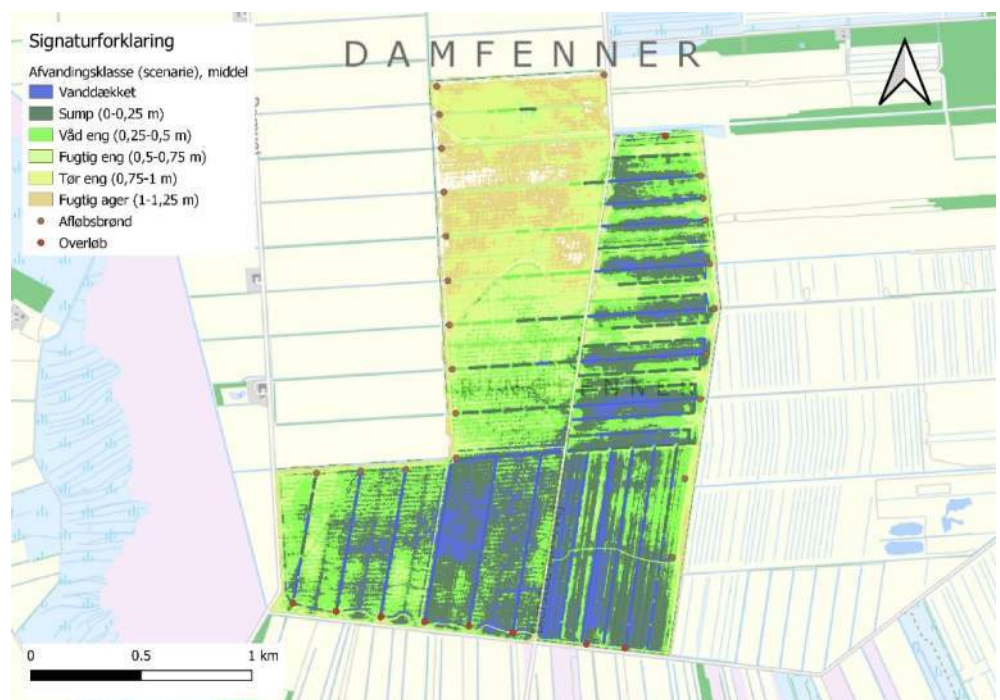
Med den kalibrerede model er der nu kørt to simuleringer: En referencesituation svarende til de nuværende forhold og et fremtidigt scenarie, hvor dræningen af området er ophørt. I begge tilfælde er simuleringsperioden 2016-2021, hvor 2016 benyttes som opvarmning af modellen, og perioden 2017-2021 benyttes til sammenligning af resultater og vandbalancer.

9.1 Simuleret vandstand

Der er simuleret en vandstand hvert 14. dag i simuleringsperioden, hvilken kan omregnes til en afvandingsdybde. Figur 9-1 og Figur 9-2 viser afvandingsdybden i hhv. referencesituationen og et fremtidigt scenarie uden dræning af området.

