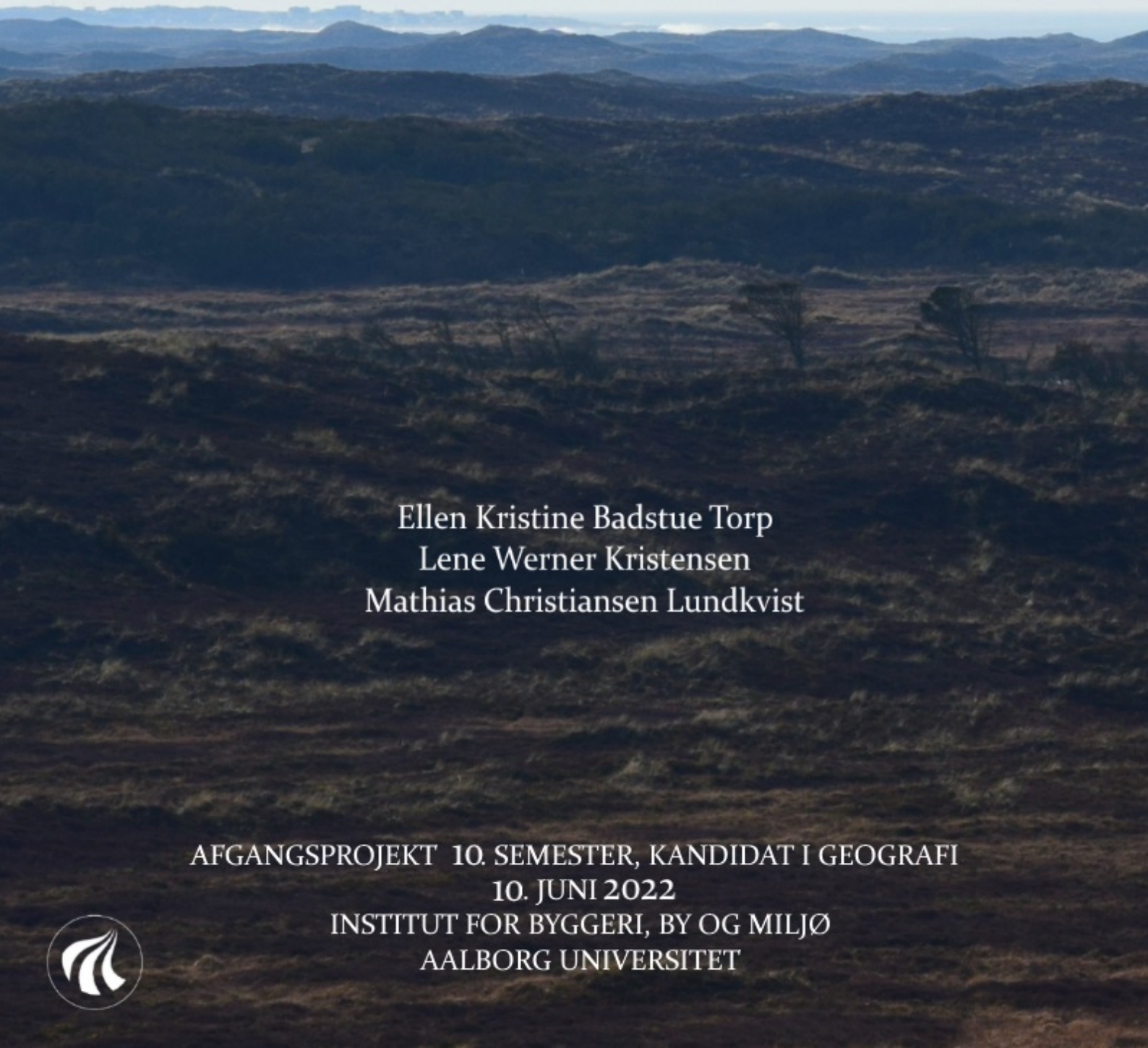
SAMMENHÆNGENDE KLITNATUR

Casestudie af Nationalpark Thy til udvikling af model til fremtidig forvaltning af klitnatur



Ellen Kristine Badstue Torp
Lene Werner Kristensen
Mathias Christiansen Lundkvist

AFGANGSPROJEKT 10. SEMESTER, KANDIDAT I GEOGRAFI
10. JUNI 2022
INSTITUT FOR BYGGERI, BY OG MILJØ
AALBORG UNIVERSITET

AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

10. semester v/ Institut for Byggeri, By og Miljø, Aalborg Universitet
Geografi MSc
Thomas Manns Vej 23
9220 Aalborg Øst

Titel: Sammenhængende Klitnatur - Casestudie af Nationalpark Thy til udvikling af model til fremtidig forvaltning af klitnatur

Projekt:

Speciale

Projektperiode:

Februar 2022 - Juni 2022

Deltagere:

Ellen Kristine Badstue Torp
Lene Werner Kristensen
Mathias Christiansen Lundkvist

Vejleder:

Per Møldrup
Diana Stephansen

Oplagstal: 1
Sidetal: 136
Appendiks: 14
Afsluttet: 10. juni 2022

Abstract:

The purpose of this thesis is to develop a model for estimation of the interconnectedness of the Danish dune habitats (MESK) for use in future nature management. The thesis centers around the dune habitats in Thy National Park in the northwestern part of Denmark. The national park aims to enhance the interconnectedness of the dune habitats. This thesis seeks to develop a model to estimate this interconnectedness. To set up such a model the factors influencing the interconnectedness in the dune habitats are categorized, and assigned weights to come together in a joint model. The examined factors are land cover, soil type, proximity to dune slacks and mean wind speed. The findings using the model show that the largest areas of interconnectedness are found in the western part of the national park while most of the lesser connected areas are located in the eastern part. MESK estimates a good level of interconnectedness in 48,2 % of the national park area, with 10 % scoring the maximum score and 33,9 % of Thy National Park is covered by barriers disconnecting the dune habitats. The model is then used to test three scenarios where the land cover is altered as a result of nature management to uncover how this affects the interconnectedness. The scenarios are; converting all coniferous trees to broad-leaved trees, converting cultivated fields to grass fields, and converting all fields and wooded areas to dune habitats. Removing trees and fields will result in the greatest interconnectedness between the areas with dune habitats.

Rapportens indhold er frit tilgængeligt, men offentliggørelse (med kildeangivelse) må kun ske efter aftale med forfatterne.

Forord

Dette speciale er udarbejdet af en gruppe af tre geografistuderende på 10. semester kandidatuddannelsen på Aalborg Universitet i perioden februar til juni 2021. Projektets omfang er 30 ECTS point.

Formålet med projektet er at opsætte en Model til Estimering af Sammenhængende Klitnatur, MESK, til benyttelse i den fremtidige naturforvaltning. Projektet tager udgangspunkt i klitnaturen i Nationalpark Thy, da nationalparken netop har som målsætning at skabe større sammenhæng i klitnaturen. Til opsætning af modellen kortlægges udvalgte faktorer, som har indflydelse på sammenhængsgraden i klitnaturen. Disse faktorer klassifceres og vægtes indbyrdes med henblik på, at skabe et samlet kort, som et estimat af, hvor sammenhængende klitnaturen er. Herudover afprøves, hvordan gennemførslen af udvalgte forvaltningsscenarier vil kunne påvirke klitnaturen.

Tak til professor Per Møldrup og lektor Diana Stephansen for god vejledning og sparring igennem projektforløbet.

Yderligere takkes Jeppe Pilgaard, projektleder ved Nationalpark Thy, for at tilbyde sit lokalkendskab, rundvisning og at fungere som sparringspartner i de casenære spørgsmål. Vi takker herudover Christian Frølund Damgaard fra Aarhus Universitet for at opklare vores spørgsmål med hensyn til naturovervågning.

Indeholder GeoDanmark-data data fra Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur og Danske Kommuner, *GeoDanmark Ortofoto*, *Skærmkortet, WMS-tjeneste*, *GeoDanmark Vektor*, *DHM/Terræn*; Juni 2022.
Indeholder data, som benyttes i henhold til vilkår for brug af danske offentlige data.

Indholdsfortegnelse

Kapitel 1 Indledning **1**
1.1 Motivation for fremstilling af Model til Estimering af Sammenhængende Klitnatur (MESK) . . . 1
1.2 Projektopbygning . . . 6

Kapitel 2 Præsentation af fysiske forhold for klitnaturen i Nationalpark Thy **9**
2.1 Geologiske forhold . . . 9
2.2 Topografiske forhold . . . 11
2.3 Hydrologiske forhold . . . 13
2.4 Opsamling . . . 19

Kapitel 3 Definition af sammenhængende klitnatur **21**
3.1 Klitnaturens opbygning og naturtyper . . . 21
3.2 Klitnaturens naturtilstand . . . 25
3.3 Sammenhængende klitnatur ifølge Nationalpark Thy . . . 30
3.4 Projektets definition af sammenhængende klitnatur . . . 34

Kapitel 4 Faktorer med indflydelse på sammenhængende klitnatur **37**
4.1 Arealanvendelse . . . 38
4.1.1 Eksisterende klitnatur . . . 38
4.1.2 Anden natur . . . 38
4.1.3 Urbane områder . . . 40
4.1.4 Skov og plantage . . . 41
4.1.5 Landbrugsområder . . . 44
4.1.6 Veje og stier . . . 45
4.2 Jordtype . . . 48
4.3 Nærhed til klitlavninger . . . 49
4.4 Vindforhold . . . 50
4.5 Opsamling . . . 53

Kapitel 5 Metoder til udvikling af MESK **55**
5.1 Udvikling af MESK med inspiration i Beier et al. [2007] . . . 55
5.2 Design af MESK . . . 57
5.2.1 Behandling af data til MESK's fire faktorer . . . 59
5.3 Systemforståelse af klitnatur til brug i MESK . . . 62
5.3.1 Litteraturstudie af faktorer, der styrer sammenhæng i klitnaturen . . . 62
5.3.2 Semi-struktureret interview . . . 62
5.3.3 Felttur til Nationalpark Thy . . . 63
5.4 Dataoversigt . . . 65

Kapitel 6 Klassificering og vægtning af de fire faktorer i MESK **67**
6.1 Arealanvendelse . . . 68
6.1.1 Eksisterende klitnatur - bro . . . 68
6.1.2 Anden natur - bro/barriere . . . 68
6.1.3 Urbane områder - barriere . . . 70
6.1.4 Skov og plantage - barriere/bro . . . 71
6.1.5 Landbrugsområder - barriere/bro . . . 73
6.1.6 Veje og stier - barriere . . . 74
6.2 Jordtype - bro . . . 76
6.3 Nærhed til klitlavninger - bro . . . 78
6.4 Vindforhold - bro . . . 79
6.5 Vægtning af faktorer . . . 81
6.6 Opsamling på klassificering og vægtning af faktorer . . . 83

Kapitel 7 Anvendelse af MESK på Nationalpark Thy **87**
7.1 Resultat af MESK . . . 87
7.2 Resultater af MESK anvendt med kun tre faktorer . . . 90
7.2.1 MESK - Jordtype, nærhed til klitlavninger og middelvindhastighed . 90
7.2.2 MESK - Arealanvendelse, nærhed til klitlavninger og middelvindhastighed . . . 92
7.2.3 MESK - Arealanvendelse, jordtype og middelvindhastighed . . . 94
7.2.4 MESK - Arealanvendelse, jordtype og nærhed til klitlavninger . . . 96
7.3 Resultater af MESK anvendt med kun to faktorer . . . 97
7.3.1 MESK - Middelvindhastighed og arealanvendelse . . . 97
7.3.2 MESK - Nærhed til klitlavninger og arealanvendelse . . . 99
7.3.3 MESK - Jordtype og arealanvendelse . . . 101
7.4 MESK anvendt på potentielle fremtidige forvaltningsscenarier . . . 103
7.4.1 Omlægning af nåletræsplantager til løvtræ, med henblik på genindførsel af hjemmehørende arter . . . 103
7.4.2 Omlægning af marker i drift til marker med permanent græs . . . 105
7.4.3 Omlægning af landbrug og plantager til klitnatur . . . 107
7.5 Opsamling . . . 109

Kapitel 8 Diskussion **111**

Kapitel 9 Konklusion **115**

Litteraturliste **117**

Appendiks **123**
A Vej- og stibuffer . . . 123
B Opdeling af marker . . . 124
C Større versioner af kort fra kapitel 7 . . . 126
C.1 Kort til resultat af MESK . . . 126
C.2 Kort til resultater af MESK anvendt med kun tre faktorer . . . 127
C.3 Kort til resultater af MESK anvendt med kun to faktorer . . . 131
C.4 Kort til MESK anvendt på potentielle fremtidige forvaltningsscenarier 134

Indledning 1

1.1 Motivation for fremstilling af Model til Estimering af Sammenhængende Klitnatur (MESK)

I forbindelse med projektet "De Danske Nationalparker - Et Casestudie af to Nationalparker og Forslag til Fremtidig Forvaltning"af Torp et al. [2021] skrevet på niende semester af denne projektgruppe, blev Nationalpark Thys egne målsætninger og realiseringen af disse analyseret, med henblik på forslag til fremtidig forvaltning af nationalparken. De vigtigste konklusioner i det omtalte projekt var vigtigheden af målbare målsætninger i forbindelse med forvaltning af sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy. I projektet blev det fundet, at målsætningerne indenfor forvaltningen manglede en konkret målbarhed i forhold til at kunne følge en fremtidig udvikling. Dette har derfor bragt interessen for at kunne opstille en model, som giver et estimat for graden af sammenhæng i klitnaturen, der kan planlægges ud fra. Ved brug af modellen vil fremtidig forvaltning kunne følge en udvikling og derved gøre målsætningerne mere målbare. Dette leder frem til projektets problemformulering, der lyder:

> *"Hvordan kan der opstilles en GIS-model til estimering af graden af sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy?"*

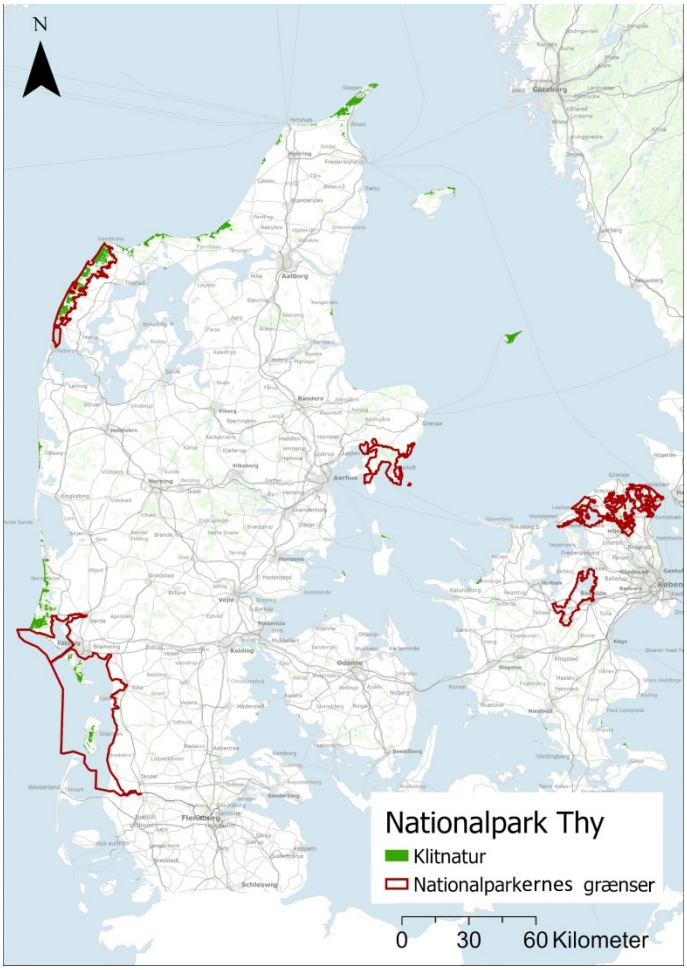
Motivationen for dette projekt er opstået gennem projektgruppens tidligere arbejde med Nationalpark Thy. Her findes klitnatur, der efter danske forhold er en meget sammenhængende naturtype [Miljøstyrelsen, u.d.].

I forvaltningen af Nationalpark Thy har der derfor været stort fokus på at skabe yderligere sammenhæng i denne klitnatur. På figur 1.1 kan placeringen af de danske nationalparker ses, samt forekomsten af klitnatur, der er markeret med grønt. På figuren kan der tydeligt ses en overvægt af klitnatur inden for Nationalpark Thys grænser.

Udgangspunktet for dette projekt har været en interesse for at udvikle en måleenhed for sammenhængen i klitnaturen, med henblik på, at nationalparken bedre kan opstille konkrete mål i forbindelse med deres målsætning om mere sammenhængende klitnatur. Dette projekt står derfor i forlængelse af projektet fra niende semesters perspektiv om at måle udviklingen i naturen. Det er den opgave projektet har fundet interessant at arbejde videre med gennem sin udviklingen af en ny *Model til Estimering af Sammenhængende Klitnatur* (MESK).

Nationalpark Thy har siden sin oprettelse i 2008 haft særlig fokus på at skabe de bedst mulige forudsætninger for den eksisterende klitnatur. Flere at de udfordringer nationalparken står med i dag, er et resultat af den historiske udvikling i Nationalpark

Thy, da skiftende prioriteter inden for arealanvendelsen har sat sine spor i landskabet [Naturstyrelsen, u.d.].



Figur 1.1. *Oversigt over nationalparker og klitnatur i Danmark. Data med klitnatur er udvundet af temaet "lysåbne naturtyper"der er kortlagt i perioden 2016-2019, og er tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

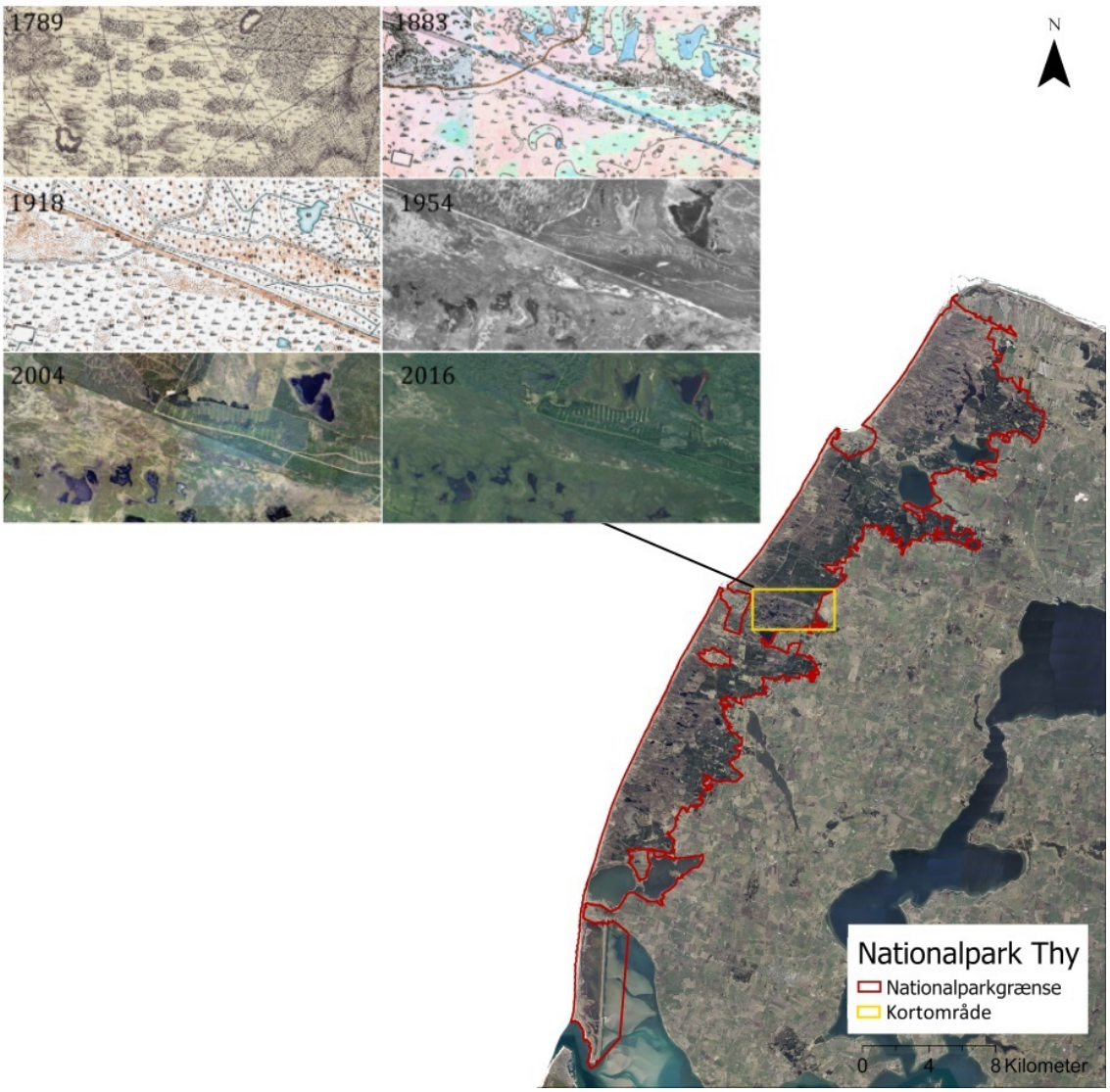
Det første indgreb i landskabet skete omkring 1500-tallet i forbindelse med forsøget på at bekæmpe sandflugten, der blev forårsaget af en kombination af hævet stenalderbund og sandaflejringer, og den kraftige vestenvind. I nogle områder var sandflugten desuden forstærket af rydningen af den oprindelige skov i forbindelse med udvidelsen af landbruget [Naturstyrelsen, u.d.].