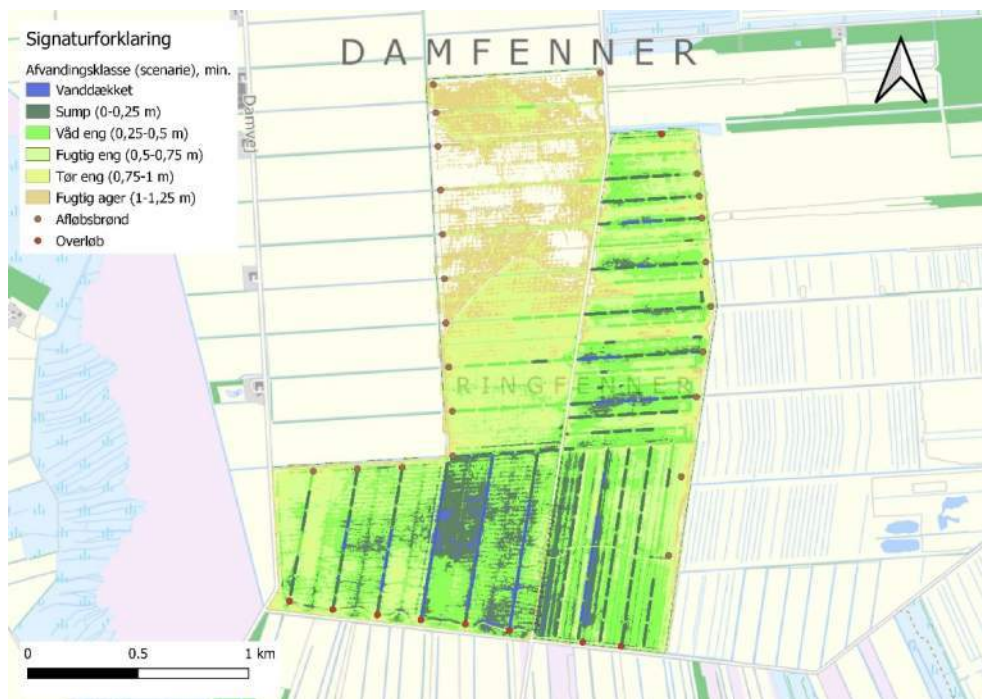


Figur 9-1 Simuleret middelfvandsdybde i referencesituationen med dræning.

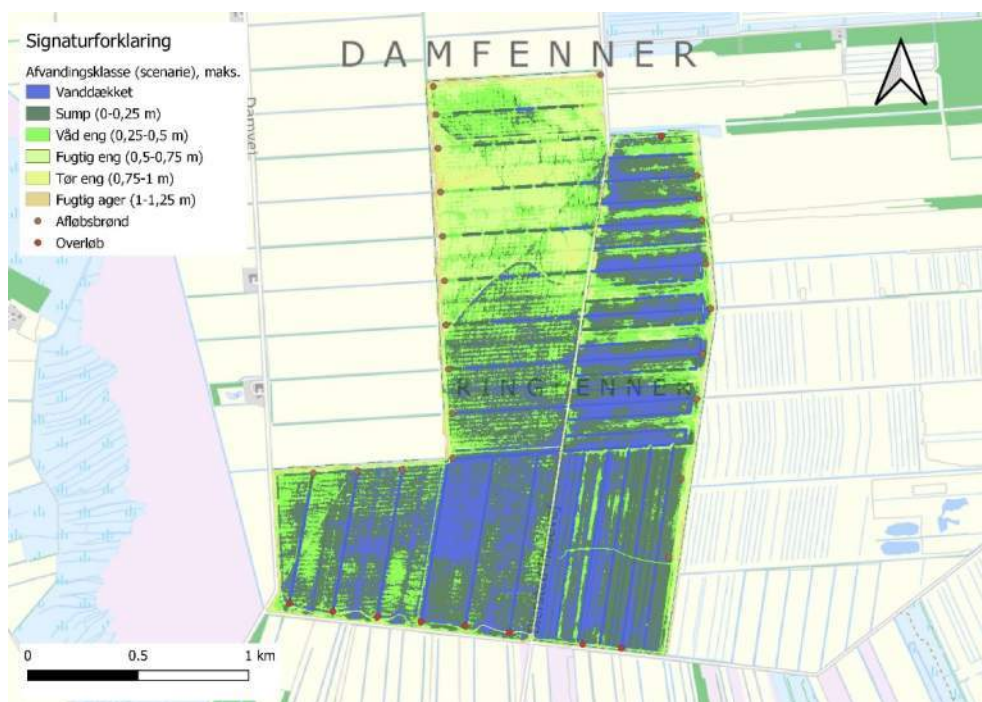


Figur 9-2 Simuleret middelfvandsdybde i et fremtidigt scenarie uden dræning.

Ud over en simuleret middelfvandsdybde er der også beregnet en afvandsdybde for en tør situation (sommeren 2018) og en våd situation (februar 2018), se Figur 9-3 og Figur 9-4.



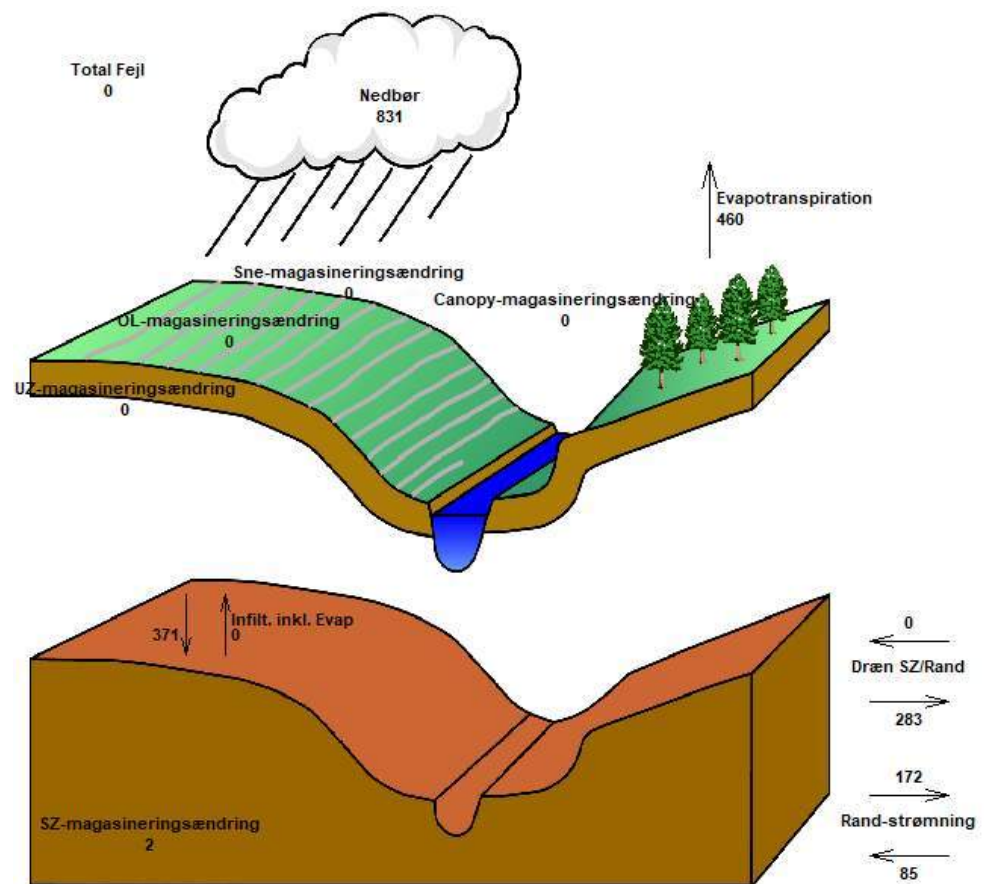
Figur 9-3 Tør situation i et fremtidigt scenarie uden dræning (august 2018).