Grundet sandflugten og loven om bekæmpelse af sandflugt fra 1792, blev der i slutningen af 1800-tallet påbegyndt anlæggelsen af klitplantager, som desuden bidrog med indtjening, gennem produktion af brænde og tømmer [Naturstyrelsen, u.d.].

I plantagerne blev der forsøgt med beplantning af flere forskellige træarter gennem tidens løb, da det barske klima begrænsede udplantningen af mange arter. Derfor blev det besluttet af importere ikke-hjemmehørende arter, der kunne trives i det rene sand. En forudsætning for anlæggelse af plantager var en dræning af landskabet med åbne grøfter [Hald-Mortensen, 2018; Naturstyrelsen, u.d.].

Først i 1923 stilnede sandflugten af, og bekæmpelsen af sandflugt var nu ikke længere af højeste prioritet. Derfor kom nu fokus på mere naturmæssige og æstetiske hensyn, hvorfor store hedestrækninger og klitpartier fik lov til at henligge utilplantede. I de tilplantede områder blev plantet flere forskellige arter for at skabe diversitet [Naturstyrelsen, u.d.].

I 1976 blev det bestemt, at flere af Thys Klitplantager nu skulle fredes. Dette blev besluttet med henblik på at beskytte naturen og derved sikre, at områderne ikke kunne bebygges med sommerhuse. Fra 1998-2004 blev en række områder udpeget til Natura-2000 områder, som bidrog med yderligere beskyttelse af naturen. I 2008 oprettes Nationalpark Thy, og åbningen af nationalparken har allerede sat sine spor, da dele af nationalparkens plantager er blevet ryddet med henblik på at fremme sammenhængen i den eksisterende klitnatur [Naturstyrelsen, u.d.].



Figur 1.2. *Historiske kort over et område ved Tvorup Klitplantage og Ålvand Klithede. Kortene er i skala 1:20.000 i form af Videnskabernes Selskabs konceptkort fra 1789, det høje målebordsblad fra 1883, det lave målebordsblad fra 1918, US Airforce Bacic Cover luftfotografering den 10. maj 1954, COWI´s ortofoto DDO®2004 optaget den 1. juni 2004 og COWI´s ortofoto DDO®2016 optaget den 16. august 2016, ©SDFE og ©COWI. [Riis, 2017]*

Som nævnt har klitnaturen i Nationalpark Thy været gennem århundreder med forskellig arealanvendelse. På figur 1.2 ses et eksempel på den historiske udvikling i Nationalpark Thy, hvor eksemplet er et område ved Tvorup Klitplantage og Ålvand Klithede. Kortene fra 1789 og 1883 viser det åbne klitlandskab i området. På kortet fra 1918 ses det, at der er blevet oprettet grøfter i forbindelse med tilplantningen af skov. Kortet fra år 1954 viser hvordan området igen er ryddet for træer. Området er igen blevet tilplantet i årene 2004 og 2016, dog med nye kulturer, hvor flere områder er forblevet lysåbne.

Prioriteten i arealanvendelsen gennem tiden har derfor haft betydning for vilkårene for den sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy. Den historiske udvikling i området er dermed vigtig i forståelsen af, at nationalparkens oprindelige natur er af lysåben karakter, og at forekomsten af plantagerne er et menneskeligt indgreb. Denne forståelse ligger til grund for Nationalpark Thys målsætning om at skabe mere sammenhæng i klitnaturen, samt at udskifte plantagernes importerede arter med mere hjemmehørende vegetation. Den overvejende del af arealerne med nåletræer i Nationalpark Thy består for nuværende af ikke-hjemmehørende arter som sitkagran, bjergfyr og ædelgraner [Hald-Mortensen, 2018].

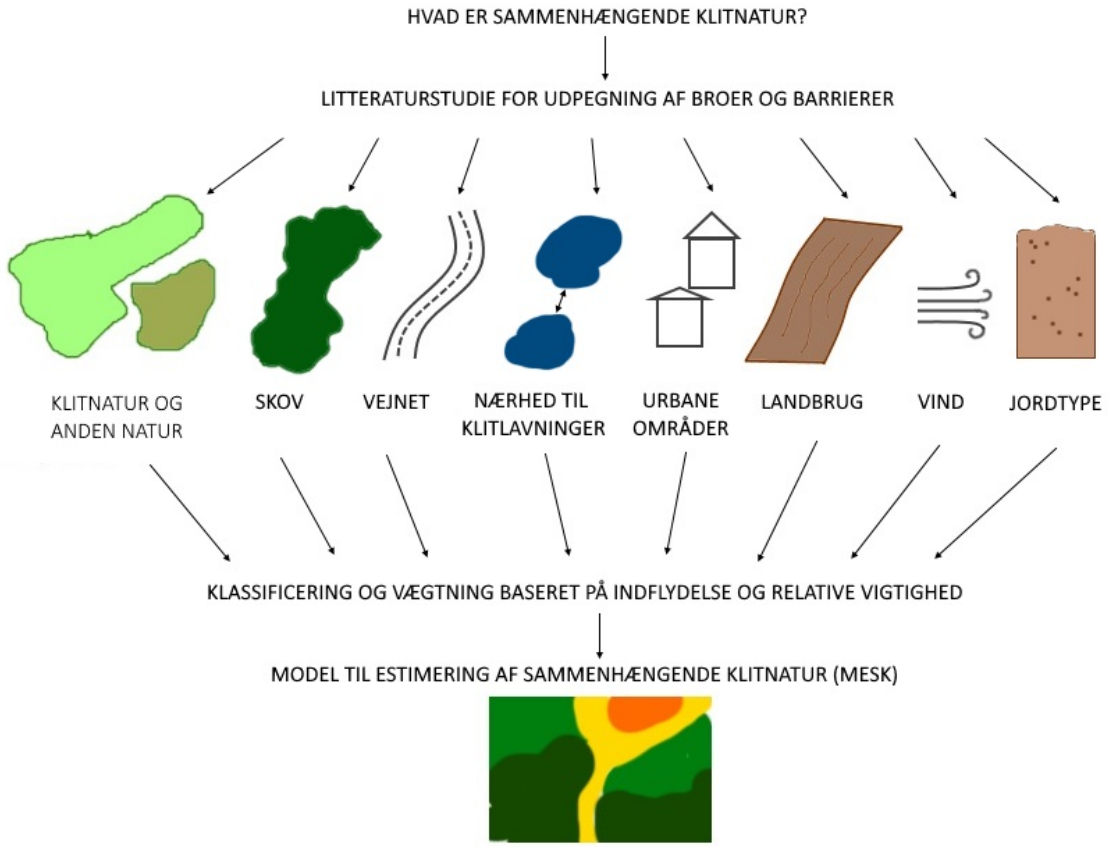
Formålet med dette projekt er derfor at undersøge, hvorledes Nationalpark Thys eget ønske om at gøre klitnaturen mere sammenhængende kan beskrives gennem geografiens værktøjer. Intentionen er herved at gøre det lettere for den fremtidige forvaltning at synliggøre udviklingen i klitnaturen. Derfor vil dette projekt bringe en dybere forståelse for klitlandskabet som system, samt give en rumlig forståelse af, hvilke broer og barrierer, der kan forekomme i klitlandskabet.

Nærmere bestemt ønsker vi at udvikle en model, som kan benyttes af Nationalpark Thy, samt andre naturforvaltninger, i deres fremtidige naturplanlægning. Redskabet skal kunne benyttes i et tværfagligt samarbejde mellem faggrupper indenfor naturforvaltning, såsom biologer, geologer og geografer. I forbindelse med brugen af avancerede Geografiske Informationssystemer (GIS), som flere fagpersoner kan samles om, skal både bagvedliggende forståelse af udvalgte faktorer i modellen belyse, hvor sammenhængende den eksisterende klitnatur er. Resultatet af dette bliver dermed en MESK.

MESK vil tage sit udgangspunkt i et metodedesign beskrevet i Beier et al. [2007]. Metodedesignet giver et konkret bud på en model, der kan identificere korridorer mellem dyrelivshabitater ved brug af GIS. Modellen vurderes som en god inspirationskilde til dette projekts formål, da estimeringen af optimale områder for en given art, har flere lighedspunkter til estimeringen af områder med optimal sammenhæng i klitnaturen. Ligesom Beier et al. [2007] lægger vægt på, hvilke faktorer, der henholdsvis fordrer og forhindrer bevægelsen af en given dyreart, vil modellen i dette projekt lægge vægt på faktorer, som kan fungere som henholdsvis "broer"og "barrierer"for sammenhængende klitnatur.

Dette vil sige, at der både ønskes at have fokus på hvilke faktorer, der er med til at skabe sammenhæng i klitnaturen og derfor fungerer som broer og samtidigt også hvilke faktorer, der vil forhindre sammenhængende klitnatur og derfor udgør en barriere. På figur 1.3 illustreres en konceptmodel for projektets fremgangsmåde, baseret på Beier et al. [2007], og således, hvordan dette projekt vil udvikle en model, der både inkluderer broer og barrierer. Figuren viser en konceptmodel, der inkluderer faktorer, som kan have en

indvirkning på klitnaturens grad af sammenhæng.



Figur 1.3. *Konceptmodel for udvikling af Model til Estimering af Sammenhængende Klitnatur (MESK). Egen fremstilling med inspiration fra Beier et al. [2007].*

Før dette projekt kan benytte de relevante dele af metoden i Beier et al. [2007], er det nødvendigt, at der skabes en forståelse af, hvad der menes med sammenhængende klitnatur. Dette fremgår på figur 1.3 som projektets første trin. Derfor undersøges til start, hvordan dette projekt videre vil arbejde med sammenhængende klitnatur, samt en konkret definition herpå. Denne definition og dens udspring kan læses i kapitel 3.

Beier et al. [2007] anbefaler, at der først findes frem til hvilke barrierer, der forhindrer vildtkorridorer, hvilket derfor ses som andet trin på figur 1.3. Således findes også frem til relevante barrierer samt broer i vores projekt, hvor figuren viser nogle af de broer og barrierer, der potentielt kan have indflydelse på klitnaturen.

Yderligere foreslår Beier et al. [2007], at der foretages et studie af de udvalgte faktorer, hvis ikke man selv er fagekspert på området. Derfor vil der også i dette projekt foretages et sådant studie, som kan læses mere om i kapitel 5 på side 55.

Studiet skal derfor ifølge Beier et al. [2007] udgøre grundlaget for den betydning, der i modellen tillægges de forskellige klasser i de inkluderede faktorer. Klassernes betydning vil i modellen komme til udtryk i en tildelt score. På tabel 1.1 ses en prototype for en score-inddeling i estimeringen af sammenhængende klitnatur, med inspiration i Beier et al. [2007]:

Arealanvendelse		*Jordtype*		*Nærhed til klitlavninger*		*Vindhastighed*	
Klasse	*Score*	*Klasse*	*Score*	*Klasse*	*Score*	*Klasse*	*Score*
Klitnatur	X	Finsandet jord	X	0-50 m	X	<6,25 m/s	X
Anden natur	X	Grovsandet jord	X	50-100 m	X	>6,25 m/s	X
Marker	X	Fin lerblandet sandjord	X	>100 m	X		
Skov	X	Grov lerblandet sandjord	X				
Urbane områder	X	Fin sandblandet lerjord	X				
Veje og stier	X	Grov sandblandet lerjord	X				
		Humus	X				
		Stående vand	X				

Tabel 1.1. *Tabeloversigt over projektets faktorer og dertilhørende klasser. Score er her angivet med X, da scoren tildeles på baggrund af litteraturstudiet i kapitel 4.*

Eksemplet i tabellen viser, at klasser indenfor hver af de udvalgte faktorer tildeles en score, der indikerer i hvor høj grad klassens forekomst på et givet område vil bidrage til sammenhæng i klitnaturen. Klasserne vil alt efter deres betydning for sammenhængen, blive betegnet som broer eller barrierer. Udvælgelseskriterierne af faktorer og dertilhørende klasser kan læses mere om i kapitel 5.

Herefter er fremgangsmåden i Beier et al. [2007], at faktorerne tildeles en procentmæssig vægtning, baseret på deres indbyrdes relative vigtighed for sammenhængen i klitnaturen.

Resultatet, der fås ved brug af Beier et al. [2007]'s modellering, er en kortlægning af de mest optimale vildtkorriderer, hvor grønne områder er de mest optimale og røde områder ikke er egnede. Dette er også illustreret på figur 1.3 som det endelige kort, der fås med grønne, gule og røde farver. Dette projekts endelige produkt bliver derfor en kortlægning af sammenhængende klitnatur i forskellige grader, hvor disse indikeres med farverne i farveskalaen rød til grøn alt efter, hvor sammenhængende klitnaturen er.

Derved opnås en model, der kan give et praj om, hvor mange områder der er sammenhængende og i hvilken grad. Dette vil derfor for fremtidig brug af MESK kunne opdateres løbende i forbindelse med ny viden inden for området eller nye forvaltningsprojekter, som derfor vil kunne ændre resultatet af kortlægningen. Kortlægningen vil desuden kunne benyttes til at give et sammenligningsgrundlag inden for fremtidig naturforvaltning.

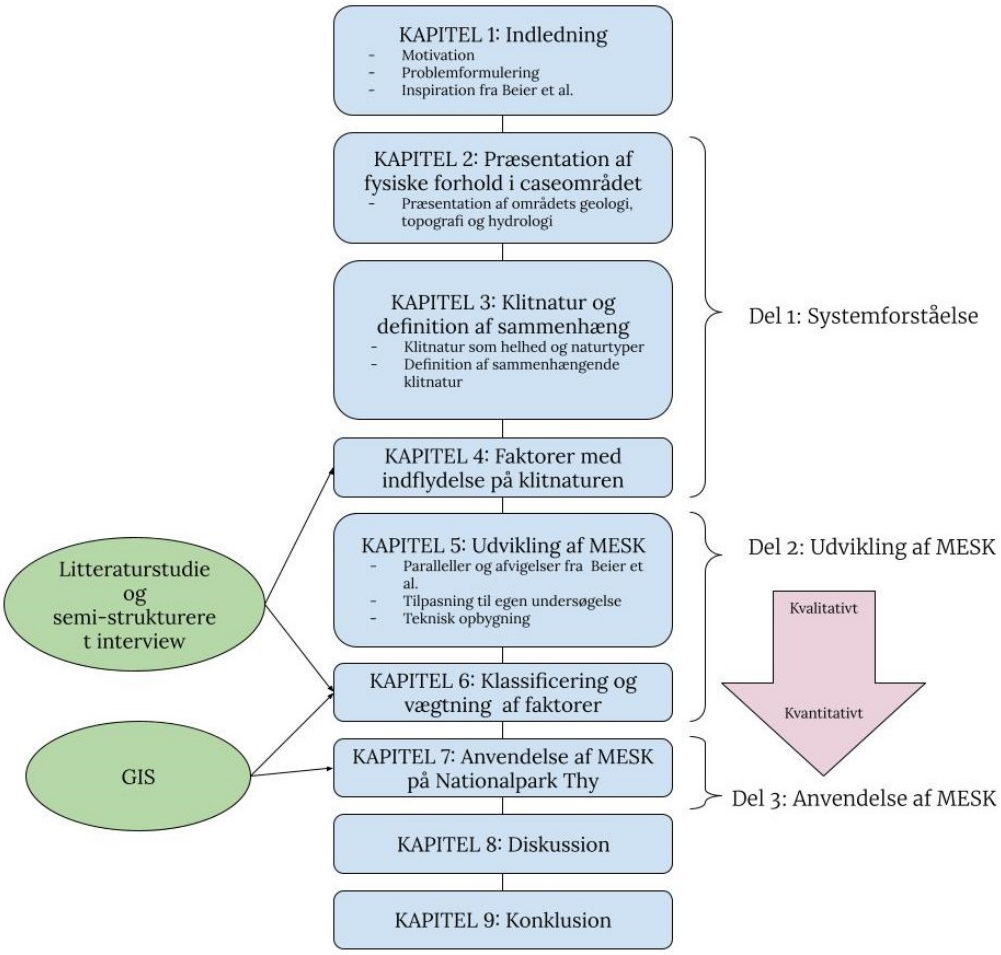
1.2 Projektopbygning

På figur 1.4 kan ses en oversigt over projektets opbygning og kapitler. Projektets kapitler er illustreret med blåt, mens de dertilhørende metoder er illustreret med grønt.

I kapitel 2 vil der lægges fokus på de fysiske forhold, som derfor er med til at præsentere Nationalpark Thy som caseområde. Derefter vil der i det efterfølgende kapitel 3 opstilles en definition af sammenhængende klitnatur, som skal danne rammen for projektets udpegning af broer og barrierer.

I kapitel 4 beskrives de faktorer, der har indflydelse på klitnaturen ved hjælp af et litteraturstudie, samt korrespondance og semi-struktureret interview med fagperson. Derfor er metoden *litteraturstudie*, markeret med grønt på figur 1.4, forbundet til kapitelet.

Herefter vil metoden, der er inspireret af Beier et al. [2007], beskrives i kapitel 5.



Figur 1.4. *Projektopbygning med kapitler markeret med blå, og metoder markeret med grønt. Desuden ses projektets opdeling i tre dele.*

Projektets klassificering af broer og barrierer, kan findes i kapitel 6, hvor litteraturstudiet også her bliver benyttet som metode. Idet broerne og barrierene kortlægges i dette kapitel vil GIS som metode også blive benyttet, hvorfor metoden også forbindes til kapitlet illustreret på figur 1.4.

I processen fra kapitel 4 til kapitel 6 bevæges projektet fra at arbejde med broerne og barriererne kvalitativt, gennem forståelsen og beskrivelsen af disse, sig over i det mere kvantitative arbejde med dem, når der skal sættes tal på disse gennem et pointsystem. Dette er illustreret på figur 1.4 med den lyserøde pil.

Selve brugen af MESK i kapitel 7 bliver derfor et samspil mellem forskellige resultater samt en diskussion af disse. Endeligt optræder projektets samlede konklusion i kapitel 9.

Projektet kan dermed opdeles i tre naturlige dele, hvor der i kapitel 2 til kapitel 4 vil blive givet en systemforståelse og redegøres for de faktorer der er relevante for en estimering af graden af sammenhæng i klitnatur. Dernæst vil de udpegede faktorer i kapitel 5 og kapitel 6 klargøres, samt tildeles scorer og vægtninger, med henblik på at kunne inkorporeres i

MESK. Slutteligt vil MESK anvendes i kapitel 7, hvor modellens resultater analyseres, og dernæst tages videre til kapitel 8, hvor de diskuteres, med henblik på at evaluere anvendeligheden af MESK til fremtidig forvaltning af klitnaturen.

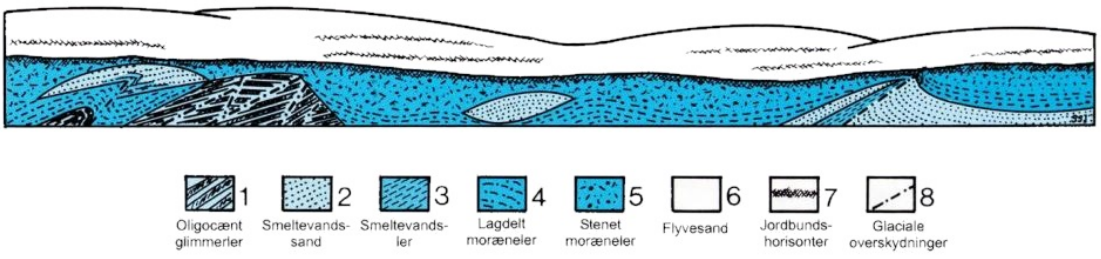
Præsentation af fysiske forhold for klitnaturen i Nationalpark Thy 2

Nationalpark Thy vil som caseområde i dette kapitel blive præsenteret gennem dets geologiske, topografiske og hydrologiske forhold. Herved vil der skabes en samlet forståelse af, hvad det er for et område, der i dette projekt arbejdes med. Idet projektet omhandler klitlandskabets natur er det derfor vigtigt at forstå caseområdets forskellige systemer, der på sin vis optræder i klitlandskabet. Disse har betydning for, at klitterne findes netop i dette område med de optimale forhold. Der vil derfor undersøges geologi, topografi, vandløb, søer, overfladevand, grundvand samt nedbør.

2.1 Geologiske forhold

Undersøges først geologien i Nationalpark Thy kan de forskellige jordbundstyper kortlægges, som set på figur 2.2 på næste side. Kortet viser tydeligt, at Nationalpark Thy er et område domineret af grovsandet jord, der udgør størstedelen af nationalparken. Yderligere ses et område i den nordlige del af nationalparken med finsandet jord.

Dette er forventeligt for et område beliggende ved vestkysten, hvor kraftig vind fra kysten er med til at blæse sand ind over nationalparken og derfor er med til at danne klitlandskabet, der kan findes her [Nationalpark Thy, u.d.(b)]. Klitter og flyvesand er således elementer, som er skabt af korrelationen mellem landhævning af stenalderhavets bund, havets aflejringer af sand og vestenvinden [Granat og Secher, 2006]. Undersøges jordbunden nærmere i Thy, kan der f.eks ved Lodbjerg Kystklint findes et op til 10 meter højt jordprofil skubbet op under istiden. Her kan man studere jordprofilens forskellige jordarter [Andersen og Sjørring, 1992]. Nedenfor på figur 2.1 er vist en illustration af jordprofilen for Lodbjerg Kystklint.

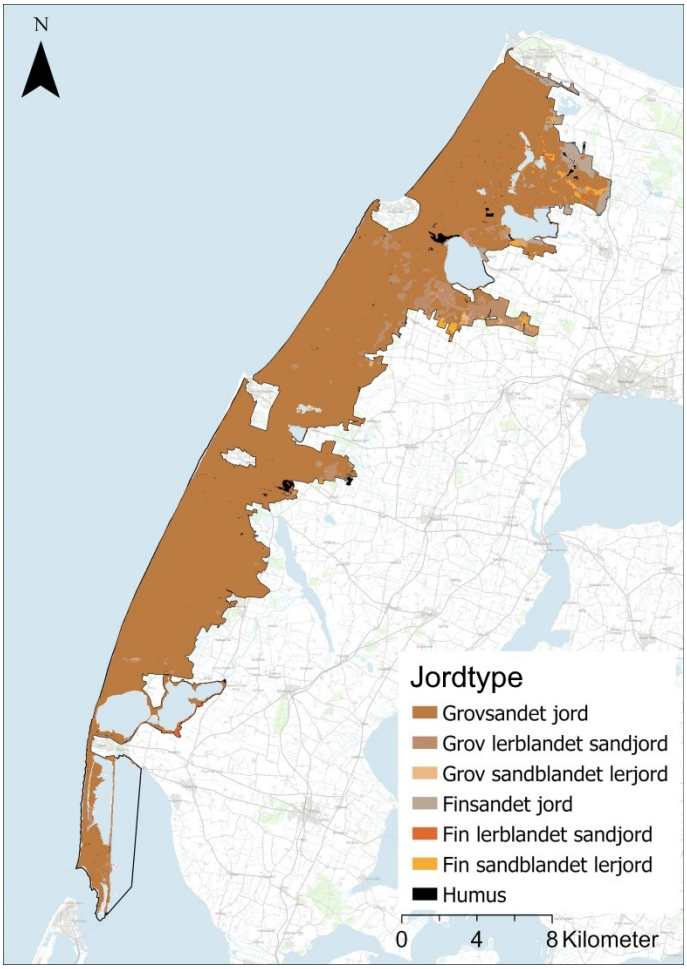


Figur 2.1. *Geologisk tværsnitsprofil af Lodbjerg Kystklint[Andersen og Sjørring, 1992].*

På figur 2.1 ses det, at hele området er dækket af flyvesand, der skjuler de oprindelige terrænformer. Desuden kan man se de jordbundshorisonter der skabes i tiden mellem perioder med sandflugt som begravede overflader. Yderligere ses de glaciale lag i kystklinten bestående af moræneler, der overlejrer lagene med smeltevandsgrus og -sand [Andersen og Sjørring, 1992].

Jordprofilet ændrer sig fra nord til syd, hvilket skyldes jordprofilets underlaget. I nord kan der findes 10-12 m flyvesand over 8-10 m stenanlderhavsand, hvor der i syd er et mere varierende lag af flyvesand, på et underlag med tyndere havaflejringer og istidslag. Dette gør syddelen af Nationalpark Thy til en sandslette fungerende som én stor afblæsningsflade, hvor varierende hældninger er betinget af grundvandet, idet tørt sand vil blæse af overfladen og vådt sand i højere grad bliver liggende [Granat og Secher, 2006].

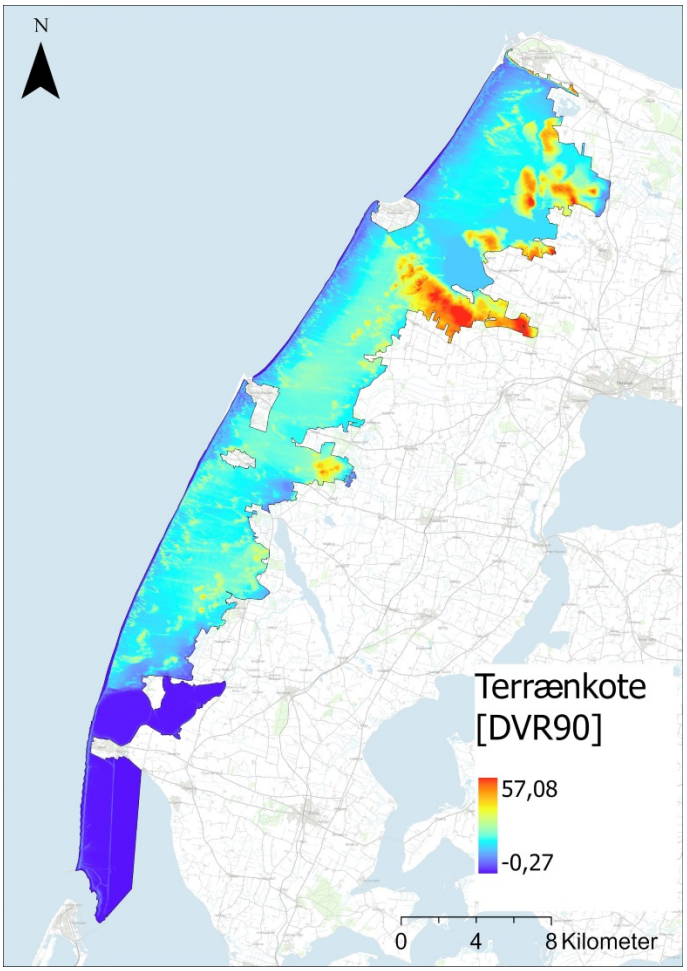
Geologien og især processerne med flyvesand har betydning for, at der kan opstå et landskab med klitnatur, hvor klitnaturen hovedsageligt opstår på sandede jorde. Vegetationen vil derfor fra tid til anden dækkes til med sand [Nationalpark Thy, u.d.(b)]. Kortlægningen af jordbunden i nationalparken hænger godt sammen med tidligere kortlægning af klitnatur i Danmark på figur 1.1 på side 2, hvor der kunne ses store områder med klitnatur beliggende inden for Nationalpark Thys grænser.



Figur 2.2. *Jordtypen i jordbunden for Nationalpark Thy. Jordbundsdata er fra 2019 og er tilvejebragt af Landbrugsstyrelsen. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

2.2 Topografiske forhold

Kortlægges topografien i Nationalpark Thy, kan der på figur 2.3 ses, at der kan findes et landskab, med meget varierende topografi. Dette skyldes især de høje klitter, der kan findes længst fra kysten markeret med rødt, hvor mange års sandfygning har dannet disse klitformationer [Nationalpark Thy, u.d.(b)]. Overordnet set kan der findes store variationer imellem de højeste og laveste områder i Nationalpark Thy, hvor de højeste områder når 57 meter over havets overflade (i forhold til DVR90). En sådan topografi kendetegnes ved kystens klitlandskab, hvor landskabet desuden er lavest helt ude ved kystenbredden.



Figur 2.3. *Kort over topografiske forhold i Nationalpark Thy. Data er Terrænmodel fra DHM/Terræn. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Topografien er en essentiel faktor når det kommer til forståelsen af klitnaturen. Der er en begrænset mængde undersøgelser af netop denne parameters indflydelse på den danske klitnatur, men hvis der tyes til studier af udenlandske klitsystemer, kan der dannes et overblik over topografiens potentielle virkning på klitnaturen.

Højdeforskellene som klitterne forårsager skaber mikroklimaer, hvorimellem forholdene for en række abiotiske faktorer varierer. Ott og Aarde [2014] har, ved undersøgelser af skovområder ved kystklitter i Sydafrika, fundet korrelation mellem topografiske faktorer

såsom klittens aspekt, terrænkote, hældning samt position på klitten, og faktorer som temperatur, relativ fugtighed og lysintensitet. Ifølge deres undersøgelse har klittens hældning og aspekt, altså hvilken retning klitten vender, en signifikant effekt på temperaturen, hvor nordvendte klitter opnår højere temperatur og lysindfald. Også den relative fugtighed viste signifikant korrelation med topografien, hvor områder i lavere kote var mere fugtige end højereliggende klitter, og bunden af klitten var desuden mere fugtig en klittens skråning og top [Ott og Aarde, 2014].

Figur 2.4. *Klitlandskabets højdevariation, taget ved Førby Sø med udsigt over Ålvand Klithede. Eget foto 2022.*

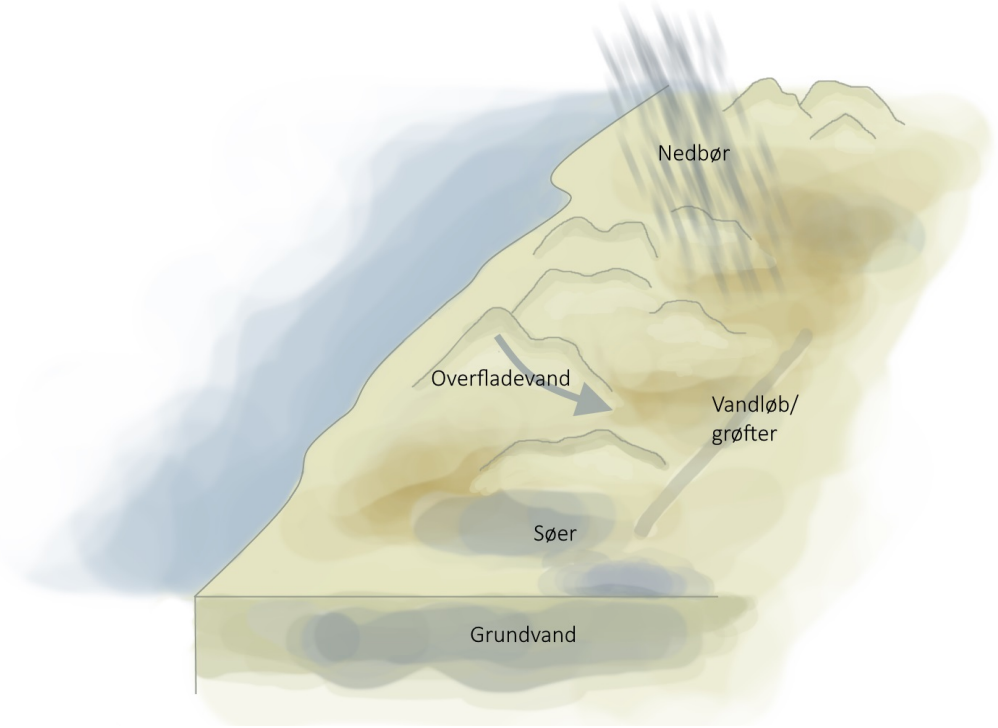
Marshall [2014] har lavet undersøgelser af topografiens indflydelse på spredningen af to truede karakteristiske arter i de lakustrine klitter ved Lake Michigan. Undersøgelsen indikerede, at én af disse arter foretrækker klitskråninger, der vender mod vinden, mens den anden foretrak læsiden. De fandt desuden, at pH-værdien i overfladejorden var signifikant korreleret med koten og andelen af bart sand [Marshall, 2014]. Ved kystlige klitter der var blevet forsøgt restaureret med sandfodring fandt de, at blandt de fire vegetationsvariable og de fem topografiske variable, var den bedst beskrivende for artsrigdommen 'topographic sheltering', som er produktet af elevationen af det højeste punkt, der vender mod havet og afstanden til kystlinjen [Nordstrom et al., 2009].

Garès og Pease [2015] har gennem et studie af et klitsystem ved Jockeys Ridge i North Carolina undersøgt topografiens indflydelse på de lokale vindforhold ved en vindbrud-formation i de mest kystnære klitter. Vindbrud forekommer, når kraftig storm river plantedækket op så overfladen eroderes. Her fandt de, at topografien i sammenspil med vindretningen, har signifikant effekt på vindhastigheden. Særligt når vindretningen er parallel med vindbruddet, kan der forekomme markante accelerationer af vindhastigheden både på indlands-enden af vindbruddet, og på klittoppene ved siden af vindbruddet. I takt med, at vindretningen bliver mere skæv i forhold til vindbruddets åbning, vil accelerationen reduceres, og der vil i nogle zoner af vindbruddet decideret forekomme deceleration. Blandt de topografiske parametre de undersøgte, fandt de, at højden af klittoppen og hældningen af klitskråningen havde den største korrelation med accelerationen af vinden. Samlet set var vindhastighederne målt i vindbrud-formationen 20 til 30 % højere end dem, der blev målt på stranden. Topografiens påvirkning på vinden kan dermed bidrage til en øget transport af sediment indlands [Garès og Pease, 2015].

Topografien spiller altså en rolle for en række faktorer i klitnaturen. Også i forhold til arbejdet med sammenhængen af klitnaturen bliver der fokuseret på de topografiske forhold. Her er det særligt i identificeringen af klitternes lavtliggende områder, klitlavningerne, da mange arter er knyttet til disse områder [Pilgaard, 2022a]. Som det ses på figur 2.3 er der umiddelbart gode forudsætninger for klitlandskabet i Nationalpark Thy idet der flere steder er stor højdevariation i landskabet, som kan skabe de nødvendige vind- og skyggeforhold. Et eksempel på den varierende topografi i Nationalpark Thy kan ses på figur 2.4.

2.3 Hydrologiske forhold

I det efterfølgende gennemgås de hydrologiske forhold i Nationalpark Thy med fokus på, hvordan de påvirker klitnaturen. På figur 2.5 ses en skitsering af de hydrologiske elementer, som indgår i klitlandskabet.



Figur 2.5. *Klitlandskabets hydrologiske systemer. Oversigt over de hydrologiske elementer, der i dette kapitel gennemgås. Egen illustration*

Vandløb og grøfter

Naturligt vil der kun opstå få vandløb på Thys sandede jorde, da dræningseffekten er ekstrem effektiv. Dog kan der findes flere steder i nationalparken med kalk i undergrunden, hvorfor disse dybtliggende kalklag danner sprækker, som dermed kan lede vandet væk [Riis, 2017]. I 1790 kunne der findes omkring 40 m snoede vandløb i nationalparken. I dag er godt 4 km af disse vandløb forsvundet grundet kystens tilbagerykning. Gennem tiden er grøfter blevet oprettet til fordel for dyrkning og plantager. I 2018 fandtes der alt 384 km grøfter og mindre vandløb i Nationalpark Thy. Dette vil sige, at der siden 1790 er blevet

udgravet ca. 10 gange så mange kilometer grøft til fordel for dræning af jorden. Fælles for vandløbene i nationalparken er, at de er stærkt modificerede, hvor de er dybe og udrettede. Derfor går de fleste vandløb under betegnelsen grøfter [Espersen og Søchting, 2018].

Figur 2.6. *Eksempel på en grøft, som dræner et trærigt område ved Tvorup Hul, som ligger ved nationalparkens østlige grænse, midt imellem Nørre Vorupør og Klitmøller. Eget foto 2022.*

Hvor ønsket tidligere har været at dræne og dyrke jorden, ønskes der i dag at genskabe den naturlige hydrologi, hvor grøfter forhindrer en naturlig vandstand, som ellers ville skabe både våde og tørre områder [Riis, 2017]. Dette sker, da grøfterne leder vandet hurtigt væk fra det resterende landskab, hvorfor der ikke kan opstå veksling mellem våde og tørre perioder i landskabet, som kan være en vigtig proces for flere klitnaturtyper [Worm, 2019].

Når områder drænes, kan dette have negative konsekvenser for klitnaturen foruden den drænende effekt grøfterne har. Dette skyldes, at dræningen sker på hævet havbund, som kan indeholde pyrit, som er en sammensætning af jern og svovl. Ved dræning kan der derfor frigives svovlsyre og okker, der er ren gift for de omkringliggende søer og vådområder [Worm, 2019]. Hvor svovlsyren er skadeligt for stort set alt, sætter okker sig på både fisk og smådyr således at dyrene får svært ved at overleve. Det samme gælder søens planter, hvor okker forhindrer vandplanterne i at lave fotosyntese og derved tilfører ilt til vandet [Worm, 2019].

Figur 2.7. *Nærbillede af grøften fra figur 2.6, hvor der tydeligt ses en uklar vandkvalitet. Eget foto 2022.*

Selvom der er flest negative konsekvenser forbundet med grøfterne, kan der også findes visse fordele. Hvis der ønskes at fælde træer i et område nærtliggende en sø eller et vådområde, kan grøfterne være fordelagtige. Dette skyldes, at grøfterne i disse områder kan lede de frigivne næringspuljer, der kommer i forbindelse med fjernelsen af træer, væk fra søerne. Hvor træerne i området før opbrugte næringen i jorden, er de ikke længere tilstede til dette, hvorfor det derfor ender i de ellers næringsfattige klitsøer [Pilgaard, 2022a]. Grøfterne har dog i de fleste tilfælde den effekt, at de leder okker og næring med sig hen til søerne [Worm, 2019]. Et eksempel på en grøft, som leder nedbør væk kan ses på 2.6, mens et nærbillede af grøften, hvor det er tydeligt at se den grumsede vandkvalitet kan ses på 2.7.

Søer

Søerne i Nationalpark Thy findes hovedsageligt på sandbund og er næringsfattige. Disse næringsfattige søer kaldes også lobeliesøer grundet de lobelier, der særligt kan vokse i de klare og næringsfattige søer. Karakteristisk for klittens søer er, at de ofte er temporære, hvorfor de tørlægges om sommeren og fyldes med vand igen i vinterhalvåret [Knudsen, 2008]. Særligt for den sydlige del af Hanstholm Vildtreservat kan der findes såkaldte karstsøer, som findes på kalkbund og derfor har kalkholdigt vand. Her er tale om de permanente søer Vandet Sø, Nors Sø, Bleg Sø og Bagsø [Knudsen, 2008].

Klitlandskabets vådområder, søer og moser har svingende vandstandsforhold hen over året, hvorfor de er meget følsomme over for enhver form for afvanding [Nationalpark Thy, 2016]. Med tiden er flere store søer i nationalparken da også forsvundet grundet dræning. Nationalparken har før grøfternes oprettelse været præget af en masse både større og mindre søer, der er forsvundet med den ændring i grundvandstanden grøfterne resulterer i. Et eksempel på dette er Tvorup Sø, hvor vandstanden er blevet sænket med 1 meter som følge af dræning og udgravning af Bøgsted Rende. I 1992 blev et vandløb oprettet til at gå vest om Tvorup Sø for at begrænse tilførslen af hummusstoffer og okker [Nationalpark Thy, 2020].

Flere søer afhænger af en svingende grundvandstand, hvor effekten af at tilkaste grøfter øger grundvandstanden, og de naturlige temporære søer vil reetableres og vandets opholdstid i søerne vil øges markant [Nationalpark Thy, 2020].

Hvor de temporære søer er vigtige kilder til den klitnatur, der kan findes i Nationalpark Thy, kan de permanente søer derimod have en negativ indflydelse på klitnaturen. Dette skyldes at de permanente søer vil indeholde andre arter, herunder større fisk, som kan udgøre en trussel for det dyreliv der kan findes i klitnaturen [Pilgaard, 2022a]. Eksempelvis er strandtudsen, som er en vigtig art for klitnaturen, afhængig af, at der ikke er konkurrence fra fisk, som findes i de permanente søer [Miljøministeriet, u.d.].

Overfladevand

Overfladevand er en vigtig kilde til klitlavninger og dannelse af de temporære søer. Overfladevandet kommer fra nedbøren, hvorfor søerne kommer og går alt efter årstider og nedbørshændelser. Hvor de temporære søer udtørrer om sommeren, fyldes de igen

om vinteren [Degn, 2013]. Vådområder og herunder tidsvise klitsøer karakteriseres ved habitatnummeret 2190 som fugtige klitlavninger, der beskrives yderligere i kapitel 3. Søer mindre end 2500 m^2 i areal henregnes til denne type, hvor større søer henføres til sønaturtyper [Skov- og Naturstyrelsen og Danmarks Miljøundersøgelser, 2016]. Nedenfor på figur 2.8 kan ses et billede af vådområder i Hanstholm Vildtreservat.

Figur 2.8. *Vådområder i Hanstholm Vildtreservat. Eget foto 2022.*

Strømningen af overfladevand til klitlavningerne og klitsøerne afhænger af ruheden på klitternes overflade. En laboratorieundersøgelse foretaget af Kirca et al. [2020], har undersøgt indflydelsen af klitters overfladeruhed på nærbundsafstrømningen i forhold til to forskellige ruhedsforhold - en glat og en ru klitoverflade. Undersøgelsen viste, at ruheden i klitoverfladen påvirkede nærbundsafstrømningen, hvor øget ruhed resulterede i en reducering af strømningshastigheden i toppen af klitten, men omvendt resulterede i en øgning på de resterende områder på klitoverfladen. Da der ses en stor variation i topografien i Nationalpark Thy bidrager dette til en varieret afstrømning, som giver variation i fugtniveauet i klitlandskabet.