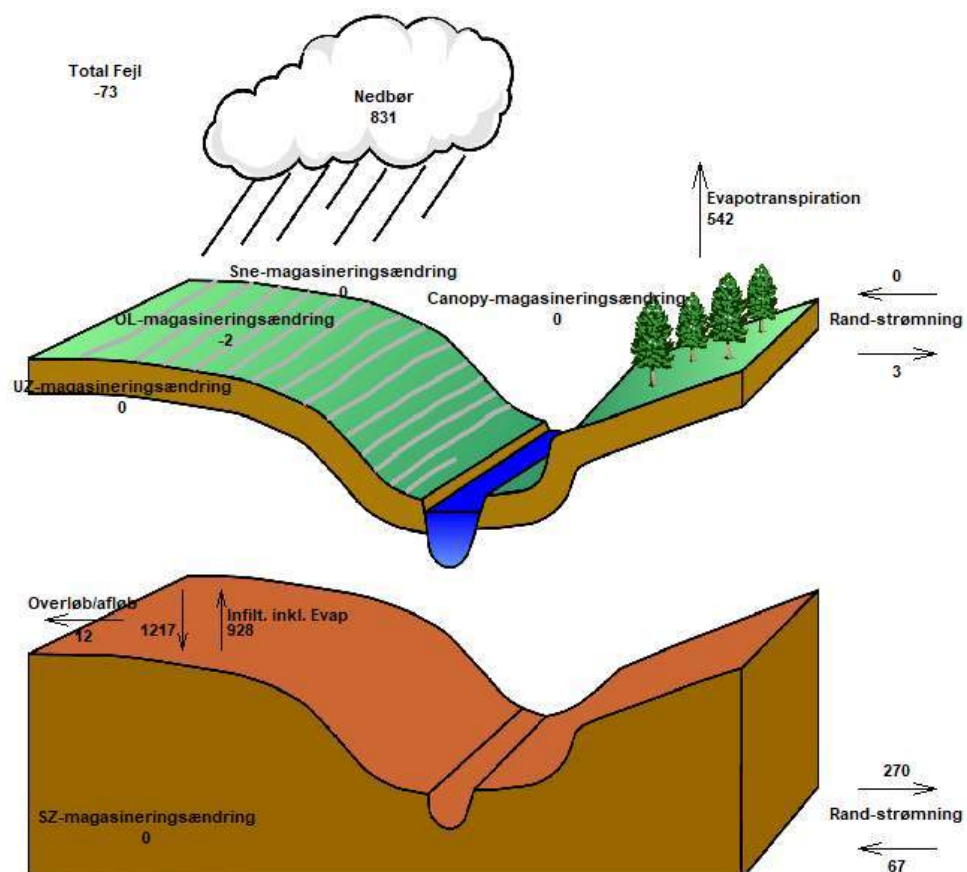
Figur 9-4 Våd situation i et fremtidigt scenarie uden dræning (februar 2018).

9.2 Vandbalance

Vandbalancen for de nuværende forhold og scenariet er vist på Figur 9-5 og Figur 9-6 samt Tabel 9-1.



Figur 9-5 Vandbalance for perioden 2017-2021, reference. Enhed: mm/år.



Figur 9-6 Vandbalance for perioden 2017-2021, scenarie uden dræn. Enhed: mm/år.

Tabel 9-1 Vandbalance for perioden 2017-2021. Referencesituation (med dræn) og fremtidigt scenarie (uden dræn).

Parameter	Reference (mm/år)	Scenarie (mm/år)
Nedbør	831	831
Fordampning	460	542
Nettonedbør	371	289
OL randflow, pos. ud	0	3
Drænflow, pos. ud	283	0
SZ randflow, pos. ud	87	203
Overløb/afløb	0	12
Magasinering	2	-2
Vandbalancefejl	0	-73

Som det fremgår af vandbalancen, stiger fordampningen fra området, når dræne sløjfes, med 82 mm/år (542 mm/år – 460 mm/år), svarende til en stigning på ca. 18%. Tilsvarende reduceres nettobøren med 82 mm/år.

Dræningen ud af området ved de nuværende forhold er ifølge modellen på 283 mm/år, mens der er en udstrømning over randen (primært fra sandlaget under tørven og den underliggende kalk) på 87 mm/år, idet disse to beregningslag har en fastholdt trykrandbetingelse, der tillader en strømning på tværs af modelranden. Summen af disse udstrømninger svarer til nettonedbøren for området.

Når nettonedbøren reduceres i det fremtidige scenarie, betyder det samtidig en reduceret udstrømning, som ifølge modellen er på 203 mm/år. Denne udstrømning foregår ligesom i referencescenariet i sandlaget under tørven og den underliggende kalk. Hertil skal lægges bidraget fra overløb/afløb af vand på overfladen på i alt 12 mm/år. Med et areal for området på ca. 3,5 km² svarer 12 mm/år til et gennemsnit på ca. 1,3 l/s, dog varierende fra 0 i tørre perioder og op til 7-8 l/s i våde perioder.

Der er både for referencescenariet og det fremtidige scenarie en lille ændring i magasineringen af vand i modellen på hhv. 2 mm/år og -2 mm/år. Denne ændring er ubetydelig i forhold til de andre dele af vandbalancen.