Som forventet viste undersøgelsen, at der kunne findes højere modstand i forhold til afstrømningen ved den ru overflade [Kirca et al., 2020]. Hvis dette oversættes til klitter med vegetation versus klitter med sandoverflade, må dette derfor betyde, at vandet løber hurtigere fra overfladen og ned til bundområder for klitter uden vegetation. Visse naturtyper er afhængige af denne proces, for at de tidsvise våde områder kan opstå. Især de sårbare og sjældne lobeliasøer opstår tidsvist blandt andet ved øgede vandmængder [Nationalpark Thy, 2010]. Dog kan det forekomme, at disse temporære søer opstår i områder med et højt humusindhold. Således kan brunvandede søer opstå, hvor vandets farve skyldes det høje indhold af humusstoffer [Degn, 2013; Nationalt Center for Miljø og Energi, u.d.].

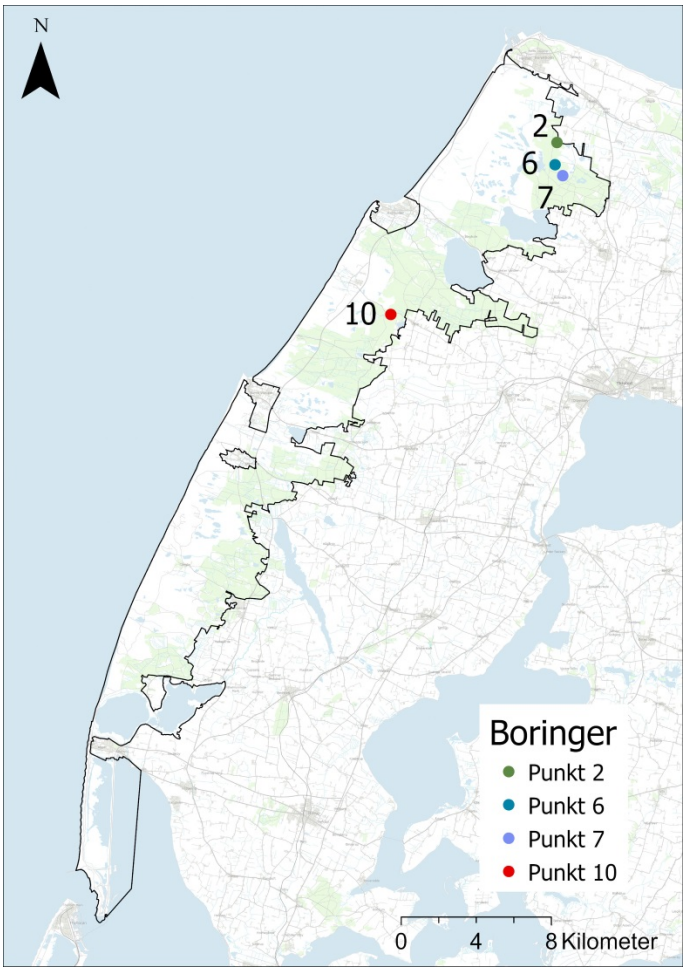
Grundvand

Nationalpark Thys grundvandsforhold undersøges i forhold til grundvands-data tilvejebragt gennem Watson C's Calypso. På figur 2.9 ses, hvilke boringer data er hentet fra. Data er således hentet fra 3 punkter for et område i den nordlige del af nationalparken samt et punkt længere mod nationalparkens midte.

Undersøges Nationalpark Thys grundvandsforhold kan der på figur 2.10 ses variationen i grundvandstanden under terræn over en periode på 1990-1988 samt en periode på 1999-2006. Her ses det, at alt data ligger under terræn og der er derfor ikke steder på året, hvor der er vand på overfladen, svarende til tidvist våde områder.

Punkterne 2, 6 og 7 er foretaget tæt på hinanden og i samme periode. Punkt 10s data er nyere data fra perioden 1999-2006, hvor grundvandet ligger tættere på terræn end målingerne i punkt 2, 6 og 7. Variansen for punkt 2, 6 og 7 er næsten ens, men deres minimum og maksimum er lidt forskellig. Punkt 6s grundvand ligger generelt tættest terræn og omvendt for punkt 7.

Lokalt set ligger grundvandet for disse punkter lavt i terræn i en dybde på helt ned til 17 meter under terræn. Dette står i kontrast til de generelle grundvandstendenser i Thy, hvor grundvandstanden oftere er høj på den hævede havbund, hvorfor grøftning har været et direkte resultat heraf. Dette har været en nødvendig betingelse i forhold til kulturudnyttelsen af jordbunden [Granat og Secher, 2006].

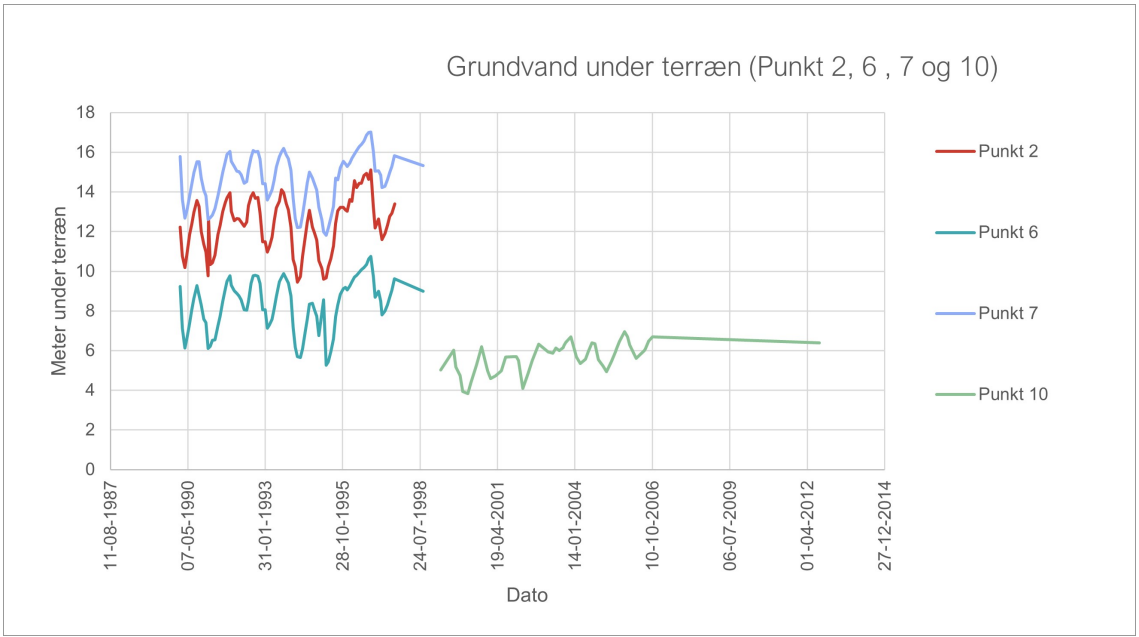


Figur 2.9. *Oversigt over placeringen af udvalgte grundvandsniveaumålinger. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Særligt klitlavninger er sårbare over for ændringer i grundvandsregimet, da variationerne i grundvandsspejlet er korreleret med mængden af arter typiske for klitlavninger, der

forekommer i de fugtige klitlavninger [Leira et al., 2019; Abesser et al., 2017]. Her er der især tale om de sæsonmæssige variationer for grundvandsspejlet, da succesen af ynglesæsonen for adskillige prioriterede europæiske arter er afhængig af vandstanden om foråret, hvor høje vandstande fører til dannelsen af midlertidige søer, som eksempelvis strandtudsen benytter til at yngle i [Abesser et al., 2017].

Under naturlige forhold er den sæsonmæssige variation af grundvandspejlet høj [Abesser et al., 2017]. Hvis koten for grundvandsspejlet falder tilstrækkeligt meget, vil det få konsekvenser for klitlavningens plantearter. Den sandede jord, som er typisk for kystnære klitnaturtyper, forbliver generelt mættet 10 til 15 cm over det frie grundvandsspejl, mens kapillæreffekten kan bidrage til, at der kan forekomme betydelige mængder vand 45 cm over det frie grundvandsspejl.



Figur 2.10. *Grafer for udvalgte grundvandsniveaumålinger, den geografiske placering af boringerne ses på figur 2.9 på forrige side. Data er baseret på GEUS Jupiterboringer hentet igennem Calypso.*

Denne evne til at holde på vandet er væsentligt lavere ved sandet jord, sammenlignet med finere jordtyper. Hvis jorden bliver tørrere grundet et kunstigt sænket grundvandsspejl, vil der generelt ses en stigende bevoksning med træer og buske [Davy et al., 2006]. Dette er en udfordring for klitnaturen i sig selv, men kan også føre til et feedback loop, da den højere vegetation forøger depositionen af atmosfæriske næringsstoffer, hvilket øger evapotranspirationen og fører til yderligere lavere grundvandsspejl om sommeren.

Bevoksninger med træer og buske bliver naturligt holdt nede af de oversvømmelser, der kan forekomme ved de høje grundvandstande om vinteren og om foråret. Af denne grund kan aktiviteter som drikkevandsindvinding, eller forekomsten af afvandingsgrøfter, have væsentlige negative indvirkninger på klitlavningerne, og det samme kan skovrejsning, da dette også påvirker grundvandsbalancen [Davy et al., 2006].

Nedbør

Nedbørsforholdene i Nationalpark Thy og omegn er generelt højere end for resten af landet. Ved Hinding nær Nors Sø er opsat en måler, der har målt nedbøren i denne del af nationalparken. I Hinding måles en årsnedbør på 834 mm [Aude et al., 2015], hvor landsgennemsnittet i perioden 2010-2016 var på 792 mm [Nationalpark Thy, 2020]. Nedbøren er derfor lidt højere end landsgennemsnittet og højst i den sydlige del af Nationalpark Thy. Hvor det for naturen kan gavne med nedbørsrige perioder, har der i forbindelse med sommerhusområder i disse perioder været behov for bedre afvanding, da høj grundvandstand er et tilbagevendende problem [Naturstyrelsen, u.d.].

Nedbøren er steget med omkring 100 mm om året gennem de seneste 150 år. Ændrede nedbørsforhold kan have større betydning end hos de områder, hvor den naturlige hydrologi er forsøgt genskabt. Dette betyder, at øget nedbør kan have større effekt end en genskabelse af de naturlige forhold, før der eksempelvis blev udgravet grøfter. Klimaforandringer bør derfor fremadrettet indgå i undersøgelser af scenarier med forskellige vandforhold på klitterne [Nationalpark Thy, 2015].

Det er dog ikke nationalparkens formål at løse udfordringer forbundet med klimaforandringer. Dog kan effekten af disse i forhold til at genskabe naturlig hydrologi være vigtige at afdække. Der bør derfor tages højde for klimaet og dets forandring, hvor fortsatte ændringer i nedbørsmønstret er forventeligt [Nationalpark Thy, 2015].

2.4 Opsamling

Nationalpark Thy er et område med stor variation i topografien, men lille variation i de geologiske forhold, hvor nationalparken hovedsageligt består af sandjord. Disse to forhold danner desuden rammerne for mange af de hydrologiske forhold, der kan findes i området, hvor den sandede jord med dens effektive dræningseffekt kun tillader vådområder på særligt våde tidspunkter af året, og hvor søer og vandløb generelt har svært ved at opstå. Nedbørsforholdene her er dog generelt højere end resten af landet.

Landskabets svingende topografi tillader små temporære søer at opstå i fordybninger, hvorfor der her også kan opstå klitlavninger. En undersøgelse af denne har vist, at grundvandet for de undersøgte målestationer ligger væsentligt lavere under terræn end forventet. Dette kan skyldes, at data her er udvundet på et område, hvor der har været fokus på indvinding af drikkevand, hvorfor dette kan have haft en effekt på grundvandstanden.

I områder med lille variation i topografien kan vandløb og grøfter have svært ved af aflede vandet. I områder med sommerhuse og andet bebyggelse kan genskabelse af naturlig hydrologi derfor blive problematisk, da det kan få betydning for grundvandstanden i lokalområdet. Derfor bør der i områder med nærtliggende beboelse eller anden værdi tages hensyn til vandskel, højdekurver og grundvandstand, inden der genoprettes naturlig hydrologi i området [Nationalpark Thy, 2015].

Definition af sammenhængende klitnatur 3

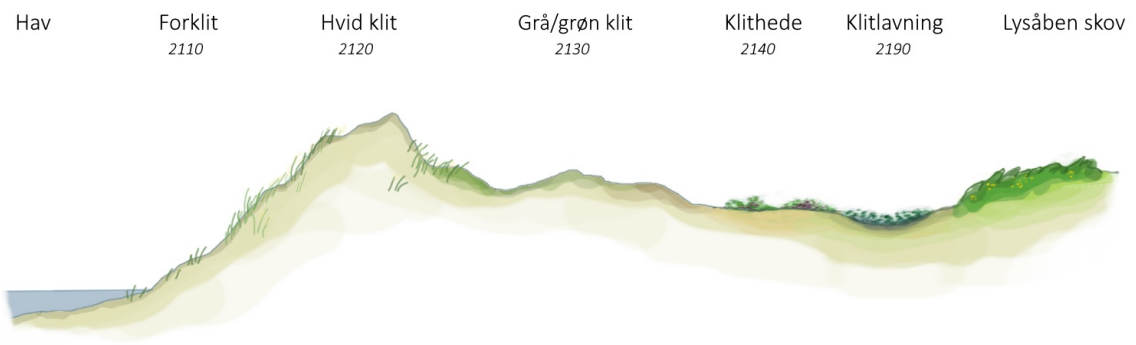
Foruden manglen på målbare målsætninger blev det også erfaret i projektet Torp et al. [2021], at der ikke er en klar definition af, hvad sammenhængende klitnatur er. Dette besværliggør yderligere at skulle opstille målbare målsætninger for noget, der i forvejen er så ukonkret. Derfor er formålet med dette kapitel at konkretisere, hvad dette projekt mener med sammenhængende klitnatur, hvor kapitlet ender med projekts definition på dette. Denne tilvejebringes ved først at redegøre for, hvordan klitnaturen er opbygget, samt karakteristika for de forskellige klitnaturtyper. Der vil desuden dannes et overblik over klitnaturens spredning og tilstand på europæisk skala. I kapitlet vil der også blive redegjort for Nationalpark Thys eget arbejde med klitnaturen, med særligt fokus på deres indsats for at skabe mere sammenhæng i klitnaturen.

3.1 Klitnaturens opbygning og naturtyper

Betegnelsen klitnatur kan benyttes i bred forstand, hvor flere ynder at benytte denne betegnelse som en samling af flere forskellige klitnaturtyper inden for klitlandskabets rammer. Alene i EU's Habitatdirektiv er klitnaturen inddelt i mere end 10 klitnaturtyper, som defineres ud fra de fysiske forhold samt karakteristiske arter for den pågældende naturtype. Klitnaturen nævnes i flere kilder som klithede, også af Nationalpark Thy, hvor dette forstås som de større og relativt sammenhængende naturområder, våde som tørre, med lysåben og næringsfattig klitnatur samt kalkprægede områder [Andersen et al., 2016].

I et interview med biolog Jeppe Pilgaard, projektleder hos Nationalpark Thy, forklarer han, at Nationalpark Thy selv definerer klitnaturen som værende en samling af både klitlavninger, grågrøn klit og havtornklit med flere. Altså alle de forskellige klitnaturtyper der findes, hvortil klithede oftest benyttes som fællesbetegnelsen for disse [Pilgaard, 2022a]. Jeppe Pilgaard selv ynder at benytte klitnaturtyper, samt at *klitnatur* også kan benyttes som fællesbetegnelse vælges også at benytte denne betegnelse fremadrettet.

At klitheden nærmer sig en fællesbetegnelse for flere klitnaturtyper er dog også forventeligt eftersom der inden for et givent areal kan optræde mere end fem forskellige klitnaturtyper. Findes en naturtype med en dækningsgrad på omkring 20 %, for at arealet vil denne udpeges til den pågældende klitnaturtype, så længe ingen af de øvrige naturtyper har en højere dækningsgrad. En nærmere beskrivelse af klitnaturens opbygning og kan ses forenklet på figur 3.1



Figur 3.1. *Forenklet oversigt over kystens komplicerede mosaik af forskellige klitter og deres habitatdirektivnumre. På figuren er klitnaturtyperne angivet ved navn og deres habitatnummer, som det er angivet i EU's habitatdirektiv. Egen fremstilling [Kuhlman, 2016; Nationalpark Thy, u.d.(a)].*

Fælles for klitnaturtyperne er, at de sjældent findes alene og opdelt, som det kan fremgå af figur 3.1, men ofte indgår i mosaikker, hvor naturtyperne pletvis blander sig med hinanden. Dog vil naturtyperne primært forekomme som vist på figur 3.1 i forhold til afstanden til kysten. Naturtyperne har ligeledes det til fælles, at de primært findes ved de mere eksponerede kyststrækninger og derfor hovedsageligt findes ved den nordjyske vestkyst, men at de også findes ved andre danske kyster [DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, u.d.(g)].

Den yderste del af klitlandskabet er forklitten (2110). Den består af vindribber, strandvolde og hævede sandflader og er kendetegnet ved, at sandlaget ofte er mere næringsrigt end de øvrige klittyper, da der tilføres næringsstoffer fra havet [DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, u.d.(b)].

Bagved forklitten ligger den hvide klit (2120), som er den yderste række klitter og findes ved de mest udsatte kyster. Udover blottet sand er den hvide klit kendetegnet ved at være bevokset med hjælme og marehalm. Klittens sandlag kan variere i tykkelse startende fra få centimeter. Området defineres som hvid klit, når der er flyvesand til stede [DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, u.d.(d)].

Bag de hvide klitter ligger den grå/grønne klit (2130), hvor klitterne er stabile med et forholdsvist lukket vegetationsdække. Vegetationen i den grå/grønne klit er præget af bevoksning bestående af græsser, urter og mosser, som vokser samlet. Naturtypen dækker over flere mindre undertyper, som alle er karakteriseret af lav, urteagtig bevoksning og nærhed til den hvide klit. Kalkindholdet i jordbunden kan være varierende alt efter graden af udvaskning og klittens alder [DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, u.d.(c)].

Kystklitter med dværgbuskvegetation (2140) er den natur, der kan findes på stabile eller gamle klitter bag de ydre klitter, hvor der her findes et lukket vegetationsdække af gyvel, pors og dværgbuske, som herunder kan være revling, klokkelyng, visse, eller hedelyng. Klithede kan fremkomme, fordi kalkindholdet i jorden er lavt grundet udvaskning af klitterne. Naturtypen kan enten findes på tørre klitter eller fugtige lavninger [DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, u.d.(e)]. Særligt naturtypen klithede indgår ofte i mosaikvegetationer med krat, urteagtige klitvegetationer eller sporadiske træbestande

[Miljøstyrelsen, 2016].

De bagvedliggende klitlavninger (2190) er ligeledes kendetegnet ved lav, urteagtig vegetation, men er herudover også kendetegnet ved at være fugtigt eller vanddækket med områder med frit vand. Naturtypen dækker også over mindre klitsøer. Klitlavningerne er, ifølge Jeppe Pilgaard, en vigtig faktor for at der kan skabes sammenhæng i klitnaturen, idet klitlavningernes fugtige områder er vigtige for dyr og planter [DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, u.d.(f); Pilgaard, 2022a].

Imellem de beskrevne klitnaturtyper findes områder af havtornklit (2160), grårisklit (2170) og enebærklit (2250). Klittyperne afhænger af jordbundens kalkindhold og klittens udviklingsstadie. Enebærklitten ses i områder med bevoksning af enebærbuske, hvor jordbunden ofte vil være forholdsvis kalkrig. Enebærklittypen vil ofte indgå i, og i samspil med, andre klitnaturtyper [DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, u.d.(a)]. Hvis klitnaturen ikke vedligeholdes vil den gradvist gro til i buskvegetation. For kalkrig jordbund vil tilgroningen resultere i havtornklitter og for mere kalkfattige områder vil tilgroningen resultere i grårisklit [DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, u.d.(g)].

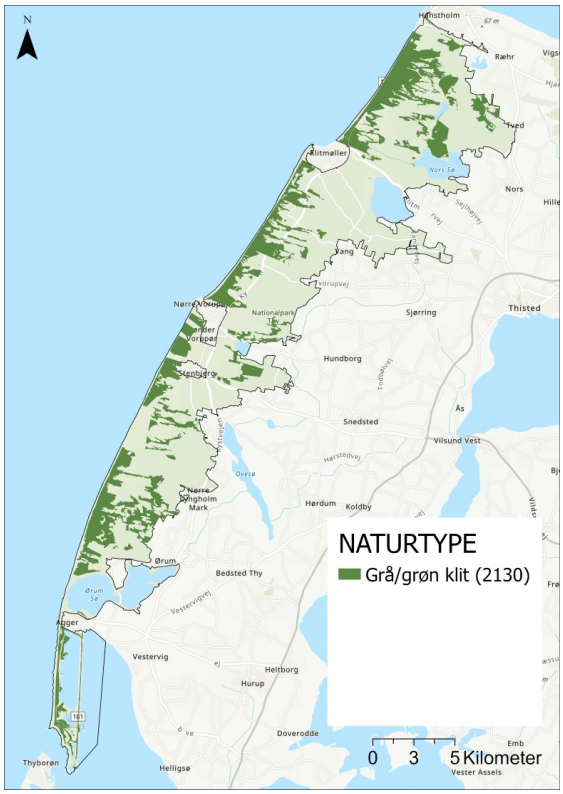
På figur 3.2 på næste side kan de forskellige klitnaturtyper, som beskrevet ovenfor, ses for Nationalpark Thy. Denne inddeling af lysåbne naturtyper er foretaget af Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur (NOVANA), der udarbejder den landsdækkende overvågning af naturtyper.

I sammenspil med tidligere kortlægninger og luftfotos, er data fra overvågningsprogrammet 2016-2019 blevet samlet fra feltundersøgelser. Disse feltundersøgelser indbefatter tilfældigt fordelte prøvesteder i et cirkelformet dokumentationsfelt med en radius på 5 m, hvor naturtyperne overvåges i forhold til naturtilstanden, der beskrives ved en række strukturelle indikatorer og ved forekomsten af karplanter [Nygaard et al., 2021].

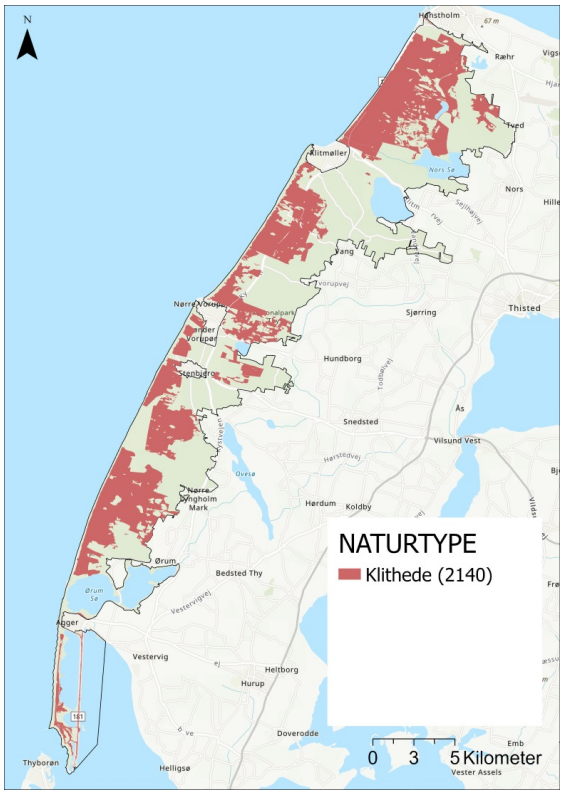
På figur 3.2a ses de områder, hvor der kan findes grå/grøn klit i Nationalpark Thy. Denne ligger langt ud til kysten, hvilket stemmer godt overens med, at denne naturtype optræder efter den hvide klit, som ligger tættest på kysten (jf. figur 3.1). Der kan ses større områder samt mere sporadiske områder med denne naturtype fordel over hele nationalparken.

Ses der på figur 3.2b kan der allerede her findes betydelige overlap mellem grå/grøn klit og klithede. Klitheden kan ses også at finde sted længere ud mod kysten, men går derimod også længere ind i landet og skaber derfor nogle større områder med denne naturtype. Grunden til dette overlap kan skyldes, at grå/grøn klit og klithede optræder som en mosaik, hvor naturtyperne pletvis ligger side om side.

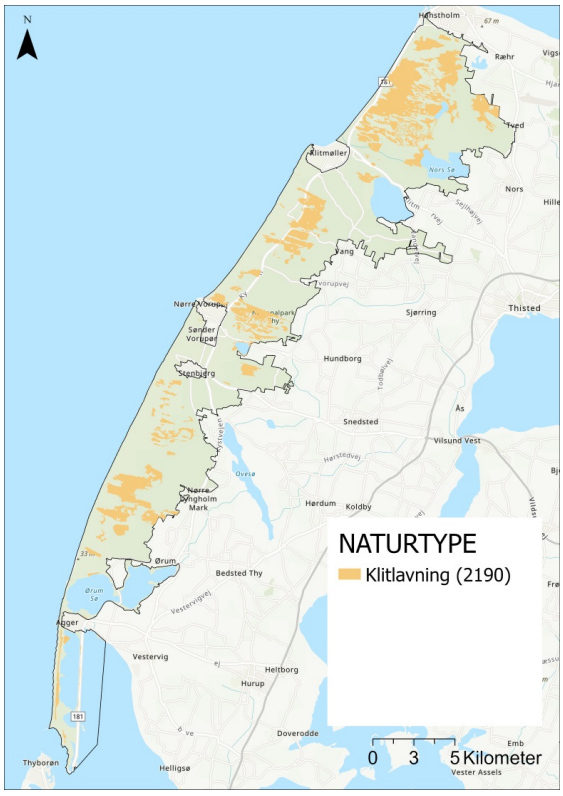
På figur 3.2c ses data med klitlavning, som ligger længere inde i landet. Også her ligger en del af denne data på samme områder som data med klithede. Disse naturtyper indegår også som en mosaiknatur, hvorfor dette kan være én af forklaringerne på overlappet.



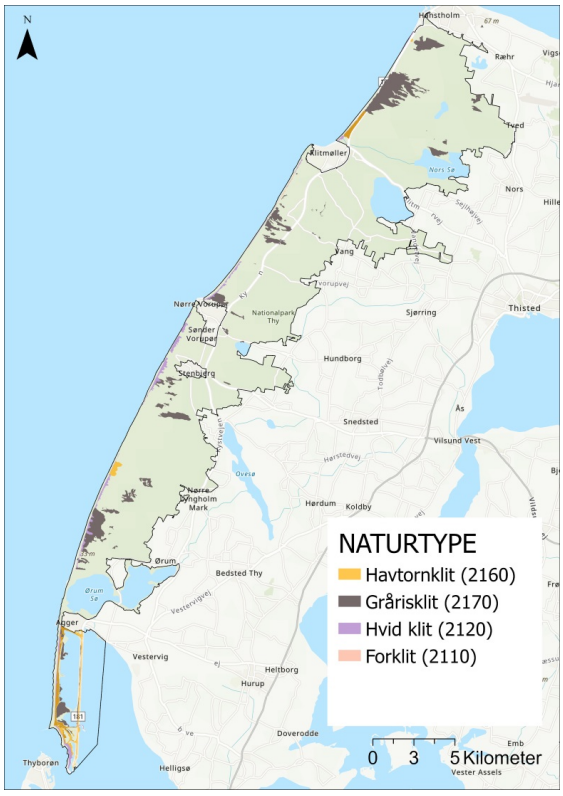
(a) 2130 grå/grøn klit



(b) 2140 klithede



(c) 2190 klitlavning



(d) 2110 forklit, 2120 hvid klit, 2160 havtornklit og 2170 gråklit

Figur 3.2. *Klitnaturtyperne og hvor de findes i Nationalpark Thy. Data for de lysåbne naturtyper er tilvejebragt af Miljøstyrelsen 2016-2019.*

De resterende naturtyper havtornklit, gråriskklit, hvid klit og forklit kan ses på figur 3.2d. Disse er i samme kort, da de ikke udgør nær så store områder på kortet. Dog ses en overvægt af gråriskklit. I tabel 3.1 ses en oversigt over de forskellige procentandele naturtyperne udgør af det samlede klitnatur-data.

Naturtype	*Habitatdirektivnr.*	*Andel af nationalparken (%)*	*Andel af klitnaturen (%)*
Forklit	2110	0,0	0,1
Hvid klit	2120	0,4	2,4
Grå/grøn klit	2130	6,6	54,4
Klithede	2140	23,1	88,5
Havtornklit	2150	0,3	14,7
Gråriskklit	2170	0,7	14,7
Klitlavning	2190	6,6	41,3

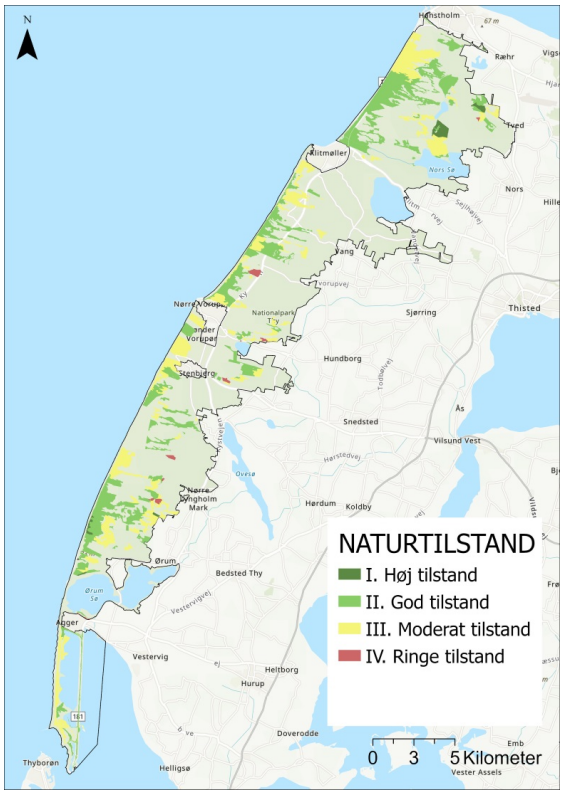
Tabel 3.1. *Den procentvise arealfordeling af klitnaturtyper i datalaget lysåbne naturtyper fra 2016-2019, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Det kan allerede ses ved at kigge hurtigt på kortene på figur 3.2, at naturtyperne tilsammen udgør langt over 100 % af data. Dette skyldes det store overlap, der er lagene imellem når disse kortlægges. Alene klithede (2140) dækker over 88 % af det samlede klitnatur-data, hvis denne data lægges øverst. Undersøges derfor, hvor der kan findes data, der ligger alene og derfor ikke overlappes, kan der ses på områder, hvor en bestemt naturtype udgør en andel på 100 af et givet areal og derfor står alene. De områder, hvor naturtypen udgør en andel på 100 %, er der tale om 42,5 % af data. Her skal det dog også pointeres, at der kan findes en fejlmargin i denne data, da der er 77,7 m^2, hvor der kan findes overlap.

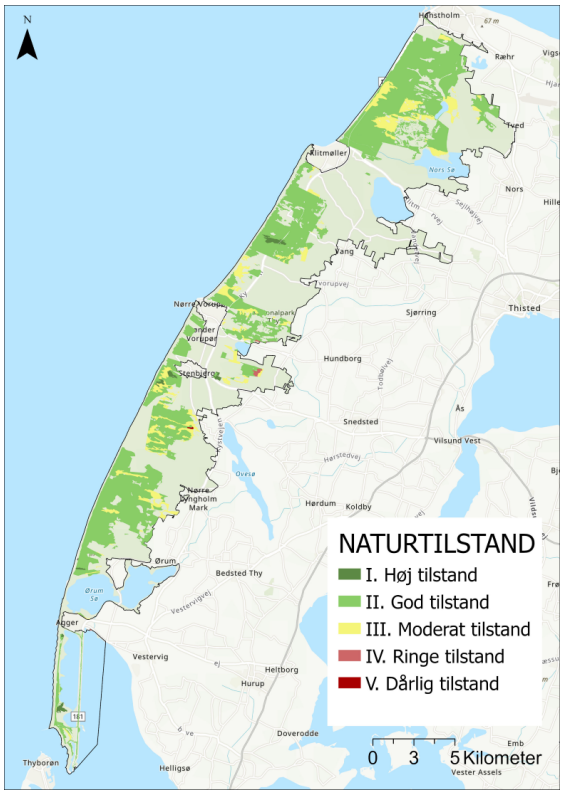
På områder hvor de bestemte naturtyper udgør en andel på 70-100 %, udgør dette tilsammen 67,6 % af data. De resterende data kan derfor ligge pletvis oveni hinanden. Dette betyder, at den måde data er indberettet på ikke er hensigtsmæssigt i forhold til et ønske om en højere detaljeringsgrad. Data i sig selv fortæller derfor umiddelbart ikke om, hvor sammenhængende naturen er eller i hvor god tilstand, selvom det kan se ret sammenhængende ud når der lige umiddelbart kigges på kortlægningen af data. Derfor undersøges der i det følgende, i hvilken naturtilstand klitnaturen i Nationalpark Thy er.

3.2 Klitnaturens naturtilstand

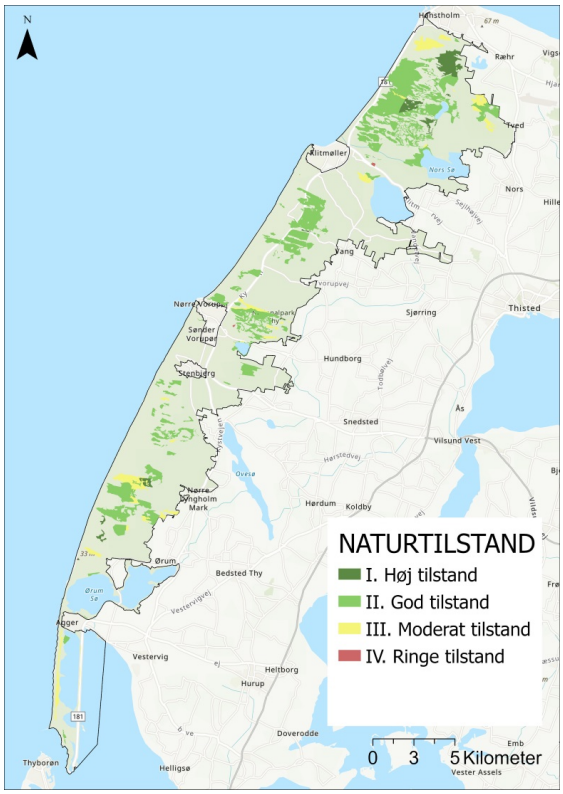
En af grundene til, at naturen i første omgang defineres er med det formål, at kunne vurdere naturtypernes tilstande, da vi som nævnt tidligere i kapitel 1 har et ansvar i forhold til at beskytte bevaringsværdig natur i Danmark. Naturens tilstand kan desuden være et udtryk for, hvor sammenhængende naturen er. På figur 3.3 på den følgende side er klitnaturtypernes naturtilstand vist. Disse naturtilstande er fundet gennem det værktøj, der i kommunernes naturplanlægning benyttes, som udføres i sammenspil med nævnte NOVANA overvågningsprogram [Nygaard et al., 2009]. Denne naturtilstand er fra temaet lysåbne naturtyper fra perioden 2016-2019. Tilstandklasserne er angivet efter de fem tilstandsklasser I. Høj stilstand, II. God tilstand, III. Moderat tilstand, IV. Ringe tilstand og V. Dårlig tilstand.



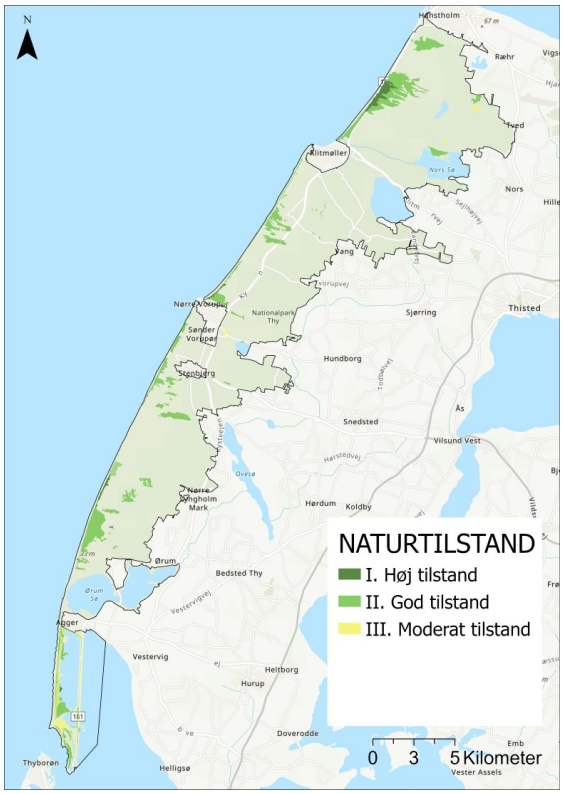
(a) 2130 grå/grøn klit



(b) 2140 klithede



(c) 2190 klitlavning



(d) 2110 forklit, 2120 hvidklit, 2160 havtornklit og 2170 gråriskklit

Figur 3.3. *Klitnaturtyperne og deres respektive naturtilstande. Data for de lysåbne naturtyper er tilvejebragt af Miljøstyrelsen 2016-2019.*

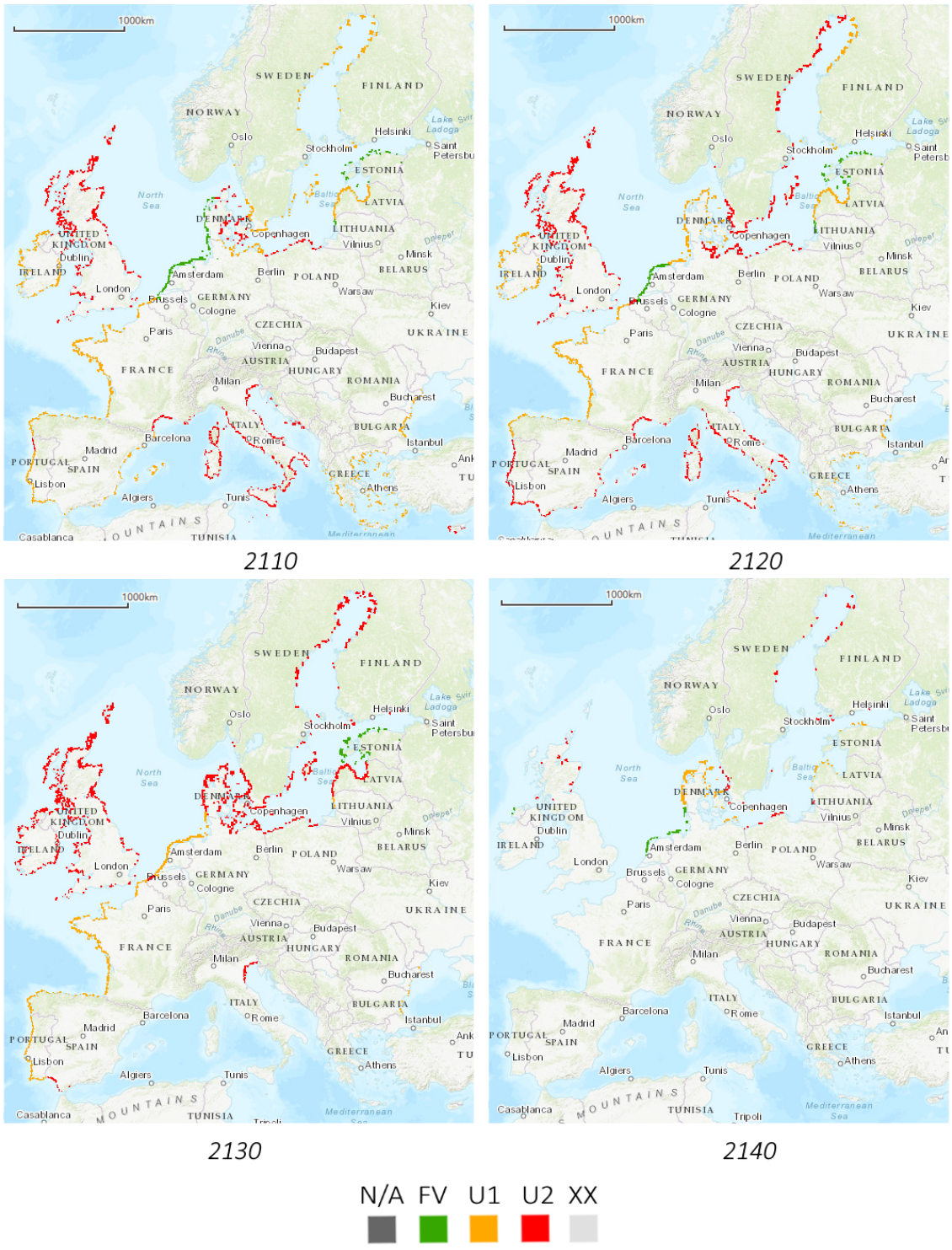
Ses der overordnet på alle fire figurer på figur 3.3 på forrige side er tilstanden generelt for klitnaturen i klasserne II. til III. med en overvægt af god tilstand. Dette betyder, at naturen ud fra en undersøgelse af naturens struktur- og artsoptælling er blevet vurderet til dette. Det skal dog pointeres, at disse naturtilstande er blevet vurderet ud fra udvalgte områder i felten, hvor det bedste resultat har kunne findes og vurderes. Det skal derfor tages in mente, at det er det bedste billede af naturens tilstand der vises, hvorfor dette ikke er en til en med virkeligheden.

Dette kommer også til udtryk, når naturtypernes tilstande skal rapporteres til EU i forhold til den forpligtigelise landene her har til at passe på truede arter. Her ses et væsentligt andet billede på, i hvilken tilstand klitnaturen har. Dette ses på figur 3.4 på den følgende side og figur 3.5 på side 29. Dette kan skyldes, at der her er blevet benyttet en anden metode til at kategorisere naturen på, som er baseret på en kontrolovervågning fra 2004-2015 udført af NOVANA. Her er tilstandene vurderet på mere tilfældigvis, hvor stikprøve områder lavet 5 m i diameter er blevet vurderet. Desuden er kategorien angivet som FV Favourable, XX Unknown, U1 Unfavourable-Inadequate og U2 Unfavourable-Bad. N/A er not-avable. Overordnet set ser tilstandene for de forskellige klitnaturtyper ud som, at de scorer væsentligt lavere på deres tilstande end der blev set på figur 3.3, hvor de fleste er i kategorien U2 Unfavourable-Bad.

Set i forhold til klitnaturen i resten af Europa klarer den danske klitnatur sig generelt set dårligere i dens tilstand set i forhold til Holland og Estland, som generelt er de lande hvor klitnaturens tilstand er bedst. Dog er tilstandene for de resterende lande nogenlunde på samme niveau som den danske klitnatur.