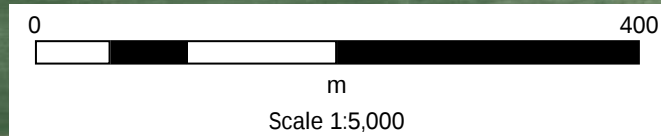
Vandbalancefejlen er i referencescenariet meget lille (afrundet til 0 mm/år), mens der i det fremtidige scenarie er en forholdsvis stor vandbalancefejl på -73 mm/år. Denne vandbalance skyldes, at vandet "cykler" frem og tilbage mellem den mættede og umættede zone, hvilket på Figur 9-6 er vist ved en opadrettet infiltration på 928 mm/år og en nedadrettet infiltration på 1217 mm/år. Nettofiltrationen er på 289 mm/år svarende til nettonedbøren. Det er gjort mange tiltag for at reducere denne vandbalancefejl, men det har ikke været muligt at fjerne den helt. Bidraget på -73 mm/år burde opvejes af en tilsvarende større udstrømning fra grundvandszonen, dvs. sandlaget under tørven og den underliggende kalk. På trods af vandbalancefejlen i det fremtidige scenarie, vurderes de beregnede afvandingskort at være troværdige og afspejle de fremtidige forhold for området.

Bilag E Projektkort



- Dige
- Grøft fyldes
- Membran
- Skrab til grøftefyld eller dige
- Drænafbryd
- Afløbsbrønd
- Overløb
- Vejgrøft fyldes
- Vejgrøft afbrydes
- Afgraves

Naturstyrelsen
Ringfener lavbundsprojekt
Detailprojekt



- Grøft fyldes
- Membran
- Dige
- Overgang
- Afledsbrønd
- Overløb
- Dæmningsforbyd
- Vejgrøft fyldes
- Vejgrøft afbrydes
- Skrab dige eller grøft
- Afgraves
- Logger

Bilag F Drivhusgasser

Aktiv udtagning - CO₂ beregning - drivhusgaseffekten ved udtagning af organiske lavbundsJORde, Version 3.1.1

Projektsøgnings ID:	Ringfænger	Dato for oprettelse:	03 February 2022
Total projektareal, ha	345.05	Dato for sidste lagring:	08 March 2022

Del 1: Før omlægning

Arealer med GLR koder i projektområdet, ha

Løbenummer	Evt. Markblok-nummer	GLR Afgrødekode	Afgrødetekst	Afgrødetype	Areal i alt	N, kg N/ha	N i handelsgødning, kg/år
		252	Permanent græs, normalt udbyr	Permanent Græs	64.75	157	10166
		254	Miljøgræs MVJ-tilsagn (0 N), per	Permanent Græs	195.68	0	0
		276	Permanent græs og kløvergræs	Permanent Græs	63.3	0	0
Arealer med GLR koder, ha					323.73		10166

N fjernelse fra det direkte opland - for Vådområde- og Lavbundsprojekter	N tilført vådområdet, kg N/år:	N fjernet i vådområdet, kg N/år
Oversvømmelse med vand fra vandløbsoplandet, jf. gældende N-regneark:	0	0
Vand fra Det Direkte opland, jf. gældende N-regneark:	2481	1619

Førtilstand, drænydbde for hele projektarealet			Hektar i alt, ha	Areal, >=12 %OC, ha	Areal, 6-12 %OC, ha	Areal, Mineraljord, 0-6 % OC, ha	CO ₂ -ækv. i alt, tons/år (eksl. N ₂ O)	
Tekniske arealer			3.5			3.50	0.0	
GLR-arealer	Veje og andre befæstede arealer			4.39	0	0.00	OK	34.9
	0 – 25 cm drænet		46.37	46.37	0	0.00	OK	1610.7
	25 – 50 cm drænet		76.47	76.47	0	0.00	OK	2823.2
	50 – 75 cm drænet		196.50	196.5	0	0.00	OK	7271.9
	75 > cm drænet							
GLR arealer inden omlægning, ton CO ₂ -ækv. i alt /år			323.73	323.73	0.00	0.00	11740.8	
Grøfter med vand, GLR, ha			16.19	16.19	0.00	0.00	OK	431.0
Naturarealer	Sø / rørskov, inkl. grøfter med vand	5123	0.13	0.13	0	0.00	OK	1.0
	Sump, 0-25 cm drænet	4112	0.05	0.05	0	0.00	OK	0.5
	Våd eng, 25-50 cm drænet	4110	0.12	0.12	0	0.00	OK	4.2
	Fugtig eng, 50-75 cm drænet	4110	0.23	0.23	0	0.00	OK	8.5
	Tør eng, > 75 cm drænet	4110	17.29	17.29	0	3.50	OK	639.9
	Naturarealer, i alt		17.82	17.82	0.00	3.50		653.9