Klitheden er unik for Danmark, hvormed der ses mest af denne naturtype her. Der kan fås det indtryk, at hvis alle kortene blev lagt sammen, så ville der, hvis man så på klitnatur generelt, optræde mest klitnatur i nogle af de andre lande, eksempelvis England. Dog kan der omvendt ses, at hvis alle naturtyperne skal optræde samme sted, så er det næsten kun for Danmark at dette er tilfældet, hvor det for de lande der har store områder med klitnatur, stort set kun omhandler naturtyperne 2110, 2120 og 2130.

Derfor kan tilstandene på figur 3.4 på den følgende side og 3.5 på side 29 ikke nødvendigvis sammenlignes med tilstandene på figur 3.3, men give et praj om, at tilstande varierer alt efter hvilken metode der benyttes.



Figur 3.4. *Kort fra European Environment Agency (EEA), der viser naturtilstanden for udvalgte naturtyper. Tilstandene er angivet med grøn for "good", gul for "poor"og rød for "bad". Grå XX er "unknown", hvor områder ikke er undersøgt.[European Environment Agency, u.d.]*

Figur 3.5. *Kort fra European Environment Agency (EEA), der viser naturtilstanden for udvalgte naturtyper. Tilstandene er angivet med grøn for "good", gul for "poor"og rød for "bad". Grå XX er "unknown", hvor områder ikke er undersøgt.[European Environment Agency, u.d.]*

3.3 Sammenhængende klitnatur ifølge Nationalpark Thy

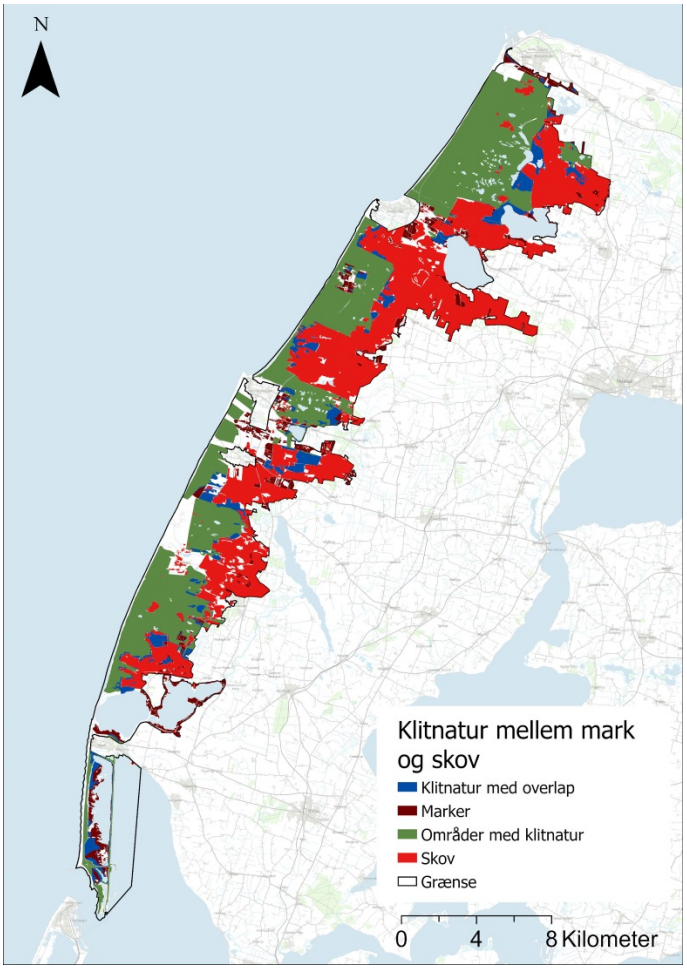
For at kunne opstille en model, der kan assistere nationalparkerne i at opnå deres målsætning om mere sammenhængende natur, er det nødvendigt også at forstå nationalparkernes syn på sammenhængende natur, og særligt for Nationalpark Thy, hvordan de definerer klitnatur. Siden Nationalpark Thys første nationalparkplan for perioden 2010 til 2016, har de givet udtryk for en målsætning om at skabe mere sammenhængende natur, særligt for klitten og klitheden. Det nævnes, at den danske klithede er meget sammenhængende, hvilket også var en af de faktorer, der udgjorde udpegningsgrundlaget for Nationalpark Thy som nationalpark. På trods af denne sammenhængighed er der mulighed for at skabe større sammenhæng og for at øge biodiversiteten i klitplantagerne. Intentionen er, at der i overgangzonerne mellem klitplantagerne og klitheden skal genskabes naturlig dynamik og udvikling, hvilket også vil føre til en mere sammenhængende klitnatur. Dette skal opnås blandt andet gennem genskabelse af naturlig hydrologi på naturområderne, samt rydning af højere bevoksning som træer og buske. Derudover vil ændring af driften på landbrugsområder ligeledes bidrage til øget naturindhold og sammenhæng. Endnu et tiltag er omlægning af plantagerne til naturnært drevne skove, hvor der i plantagerne etableres mindre åbne arealer, som skal ligge i sammenhæng med omkringliggende områder med klitnatur [Nielsen og Andersen, 2010].

Ønsket om sammenhængende natur har fortsat i nationalparkplanen for perioden 2016 til 2022, hvor visionen for sammenhængen er at skabe et sammenhængende bælte af mosaikker med fugtige klitlavninger, tørre klitheder og øvrig natur, fra syd til nord i nationalparken. Strategien for denne vision er fortsat rydning af beplantninger og plantagearealer [Andersen et al., 2016].

På figur 3.6 er kortlagt Nationalpark Thys klitnatur, samt områder med skov og marker i nationalparken. Skov og marker er markeret med rødt for at illustrere, hvorledes de optræder som større barrierer mellem områderne med klitnatur. Det ses af figur 3.6, at der kan findes betydeligt store områder med skov, som i Nationalpark Thys tilfælde de fleste områder er plantage, der er med til at give en opdeling af områder med klitnatur. Desuden ses der mindre områder med marker, da Nationalpark Thy i forvejen ikke indeholder meget landbrugsareal. Disse marker er dog markeret med mørkerødt på kortet, da de i det samlede billede er med til at udgøre en barriere i forhold til ønsket om sammenhæng for den samlede klitnatur i nationalparken.

På kortet er også markeret med blåt, hvor enten skov eller mark eller begge overlapper med klitnatur. Dette er vist for at illustrere, at klitnatur også kan indgå som en del af enten skov eller mark, der kan skyldes måden hvorpå området forvaltes. Dette kan også skyldes overlap i kortlægningen af data.

Denne simple kortlægning kan dog på nuværende tidspunkt allerede fortælle, at der med stor sandsynlighed kan findes gode forhold for sammenhængende klitnatur længere nordpå i Nationalpark Thy, hvor de grønne områder sydpå er mere sparsomme og derfor med mindre mulighed for sammenhæng.



Figur 3.6. *Kort over Nationalpark Thys klitnatur, skovområder og marker, samt hvor disse overlapper. Klitnaturen er udvundet af temaet lysåbne naturtyper 2016-2019, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur, skærmkortet er ligeledes tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur Skovtemaet er tilvejebragt af GeoDanmark 2021 og marktemaet af Landbrugsstyrelsen 2019.*

I et interview med Jeppe Pilgaard understregers, at der i forbindelse med skabelse af sammenhæng, er nogle klitnaturtyper, som er vigtigere end andre. I denne forbindelse nævner han klitlavninger, som har en særlig høj artsrigdom, og har arter som ensian blåfugl knyttet til sig. Denne sommerfulgeart har svært ved at bevæge sig over længere afstande, hvormed et særligt fokus for sammenhæng i denne klitlavningerne er nødvendigt [Pilgaard, 2022a].

Jeppe Pilgaard udtrykker desuden, at sammenhæng i naturen kan anses på forskellig skala. På mindre skala kan udfordringer med sammenhæng være tilstedeværelsen af læhegn, som på mange parametre måske ikke direkte gør, at området ikke er sammenhængende, men kan udgøre en barriere for bestemte arter, som vil have sværere eller finde det umuligt at krydse. Derved kan forekomsten af grøfter også udfordre sammenhængen, da de mindsker mængden af vand i terræn, og dermed mindsker udbredelse og sammenhængen af de særlige klitlavninger [Pilgaard, 2022a].

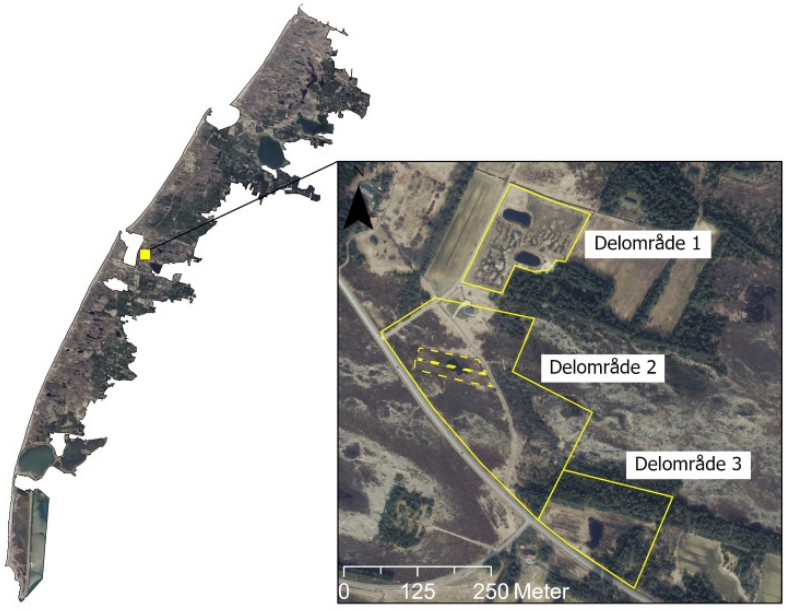
På større skala vil der derimod være mere fokus på mere omfattende barrierer såsom klitplantagerne, som nogle steder når helt ud til kysten, og dermed opdeler områder med

klithede. Eksempler på dette er syd for Klitmøller samt et større område mellem Klitmøller og Nørre Vorupørre, hvor plantagerne rækker langt ud til kysten, hvilket kan ses på figur 3.6 på forrige side. I disse tilfælde vil det i forbindelse med sammenhængen være mest optimalt at rydde plantagen, men den mere realistiske løsning vil være etableringen af korridorer gennem plantagen, som kan give forbindelse mellem de ellers fysisk adskilte klitområder. Dette er ikke altid ligetil, da der kan forekomme områder, hvor privatejede arealer ligger mellem to statsejede arealer, hvormed sammenhængsskabende tiltag for klitnaturen, afhænger af indgåelsen af frivillige aftaler med lodsejerne [Pilgaard, 2022a].

En måde, hvorpå tydeligheden af, hvad Nationalpark Thy selv definerer som sammenhængende natur er igennem deres projekter med oprettelse af mere sammenhæng i klitlandskabet. Derfor gennemgås i det følgende et eksempel på dette.

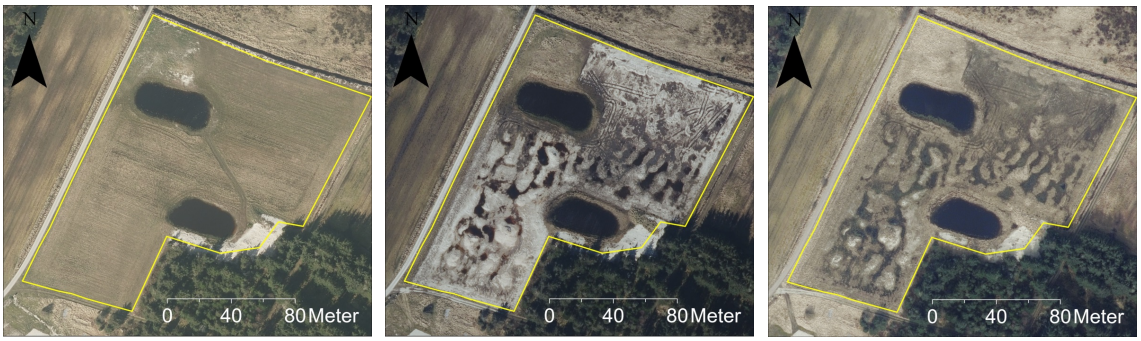
Projekteksempler på sammenhængende klitnatur Nationalpark Thy

I Nationalpark Thy har der siden nationalparkens oprettelse blevet indført projekter og tiltag til fordel for naturens tilstand og sammenhæng. Et eksempel på et projektområde med flere små delområder er ved Førdy sø. Her har der netop været fokus på at skabe mere sammenhæng i naturen og dermed også bedre betingelser for plante- og dyrelivet. Her kan findes en smal passage, hvor fremtidig spredning af arter kan foregå. Mod vest ligger Ålvand klithede rigt på både tørre klitter og våde klitlavninger og søer [Worm, 2019]. Disse er vigtige i forhold til sammenhængen i klitlandskabet. Projekterne sker gennem frivillighed og derfor i samarbejde med eventuelle lodsejere. Der beskrives her 3 delområder ud af projektets i alt 7 områder, som vises på ortofotos fra årene fra 2019, hvor projekterne indtraf i august og efterfølgende udviklingen i områderne for årene 2020 og 2021 [Worm, 2019]. På figur 3.7 kan ses delområdernes beliggenhed i nationalparken.



Figur 3.7. *Kort over delområdernes beliggenhed i Nationalpark Thy. Som baggrundskort er anvendt GeoDanmark Ortofoto WMS-tjeneste fra 2021, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Delområde 1 på 2,2 ha har til formål at genskabe klithede på området, ved at skabe dynamik og reintroducere dværgbusksamfundet. Dette sker rent praktisk ved brug af gravemaskiner, der skal skabe fugtige lavninger og nye klitter. Dog skal der ved terrænreguleringer over 0,5 m søges tilladelse i henhold til planloven, samt søges tilladelse i forbindelse med at ændre arealanvendelsen på et Natura 2000 areal. Det er herefter forventningen at frø og arter fra nærliggende klitområder hurtigt spredes naturligt og indfinder sig på det nye område [Worm, 2019]. Ses der på figur 3.8 kan der ses en tydelig udvikling på de tre ortofotos, hvor der allerede i 2020 kan ses tydelige klitformationer og forskelligartet vegetationsdække.



(a) 2019 ***(b)*** 2020 ***(c)*** 2021

Figur 3.8. *Delområde 1 ved Førby sø. Som baggrundskort er anvendt GeoDanmark Ortofoto WMS-tjeneste fra 2021, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

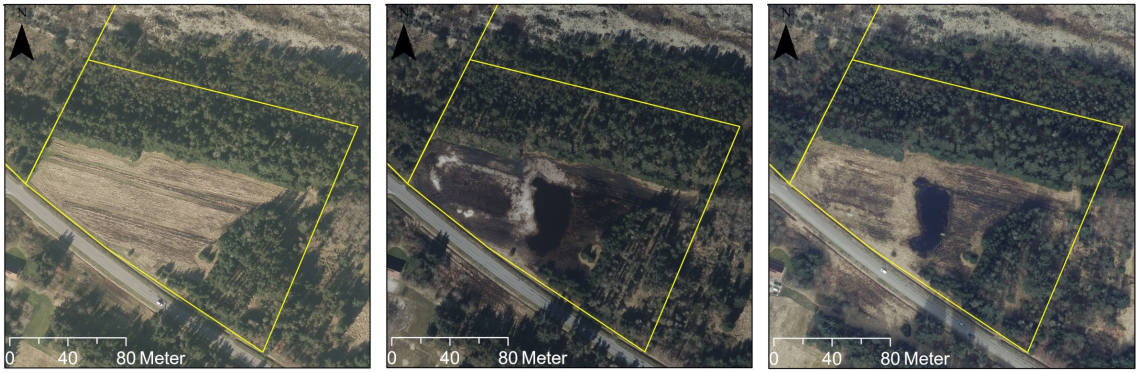
Delområde 2 på figur 3.9 er et område på 6 ha, hvor hovedparten er uberørt klithede. På dette areal ønskes det af lukke grøften og dermed skabe naturlige hydrologiske forhold på det stiplede område. Det er også ønskværdigt at rydde den tilgroning af nåletræer, der findes på området, men dette er ikke en del af projektet, da dette vil kræve overensstemmelse med ejeren af området. Projektet blev gennemført i august 2019 og frem. Det forventede resultat vil være en hævet grundvandstand i forbindelse med lukning af grøften på området. Denne forhøjede vandstand vil dermed medfører flere fugtbundsarter, der blandt andet optræder på klitlavninger. På ortofotos fra 2019 og frem til 2021 kan der allerede på figur 3.9b ses et større vådområde indfinde sig på delområde 2.

(a) 2019 ***(b)*** 2020 ***(c)*** 2021

Figur 3.9. *Delområde 2 ved Førby sø. Som baggrundskort er anvendt GeoDanmark Ortofoto WMS-tjeneste fra 2021, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Delområde 3 på figur 3.10 udgør et omdriftsareal omlagt i år 2017 samt områder med nåletræer og to drængrøfter på området. Det er her planen at tilkaste grøfterne samt grave

et vandhul 900 m^2 og 1,5 m dyb, til fordel for stor vandsalamander. Overskydende jord herfra benyttes til at skabe klitformationer. Yderligere ønskes klithede på området. Det er på sigt ønskværdigt at der ryddes flere af de nåletræer, der står omkring delområdet, men dette er ikke en del af projektet.



(a) 2019 ***(b)*** 2020 ***(c)*** 2021

Figur 3.10. *Delområde 3 ved Førby sø. Som baggrundskort er anvendt GeoDanmark Ortofoto WMS-tjeneste fra 2021, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Disse projekter er gode eksempler på, hvordan Nationalpark Thy har arbejdet med klitnatur i deres projektområder, og hvordan udviklingen af disse umiddelbart fremgår på ortofotos. Her fremgår deres visioner tydeligt i landskabet, både med genskabelse af naturlig hydrologi, samt skabelse af klitformationer på de førhenværende driftsarealer. Om de ønskede arter er indtruffet på områderne er derimod ikke muligt at vurdere ud fra ortofotos, men der kan fornemmes forskelligartede vegetationsdække på områderne. Disse tiltag er med til at skabe de dynamikker og forhold i klitnaturen, der kan være med til at skabe mere sammenhæng på den større skala i forbindelse med sammenhængende klitnatur.

3.4 Projektets definition af sammenhængende klitnatur

På baggrund af forståelsen for klitnaturens diversitet og Nationalpark Thys forståelse af klitnatur sammensættes følgende definition af sammenhængende klitnatur for projektet:

> *Sammenhængende klitnatur antages at være et område med klitnatur optrædende som en mosaik af forskellige klitnaturtyper, som forekommer ubrudt af barrierer, som enten helt forhindrer eller begrænser udbredelsen af de for klitnaturen karakteristiske arter. Denne definition tager derfor højde for, at der kan være flere grader af brydning i sammenhængen, hvor den derfor kan være delvis eller fuldkommen, eksempelvis ved forekomsten af by eller sommerhusområder, hvor tilstedeværelsen af klitnatur helt udelukkes. Omvendt vil visse landskabelige elementer også i forskellig grad kunne influere sammenhængsgraden alt efter specifikke naturtype.*

Til definitionen opstilles yderligere forklaring af, hvad der menes med sammenhængende klitnatur:

- Sammenhængende klitnatur arbejdes med på en skala i forhold til hele nationalparkens areal. Dette må derfor identificeres som stor skala, i forhold til hvis der i stedet ønskes at undersøge lokale områder. Derfor benyttes der ikke indikatorarter, da dette ikke vil give mening på så stor skala. Sammenhængende klitnatur på valgte skala bliver desuden et svært begreb at definere hvis indikatorarter udvælges, idet nogle barrierer kan udelukke én art, men hvor det for en anden art ikke vil.