Arealer i alt, ha	Hektar i alt	Areal, >=12 %OC	Areal, 6-12 %OC	Areal, Mineraljord, 0-6 % OC	Tons CO ₂ -ækv. /år, inden omlægning
N ₂ O effekt af reduceret gødningsforbrug, ton CO ₂ -ækv./år	54.0	0.0	0.6		54.6
CO ₂ fra nedbrydning af organisk Stof i landbrugsarealer, ton CO ₂ -ækv./år	11703.0	0.0	0		11703.0
N ₂ O fra nedbrydning af organisk Stof i landbrugsarealer, ton CO ₂ -ækv./år	1556.2	0.0	0		1556.2
CO ₂ fra nedbrydning af organisk Stof i naturarealer, ton CO ₂ -ækv./år	651.3	0.0	0		651.3
N ₂ O fra nedbrydning af organisk stof i naturarealer, ton CO ₂ -ækv./år	13.3	0.0	0		13.3
C udvasket til vandløb fra marker, ton CO ₂ -ækv./år	368.0	0.0	0		368.0
CH ₄ fra markarealer, ton CO ₂ -ækv./år	37.8	0.0	0		37.8
CH ₄ fra naturarealer, ton CO ₂ -ækv./år	2.7	0.0	0		2.7
CH ₄ fra grøfter i landbrugsarealet, ton CO ₂ -ækv./år	431.0	0.0	0		431.0
N ₂ O fra ændret N tilførsel fra Oversvømmelse med vand fra vandløbsoplandet, ton CO ₂ -ækv./år					0.0
N ₂ O fra ændret N tilførsel fra oplandet, ton CO ₂ -ækv./år					3.8

Tons CO ₂ -ækv./år, inden omlægning	
I alt fra landbrugsarealer indenfor projektområdet inden omlægning	14150.5
I alt fra naturarealer for projektområdet inden omlægning	667.2
I alt fra projektområdet inden omlægning	14817.7
Gennemsnit per ha landbrug inden for projektområdet ved nudrift	43.7
Gennemsnit per ha naturareal inden for projektområdet ved nudrift	37.4
Gennemsnit per ha inden for projektområdet ved nudrift	42.9

Del 2: CO₂ udledning efter omlægning, tons CO₂-ækv./projektområde

Hektar i alt, ha		=>12 %OC, ha	6-12 %OC, ha	Mineraljord, 0-6 % OC	/år/projektområde, efter
Hele projektarealet (inkl. veje og andre anlæg), ha	Nyt fuldt vanddækket	37.99	37.99	0	278.6
	0-25 cm til mættet zone	99.07	99.07	0	862.4
	25-50 cm til mættet zone	85.79	85.79	0	3044.2
	50-75 cm til mættet zone	45.61	45.61	0	1859.0
	> 75 cm til mættet zone, residual	76.59	73.1	0.0	2985.5
Emissioner i alt		9029.8	0.0	0.0	9029.8

Areal type, ha i alt	Ha, Veje og befæstede arealer	3.50			
	Ha, landbrugs- og skovarealer	323.73	323.73	0.00	0.00
	Ha naturarealer (eksl. sø), i alt	17.82	17.82	0.00	0.00
	Ha vanddækket, i alt	37.99	37.99	0.00	0.00
	Ha grøfter, i alt	16.19	16.19	0.00	0.00
	Ha, projektareal i alt	345.05	341.55	0.00	3.50

Del 3: Effekt af omlægning, tons CO₂-ækv./projektområde

=> 12 % OC		6-12 % OC	< 6% OC	
I alt for projektområdet før omlægning inkl. N fjernelse fra opland, tons CO ₂ -ækv./år	14817.1	0.0	0.6	14821.5
I alt for projektområdet efter omlægning, tons CO ₂ -ækv./år	9029.8	0.0	0.0	9029.8
% fordeling af projektarealet	99%	0%	1%	100%

Samlet CO ₂ reduktion efter omlægning for projektområdet, tons CO ₂ -ækv./år	5792
Samlet CO ₂ reduktion efter omlægning, tons CO ₂ -ækv./år/ha projektareal	17

Effektberegning

Procent af projektområdet beliggende på kulstofrige lavbundsJorde med større end 6 % organisk kulstofindhold	99 %
Ændring i udledning indenfor projektområdet, ton CO ₂ -ækvivalenter pr. ha pr. år	17

Bilag G Kvælstofreduktion

VMPII-vådområdeprojekt, kvælstofberegning

Projekt: Ringfener

OPGØRELSE AF TILFØRSEL/UDVASKNING FRA VANDLØBSOPLAND, DIREKTE OPLAND OG PROJEKTOMRÅDE

Tilførsler:

Vandløboplandet

Beregnes på baggrund af oplandsarealet eller målt N-udvaskning f.eks. fra nærliggende målestation.

Tilførsel på baggrund af oplandsarealet beregnes på baggrund af DMU's formel i "Teknisk anvisning vedr. overvågning af effekten af retablerede vådområder"

Formel: $N_{tab} = 1,124 \cdot \exp(-3,080 + 0,758671 \cdot \ln(A) - 0,0030 \cdot S + 0,0249 \cdot D)$

Inddata: Vandbalancen for nedsivningsområdet i mm

A= 364 mm

Andelen af sandjord i oplandet i %

S= %

Andelen af dyrket areal i oplandet i %

D= %

Oplandets størrelse i ha

Areal= 0 ha

Uddata: Gennemsnitligt, årligt kg N-tab pr. ha opland

N_{tab} = 4.5 kg N/ha

N-tab fra oplandet

TotN_{tab} = - kg N

Direkte opland

Beregnes på baggrund af DMU's formel i "Teknisk anvisning vedr. overvågning af effekten af retablerede vådområder"

Formel: $N_{tab} = 1,124 \cdot \exp(-3,080 + 0,758671 \cdot \ln(A \cdot 0,7) - 0,0030 \cdot S + 0,0249 \cdot D)$

Inddata: Vandbalancen for nedsivningsområdet i mm

A= 364 mm

Andelen af sandjord¹ i oplandet i %

S= 0 %

Andelen af dyrket areal i oplandet i %

D= 95 %

Oplandets² størrelse i ha

Areal= 345 ha

¹Hvis Arealinformation.dk benyttes er det kategorierne grovsandet jord, fintsandet jord og lerblandet sandjord der indgår som sandjord²Her indtastes det drænedes direkte oplands størrelse

Overrislings/nedsivningsområdets størrelse i ha

Areal af overrislings/nedsivningsområdet ha

Uddata: Gennemsnitligt, årligt kg N-tab pr. ha opland

N_{tab} = 36.7 kg N/ha

N-tab fra oplandet

TotN_{tab} = 12,653 kg N

Projektområdet

Landbrugsbidrag beregnes på baggrund af arealanvendelsen i projektområdet samt erfaringstal for N-udvaskning

Inddata:	Opgørelse af nuværende arealanvendelse	N-udvaskning, erfaringstal, årlig gn.sn.	interval
Agerjord:	ha	agerjord inkl. brakjord 47.5 kg N/ha (ref. 1)	45-50
Ager, brak:	ha	vedvarende græs 7.5 kg N/ha (ref. 1)	5-10
Vedv. græs:	323.7 ha	natur* 2.5 kg N/ha (ref. 1)	0-5
Natur*:	21.4 ha	*Natur er bl.a. §3 områder som hede, natureng samt skov.	
Sum	345 ha		

Ref. 1: Kortfattet vejledning til beregning af kvælstoffjernelse. Notat fra Skov- og Naturstyrelsen oktober 2005

Uddata: Beregnet årlig N-udvaskning

Agerjord: - kg N

Ager, brak: - kg N

Vedv. græs: 2,428 kg N

Natur: 54 kg N

Sum = 2,481 kg N