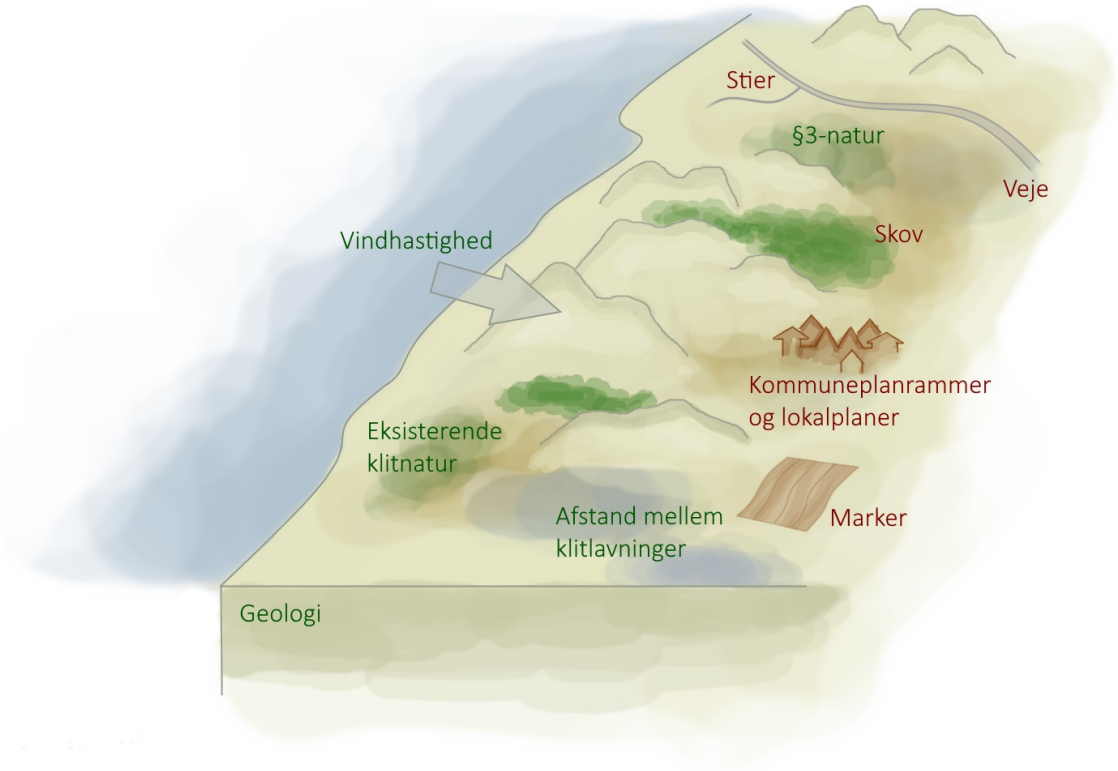
- Det er sammenhængsgraden i klitnaturen og ikke selve naturtilstanden, der undersøges, da det vurderes, at områder uden klitnatur, stadig kan bidrage til sammenhængen. Med det sagt er graden af sammenhæng og naturtilstanden ikke fuldstændig adskillelige, eftersom klitnatur i god naturtilstand, vil vurderes at have en højere grad af sammenhæng, end klitnatur i dårlig tilstand.

- Vores model skal undersøge, hvor der er mest sammenhæng i klitnaturen og hos naturtyper, der ligger sig op ad. Derfor vil områder med eksisterende klitnatur derfor blive, hvor der kan findes bedst sammenhæng i klitnaturen i projektets model, og hvor barrierer har mindst betydning i forhold til klitnaturens sammenhæng.

Faktorer med indflydelse på sammenhængende klitnatur 4

I dette kapitel undersøges de faktorer, som har indflydelse på sammenhængende klitnatur, igennem et litteraturstudie. Faktorene undersøges med henblik på senere at kunne tildeles en score og en vægtning i forhold til deres indflydelse på den sammenhængende klitnatur. I kapitlet undersøges og beskrives hver faktor for sig for at denne viden kan anvendes i opsætningen af den efterfølgende model. Hver faktor inddeles i et antal klasser, som i kapitel 6 tildeles scorer.

Nedenfor på figur 4.1 er illustreret de faktorer og underliggende klasser, der i dette kapitel vil gennemgås.



Figur 4.1. *Oversigt over forskellige faktorer, der kan forekomme i klitlandskabet. Faktorer, som kan virke hindrende for sammenhængende klitnatur er skrevet med rødt og faktorer, som kan virke styrkende med grønt. Egen fremstilling.*

4.1 Arealanvendelse

I det nedenstående beskrives den eksisterende arealanvendelse i Nationalpark Thy og hvordan disse har indflydelse på den sammenhængende klitnatur. Nogle af klasserne herunder virker som barrierer, der helt udelukker sammenhæng imellem klitnaturen, imens andre i nogle tilfælde vil kunne hindre sammenhæng og i andre tilfælde bidrage til sammenhæng.

Arealanvendelsen opdeles i kategorierne eksisterende klitnatur, anden natur, urbane områder, skov og plantager, landbrugsarealer og veje og stier, som yderligere opdeles i klasser med henblik på at kunne tildeles en indviduel score i kapitel 6.

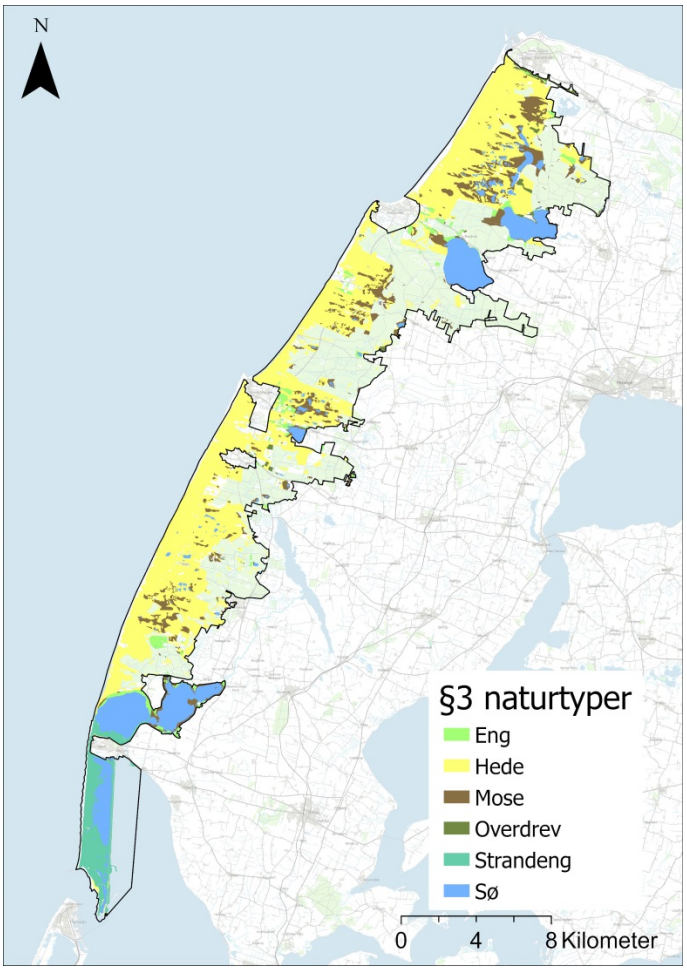
4.1.1 Eksisterende klitnatur

Klitnaturen trives, som beskrevet i afsnit 3.1 på side 21, bedst i en mosaik bestående af flere forskellige klitnaturtyper og begrebet klitnatur dækker således over denne mosaik. På figur 3.2 i afsnit 3.1 ses den enkeltvise, geografiske fordeling af klitnaturtyperne. Her ses det, at klitnaturen generelt er spredt jævnt på langs af nationalparkens areal med den største koncentration fra kyststrækningen og ind i landet. Særligt for grå/grøn klit (2130) og klithede (2140) er der en større koncentration langs kyststrækningen, som gradvist bliver lavere ind i landet. Klitheden er samlet i større områder, hvorimod grå/grøn klit er mere fragmenteret. Ligeledes er områderne med klitlavning (2190) spredt på arealet. I modsætning til grå/grøn klit og klitheden ligger klitlavningerne længere inde i landet. De resterende klitnaturtyper fordeler sig spredt over hele nationalparken, med koncentrerede klynger langs kyststrækningen.

Områder med eksisterende klitnatur vurderes som områder med gode muligheder for sammenhængende klitnatur idet definitionen af sammenhængende klitnatur i dette projekt betragtes som et område med en mosaik af forskellige klitnaturtyper, som beskrevet i 3.4. Den eksisterende klitnatur vurderes som positiv, men kan forbedres af eksempelvis en høj andel af sand i jordbunden eller de optimale vindforhold for skabelsen af vindbrud i klitten, hvilket beskrives i afsnit 4.2 og 4.4 nedenfor.

4.1.2 Anden natur

Nationalpark Thy består udover klitnatur og skovarealer også af en række andre naturtyper, som kan have påvirkning på sammenhængen i klitnaturen. En del af disse ligner klitlavningerne i vegetation og vil således kunne tillade spredning af klitnaturens vegetation [Miljøstyrelsen, 2016]. Naturtyperne, der ligner klitnaturtyperne, vil virke mindre opbrydende i landskabet end konkurrerende naturtyper. Klitlavningerne deler flere vegetationstyper med omkringliggende naturtyper, som hede og rigkær overdrev. Hvis disse vegetationstyper bliver dominerende henføres arealet til anden naturtype, selvom arealet også opfylder kriterierne for klitlavning, hvilket er med til at nuancere opdelingen og betyder, at de lignende naturtyper også kan bidrage til sammenhæng [Miljøstyrelsen, 2016].



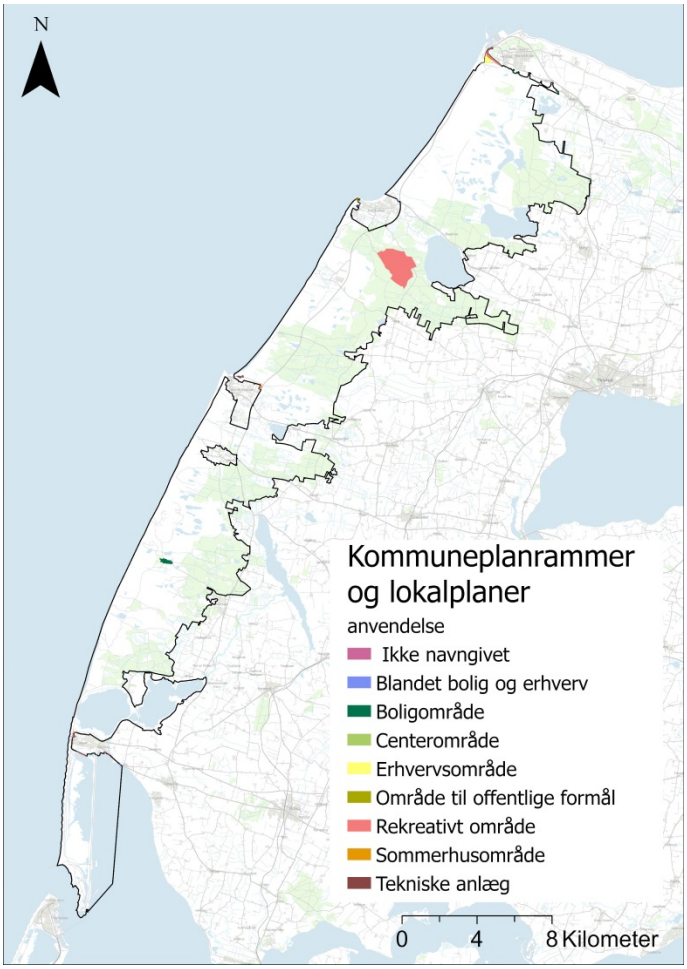
Figur 4.2. *Kort over naturtyperne i Nationalpark Thy. §3-naturtemaet er tilvejebragt af Danmarks Miljøportal. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Som "anden natur"er medtaget naturtyperne under laget "lysåben natur", hvor også klitnaturtyperne stammer fra. Laget dækker, udover klitnaturtyperne, Natura-2000-naturen i nationalparken. Herudover dækker "anden natur"§3-natur, som består af naturtyperne hede, overdrev, sø, mose, strandeng og eng. §3-naturen er noget mere overordnet i sin inddeling end "lysåben natur", og det er derfor medtaget som supplement til de steder, hvor laget "lysåben natur"ikke dækker efter princippet "noget data er bedre end ingen data".

Som det ses på figur 4.2 fordeler de øvrige naturtyper sig over store dele af Nationalpark Thy med overvægt af hedearealer langs den vestlige del. Herudover ses mindre, spredte arealer af moseområder i og omkring hedearealerne. Strandengsarealerne befinder sig primært i den sydligste del af nationalparken i nærhed til vandområderne. De øvrige naturtyper fordeler sig på mindre arealer på hele nationalparkens område, hvor der ses mindre klynger af andre naturtyper flere steder.

4.1.3 Urbane områder

På figur 4.3 ses en oversigt over de urbane områder i Nationalpark Thy. På figuren ses de områder, som er markeret som andet end naturområder i kommune- og lokalplaner. For Nationalpark Thy er der forholdsvist få områder, som er udlagt til andre formål end naturområder, hvilket har sammenhæng med, at byområder er udeladt af nationalparken og dermed fremgår som huller eller indhak i nationalparken.



Figur 4.3. *Oversigtskort over kommuneplanrammer og lokalplaner i Nationalpark Thy. Data med lokalplaner og kommuneplanrammer er tilgået 08/12 2021 og er tilvejebragt af Erhvervsstyrelsen. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

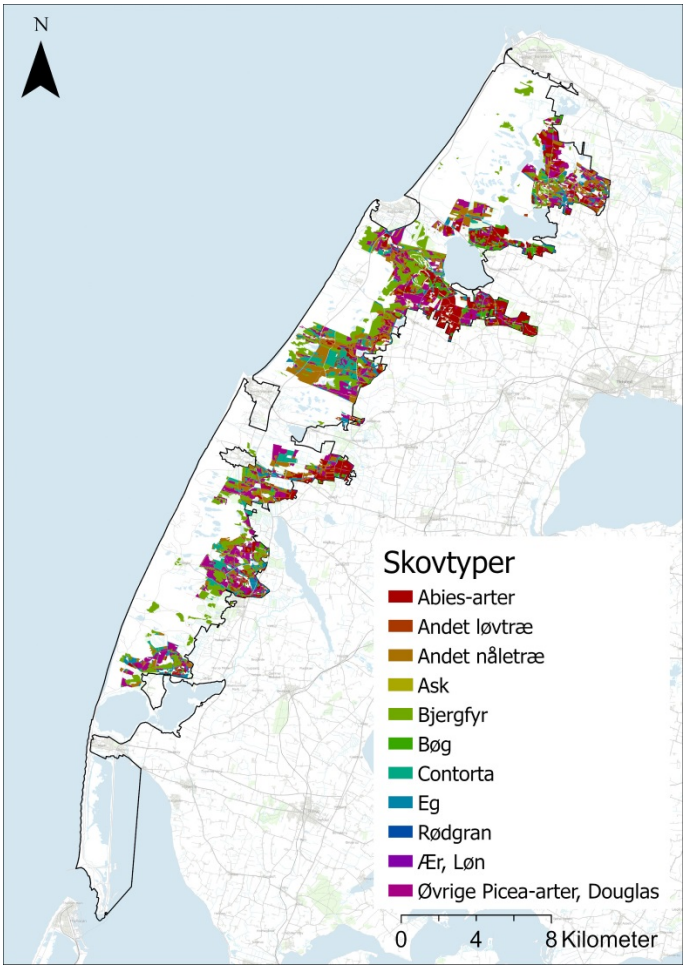
Kortet er medtaget, da det ikke forventes, at områder udlagt til sommerhusområde, boligkvarter og lignede umiddelbart omlægges til klitnatur og disse områder udelukkes derfor fra det tilgængelige areal, der kan udlægges til klitnatur. På figur 4.3 kan dog ses et område i den nordlige ende markeret med lyserød, som er et rekreativt område udlagt til golf. Derudover kan et område med mørk turkis ses i den sydlige ende ses, som er et boligområde inden for nationalparkens grænser. På kortet er i signaturforklaringen opgivet alle de kommuneplanrammer og lokalplaner, der indgår på kortet, hvor der ses en del, på trods af, at de næsten ikke ses på kortet. Dette kan skyldes, at nationalparkens grænse er tegnet, hvor grænsen helt op til boligområder mm. hvorfor udkanten af disse medtages.

4.1.4 Skov og plantage

Som beskrevet i kapitel 1 er beplantningen i området i og omkring Nationalpark Thy præget af de begrænsninger, som jordbund og vindforhold har sat. Historisk set er sandflugt bekæmpet ved plantning af plantager, som kunne skabe læ og levere tømmer [Naturstyrelsen, u.d.]. I nyere tid er fokus skiftet fra at forhindre sandflugt til at skabe bedre vilkår for klitnaturen.

Når der ses på figur 4.4 ses det, at der kan findes flere sorter inden for både nål- og løvskov. Disse arter ligger desuden spredt ind mellem hinanden, dog kan flere nåletræsbevoksning ses klynget sammen i større området, hvilket indikerer de større områder med plantage, der kan findes i nationalparken. Yderligere ses størstedelen af bjergfyr beliggende i yderkanten af disse plantageområder.

I det efterfølgende undersøges effekten af nåletræer, løvtræer og bjergfyr på klitnaturen.



Figur 4.4. *Kort over skovtyper og deres placering i Nationalpark Thy. Data er tilvejebragt af Naturstyrelsen. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Nåletræsbevoksning

Flere af studiets undersøgelser har vist, at ikke-hjemmehørende fyrretræer kan ændre klitlandskabet gennem sin kolonisering af områder med klitnatur [Jurksiene et al., 2020; Leten et al., 2005; Leege og Murphy, 2001]. Dette skyldes de ændringer, der skabes både over og under jorden ved succession mod skov. Under jordoverfladen handler dette om ændring af jordens kemiske sammensætning, hvor lavere enzymaktivitet og svampe overflod samt lavere funktionel diversitet af mikroorganismer kan påvirke økosystemet på længere sigt med mulighed for problemer forbundet med invasiv vækst [Jurksiene et al., 2020]. Ændringerne over jord omhandler den forhindring af stressfaktorer såsom sandbevægelser og saltsprøjt, som tilstedeværelsen af træer vil forhindre, som er vigtige for klitnaturen [Remke og Blindow, 2011; Lichter, 1998]. Herudover vil tilstedeværelsen af disse træer resultere i konkurrence om både jordens næringstoffer, samt sollys [Lichter, 1998]. Dette ses på figur 4.5.

Figur 4.5. *Nåletræsskovbund på Isbjerg, Hanstholm Vildreservat. Det ses, hvordan skovbunden er dækket af nåle og kun spredt bevoksning. Eget foto 2022.*

Løvskov

Inden for de invasive arter har visse arter også større negative konsekvenser for klitnaturen end andre. Særligt birk formår at tage næring fra andre importerede arter. Selvom birk har et udbytte i form af brænde, vurderes den som mindre værd end bjergfyr [Hald-Mortensen, 2018]. Dog vurderes løvtræ i forhold til nåletræsbevoksning at være mere interessant, da løvtræer tillader et mere rigt bunddække end nålebeplantninger. Derfor vurderes det også, at løvbevoksninger generelt bør prioriteres fremfor nålebeplantninger i Nationalpark Thy [Espersen og Søchting, 2018].

Bjergfyr

Af nålebevoksningerne, der er plantet i klitterne er bjergfyr den mest udbredte træart. Modsat andre nålebevoksninger er bjergfyr temmelig lysåben og levner således plads til den oprindelige klit-lavflora [Espersen og Søchting, 2018]. Ud over at være mere lysåben har bjergfyr desuden en række positive konsekvenser for klitnaturen [Hald-Mortensen, 2018].

Hvor de udenlandske kilder i forhold til nåletræsbevoksninger har haft fokus på de negative konsekvenser invasive arter vil have for den oprindelige klitnatur, herunder særligt fyrreskov, understreger danske kilder, samt korrespondance med biolog Jeppe Pilgaard fra Nationalpark Thy nogle af de positive konsekvenser, der kan forbindes med bjergfyr på klitnaturen.

Figur 4.6. *Projekt, hvor Nationalpark Thy har skabt et hul i et læbælte med nåletræer. Dog er forekomsten af to bjergfyr blevet bevaret. Eget foto 2022.*

Træerne er med til at skabe læ for klittens større græsende dyr, som derfor vil kunne benytte sig af disse træ og buskesamlinger til at finde læ og tryghed i det ellers åbne og blæsende klitlandskab [Pilgaard, 2022a] samt fungere som vinterføde. Herudover vil mindre dyr som egern, stor flagspætte, korsnæb m.fl. nyde godt af bjergfyrens årlige koglesætning samt produktion af frø [Hald-Mortensen, 2018].

Idet forekomsten af naturligt græsende dyr, såsom kronvildt, er en vigtigt del af klitnaturen, da de holder succession af de invasive arter nede, har det en positiv funktion at lade visse samlinger af bjergfyr blive stående. Foruden dette nævner danske kilder og Jeppe Pilgaard det ikke irrelevante faktum, at særligt bjergfyr ikke er en nær så skyggende art som nogle af de andre nåletræer, der kan forekomme på klitterne [Riis-Nielsen et al., 1991; Pilgaard, 2022a]. Dette resulterer i, at dværgbuskesamfund godt kan opstå under træerne, hvorfor den oprindelige klitnatur godt vil kunne gro på trods af tilstedeværelsen af bjergfyr [Riis-Nielsen et al., 1991]. Derfor bør bjergfyr vurderes ud fra, at den på den ene side er en invasiv art, der kun bør bevares, hvor træerne har gode formål for klitnaturen. På figur 4.6 kan ses et eksempel på et projekt, hvor to bjergfyr har fået lov at stå tilbage.

Det visuelle indtryk

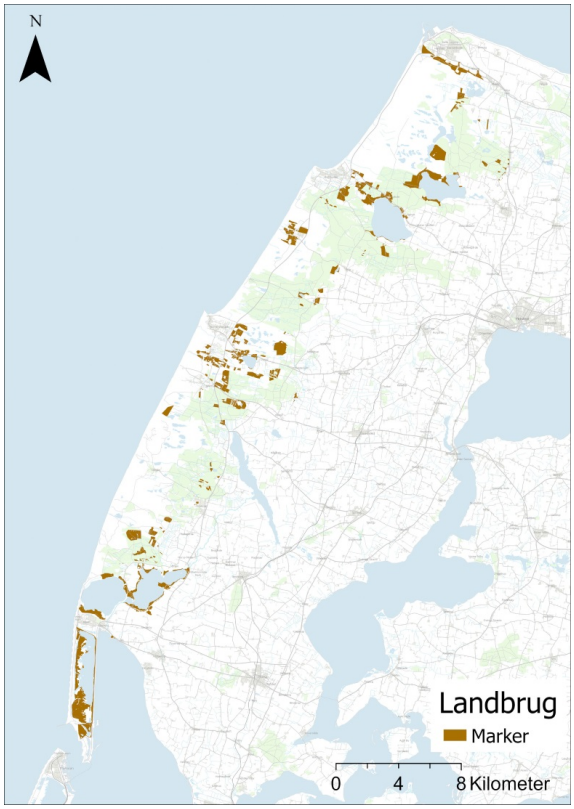
Tilstedeværelsen af træer i klitlandskabet er også med til at ændre det visuelle udtryk af klitheden, idet træernes toppe stort set ender i samme højde og derfor skaber en lige linje i horisonten. Ved at fjerne træerne og derfor denne forholdsvis lige mur af træer i landskabet kommer klitformationerne til syne igen i landskabet. Derfor er træerne også med til at forhindre den visuelle sammenhæng i klitnaturen [Kristensen, 2020]. Det vurderes, at skov generelt vil have en stor indflydelse i modellen og negativ indflydelse på klitnaturen, hvorfor skov kvalificeres som en barriere. Det vurderes, at bjergfyr i forhold til løvskov ikke er en

nær så stor barriere, idet bjergfyr tillader lysåbne naturtyper og desuden har positive effekter på klitnaturens dyreliv. For nåletræer er dette en barriere, der helt udelukker klitnatur på arealet. Et eksempel på, hvordan en træbevoksning kan danne en linje i horisonten kan ses på figur 4.7.

Figur 4.7. *Træerne skaber en lige linje i horisonten og mindsker derfor den visuelle sammenhæng i klitterne. Eget foto 2022.*

4.1.5 Landbrugsområder

Landbrugsområder er, ligesom arealerne i afsnit 4.1.3, områder, som er udlagt til andre formål end natur, og hvor det derfor vil kræve en særlig indsats for at skabe klitnatur i disse områder. Som det ses på figur 4.8 over marker i Nationalpark Thy er arealerne udlagt til marker jævnt fordelt over nationalparkens areal. Landbrugsområderne opdeles i marker i drift og marker udlagt til græsning.



Figur 4.8. *Kort over markområder i Nationalpark Thy. Data med marker er fra 2021 og er tilvejebragt af Landbrugsstyrelsen. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Marker i drift

For marker i drift nævner Jeppe Pilgaard, at den største udfordring for klitnaturen er gødskning i forbindelse med markernes drift, da dette gør arealerne mere næringsrige og dermed giver klitnaturens vegetation sværere vilkår, da vegetationen i klitnaturen i højere grad er kendetegnet ved at trives i mere næringsfattige omgivelser, da de ellers udkonkurreres af andre arter. Herudover nævnes det, at den gylle, som spredes på markerne i forbindelse med gødskningen, havner i de omkringliggende arealer, både under selve gyllespredningen, men også ved udvaskning efterfølgende. Det nævnes også, at marker i aktiv drift, derved kan have en negativ effekt på kvaliteten af den omgivende klitnatur [Pilgaard, 2022a]. De aktive marker vil ofte også være drænet igennem grøfter for at sikre optimale vilkår for afgrøderne, hvilket ligeledes går imod de ønskede forhold på klitnaturen, hvor der tilstræbes en så naturlig hydrologi som muligt [Pilgaard, 2022a].

Marker udtaget til græsning

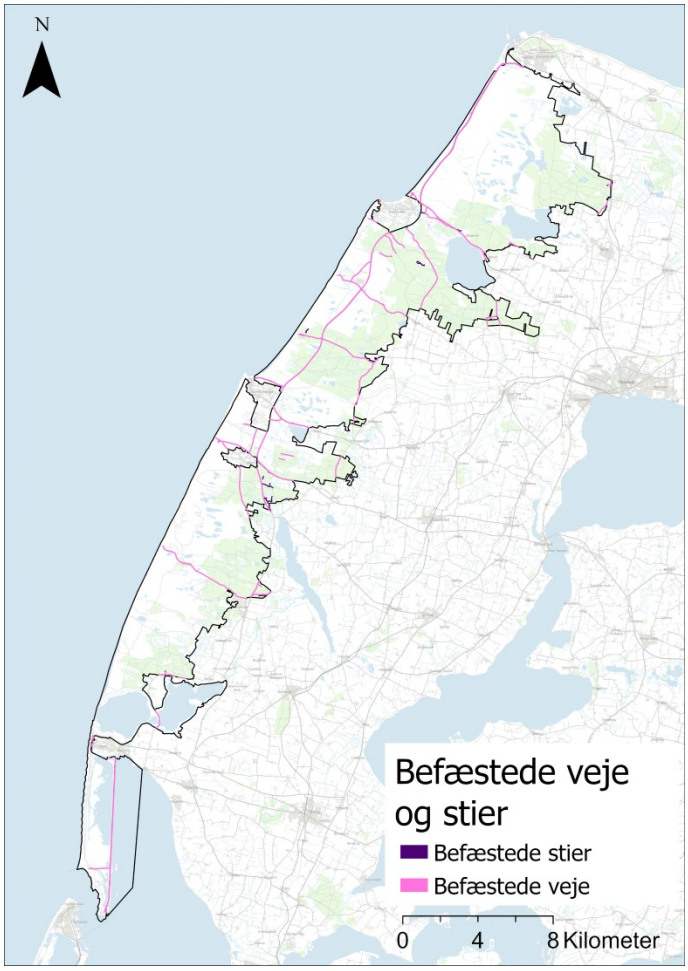
En andel af markerne i Nationalpark Thy er udlagt til permanent græsning, hvilket betyder, at der på markerne sås græs, enten til foder eller som omlægning til naturareal. Opkøb af driftsrettighederne og omlægning til permanent græsning er en af de værktøjer, som Nationalpark Thy kan bruge i forsøget på at skabe mere og bedre natur. Eksempelvis anvendes opkøb af driftsrettigheder og omlæg til permanent græsning, når der ønskes at skabe forbindelse imellem statsejede arealer. De omlagte områder vil gradvist vende tilbage til naturen, hvor klitnaturen har bedre mulighed for at sprede sig, som det ses på figur 4.12 [Pilgaard, 2022a].

Figur 4.9. *Markområde udtaget til græsning ved Førby Sø. Marken er netop omlagt og der ses derfor forsat mindre brugspor. Eget foto 2022.*

4.1.6 Veje og stier

Vejnettet er, som kommune- og lokalplaner, også bestående af elementer, som ikke umiddelbart kan flyttes til fordel for naturområder. Udover at repræsentere en barriere i form af en anden arealanvendelse, repræsenterer vejnettet ligeledes også en barriere i landskabet, både visuelt og praktisk. Veje er et element i landskabet, som skal krydses, hvis der skal ske spredning af naturen og hvis der skal være sammenhæng imellem naturområder

og et omfattende vejnet kan derfor virke fragmenterende på naturen. Et omfattende vejnet er herudover ofte forbundet med et højere støjniveau, som kan have en forstyrrende effekt på dyrelivet, som det beskrives i nedenfor [Buxton et al., 2017].



Figur 4.10. *Oversigtskort over vejnettet i Nationalpark Thy. Nationalparkens grænse er markeret med sort. Data er fra GeoDanmark Vektor, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

På figur 4.10 ses et oversigtskort over, hvor de større veje i Nationalpark Thy er placeret. Her ses det, at der er forholdvist få veje, som er spredt ud over hele nationalparkens område. Herudover er der store områder, som er fri for veje imellem vejnettet.

Vejnettet forventes ikke at have væsentlig indflydelse i Nationalpark Thy, da der er forholdsvist få veje og disse er spredt over nationalparkens areal. Da der trods alt ikke kan forekomme klitnatur på selve vejenes areal vurderes vejene som barrierer. Dog vil de kun være en barriere i forhold til deres konkrete areal og derfor ikke udgøre en omkringliggende barriereeffekt.

Stisystemer

En del af de danske nationalparkers formål er, udover at beskytte natur- og kulturværdier, at sikre adgang til friluftsliv og naturoplevelser. En del af dette er anlæggelse og

vedligeholdelse af stisystemer igennem nationalparkerne [Danmarks Nationalparker, u.d.].

Nationalpark Thy fik i januar 2020 udarbejdet en undersøgelse af, hvilke påvirkning udvalgte stisystemer havde på habitatnatur, tilhørende arter og kendte ynglesteder for bestemte dyre- og fuglearter, samt hvilken betydning anlæggelsen af nye stier og udvidelser af eksisterende stier vil have på førnævnte. Et eksempel på et nyere stisystem kan ses på figur 4.11.

Undersøgelsen viste, at hovedparten af de eksisterende og nyanlagte stisystemer ikke havde en negativ påvirkning på den undersøgte natur. Enkelte steder vurderes stisystemer at have en påvirkning på bestemte fugles ynglemuligheder og udsatte områder af klitnaturen [COWI, 2020]. Undersøgelsen peger på, at det slid, som ses i forbindelse med, at stien benyttes, er gavnligt for vegetationen i klitnaturen, som påvirkes positivt af stresspåvirkningen og at den største negative påvirkning derfor ses i forbindelse med særligt udsatte områder og ynglesteder for fugle, som forstyrres af benyttelse af stisystemer i umiddelbar nærhed.

Figur 4.11. *Stisystem igennem klitlandskabet ved Isbjerg, Hanstholm Vildtreservat. Eget foto 2022.*

Dette bakkes yderligere op af en canadisk undersøgelse fra Thompson [2015], som har undersøgt, hvordan fugle påvirkes af rekreative stisystmer i forskellige beskyttede naturområder. Studiet fandt, at de trælevende fugle ikke påvirkes betydeligt af aktiviteten omkring stierne, men at de fugle, som primært lever på jorden var færre i nærheden af stierne i forhold til resten af naturområdet [Thompson, 2015]. I klitnaturen i Nationalpark Thy findes en række jordlevende fuglearter, som trives i den lave vegetation [COWI, 2020].

I undersøgelsen fra COWI [2020] fra Nationalpark Thy var grænsen for nærhed til sti sat til mellem 300-500 meter på baggrund af de arter, der findes i området og deres bevægmønstre. Studiet vurderede, at de hjemmehørende fuglearter ville blive forstyrret og dermed ikke tage ophold og yngle i umiddelbar nærhed af stisystemer, men at påvirkningen med stor sandsynlighed ville være begrænset til fugle. I Thompson [2015] fra Canada anvendes en afstand til stien på 15 meter baseret på tidligere studier, som bekræftes i undersøgelsen, men det er uklart, hvorvidt forstyrrelsen i denne afstand til stien er midlertidig i forbindelse

med færdsel eller mere permanent.

4.2 Jordtype

For 65 millioner år siden var det meste af Thy dækket af hav, hvor senere istid for ca. 12.000-17.000 år siden efterfølgende fandt sted. Efter perioden med istid resulterede dette i landhævning efter trykket fra isen ophørte, og det smeltede is resulterede i vandstandsstigning. Forskellige tidsaldre har derfor været med til at forme det landskab, der ses i dag i Thy, hvor hævet gammel havbund præger geologien og smeltevand fra istiden har resulteret i det flade landskab. Klitlandskabet i Thy ligger derfor både på hævet havbund fra stenalderen og på et morænelandskab fra istiden [Naturstyrelsen, u.d.]. På figur 2.2 på side 10 ses de forskellige jordbundstyper og hvor de kan findes i Nationalpark Thy. Et eksempel på de oprindelige kystlinjer kan ses på figur 4.12.

Undersøges hvilken jordtype, der skal være til stede for, at klitlandskabet i første omgang kan opstå, er det velkendt både indenfor danske og europæiske kilder, at landskabet hovedsageligt skal bestå af sandjorde, hvor der fra den yderste hvide klit med næringsfattigt jord, opstår mere faste og vegetationsdækkede jorde længere ind i klitlandskabet [Jones et al., 2008; Christensen, 2016; Pollmann et al., 2018]. Klitlandskabets geologi kan beskrives som en cyklus, hvor flyvesand fra de yderste hvide klitter blæses ind over de resterende klitter, hvorfor klitnaturen her derfor er afhængig af pålejringer af sand [Christensen, 2016; Waldron, u.d.].

Denne cyklus er bestemmende for den vegetation, og derfor også jordbundsudvikling, der kan findes i klitlandskabet, hvor vegetationen har svært ved at finde fæste de steder der er under konstant stress fra sandpålejringer, så der udvikles kun meget tynde A-horisonter [Christensen, 2016]. På klitlandskabet med mindre stress fra sandpålejringer kan opstå et fast vegetationsdække, hvorfor en jordprofil med en tynd A-horisont har mulighed for at blive dannet. Dette er ofte tilfældet for klitheden [Jones et al., 2008]. Det er dog hovedsageligt det øvre jordlag, der er i bevægelse i denne cyklus, hvor jordbunden faktisk er ret uforanderlig, da det kun er det øverste lag med flyvesand der hele tiden ændres [Geocenter Danmark, 2013].

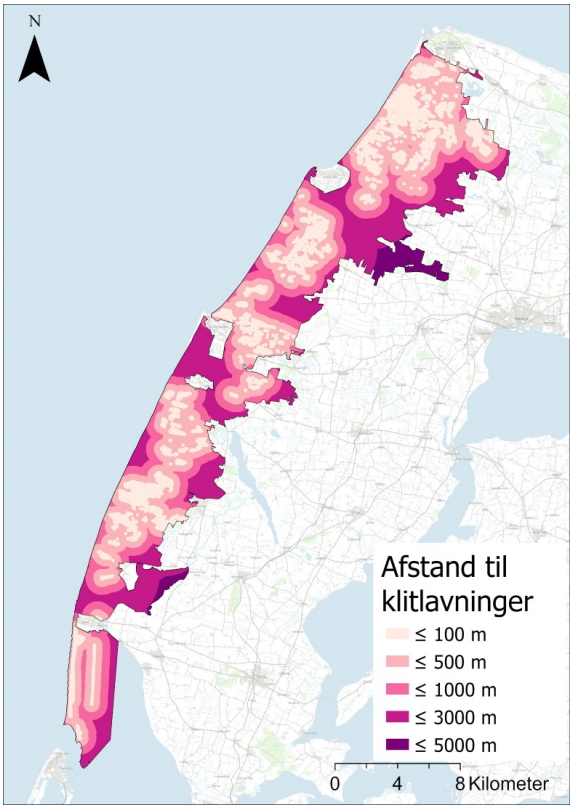
Figur 4.12. *De oprindelige kystlinjer kan ses som meget stejle skrænter flere steder i Thy, blandt andet ved Hanstholm Vildreservat som vist på foto [Naturstyrelsen, u.d.]. Eget foto 2022.*

Hvis sammenhængende klitnatur skal kunne findes i Nationalpark Thy er det derfor vigtigt først og fremmest at kende til geologien, muligheden for sandstress, samt at have fokus på risikoen for hurtig jordudvikling, der begynder ved fuld vegetationsdækning, da dette kan få konsekvenser for ønsket om opretholdelse af den åbne status for halvfaste levesteder for at beskytte de obligatoriske klit arter, der er afhængige af det åbne landskab [Jones et al., 2008].

Som det blev set tidligere på figur 2.2 i afsnit 2.1 på side 9 består størstedelen af Nationalpark Thy af grovsandet jord med enkelte større områder af finsandet jord i den nordlige del af nationalparkens område. De resterende jordbundstyper befinder sig primært omkring nationalparkens østlige grænse og omkring vandområderne. Idet jordbunden er forholdsvist ensartet i Nationalpark Thy vil den have mindre indvirkning på modellen. Det er dog en faktor, der først og fremmest er vigtig, idet geologien giver mulighed for klitnatur i første omgang, derfor betegnes jordbund som en bro, da de rette forhold vil bidrage positivt til klitnaturen.

4.3 Nærhed til klitlavninger

Klitlavningerne fungerer som bindeled i klitnaturen, da klitlavningerne ofte er fugtige områder, som kan virke livgivende for klitnaturens hjemmehørende arter. Klitlavningerne vil ofte grænse op til de øvrige klitnaturtyper og indgå i den karakteristiske klitnatursmosaik [Miljøstyrelsen, 2016].



Figur 4.13. *Kort, som viser nærhed til klitlavninger i Nationalpark Thy baseret på data tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur og Miljøstyrelsen. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Netop klitlavningernes betydning for klitnaturen bliver der også taget hensyn til i Nationalpark Thy. Jeppe Pilgaard understreger, at flere arter er knyttet til de lavtliggende områder, og at nogle arter desuden har svært ved at krydse høje formationer i terrænet [Pilgaard, 2022b].

Derudover er Jeppe Pilgaard enig i, at artsrigdommen i klitlavningerne er den største blandt klitnaturtyperne, og han mener derfor at klitlavningerne er vigtigere for sammenhængen af klitnaturen, sammenlignet med de øvrige klitnaturtyper. Det er særligt vigtigt med sammenhæng mellem klitlavninger, da det er gennem disse, at en lang række arter primært vil kunne sprede sig og dermed skabe sammenhæng i klitnaturen. Derfor betragtes en kort afstand til nærmeste klitlavning som gode forhold for den sammenhængende klitnatur.

Figur 4.13 viser afstanden til klitlavningerne i Nationalpark Thy. Som det ses af de lyseste områder på kortet fordeler klitlavningerne sig jævnt i klynger på hele nationalparkens areal, som forventeligt idet klitlavningerne er begrænset til de områder, hvor der findes klitnatur og dette er fordelt over store dele af nationalparken.

Indenfor de koncentrerede klynger af klitlavninger ses, at der flere steder er mellem 100 og 500 meter imellem klitlavninger, hvilket bidrager til at understrege den mosaik, der er i klitlandskabet, idet der i områderne imellem klitlavningerne findes andet klitnatur. Figur 4.13 indikerer ligeledes, hvor der kan findes topografiske variationer i landskabet, som også er fordelagtig for klitnaturen, som samlet system.

4.4 Vindforhold

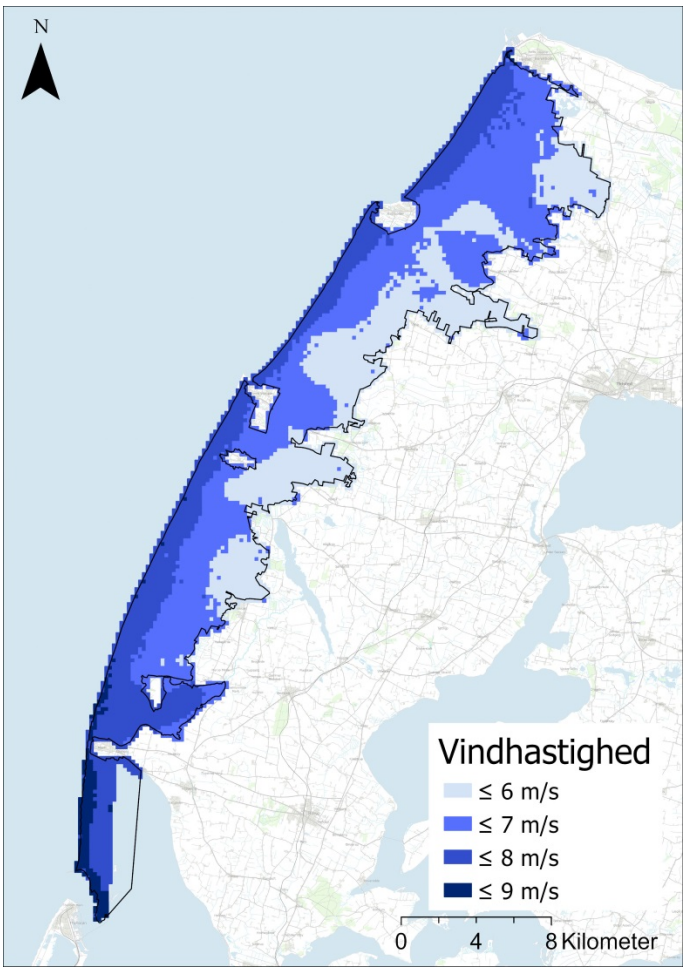
Den danske klitnatur er kendetegnet ved, at naturen består af en række arter, hvis konkurrenceevne er tilpasset de vindudsatte forhold, som findes ved de vestvendte kyster, hvor klitnaturen hovedsageligt findes. Forstyrrelser, som vind, er essentielle vilkår for, at klitnaturen kan eksistere og ikke overtages af andre arter, som er mere konkurrencedygtige under mildere vilkår. Et eksempel på et vindbrud kan ses på figur 4.15.

Naturtyperne i klitnaturen er afhængig af den transport af sediment og salt, som vinden forårsager [DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, u.d.(g)]. Nedenfor på figur 4.14 er Nationalpark Thys middelvindhastighed præsenteret. Vinddata er fra Erhvervsstyrelsen og er baseret på målinger fra vindmøller i området i 25 meters højde.

På figur 4.14 på modstående side kan det ses, at der kan findes vindhastigheder på mellem 6-9 m/s. Her kan de højeste vindhastigheder på 9 m/s eller derunder findes længest ude ved kysten i den sydligste ende af nationalparken. Dernæst kan vindhastigheder på 8 m/s eller derunder findes langs hele kysten, hvorefter vindhastigheden falder jo længere ind i landet vinden måles. Derfor kan de svageste vindhastigheder på 6 m/s eller derunder findes længest væk fra kysten i Nationalpark Thy.

Som nævnt transporteres flyvesand fra de yderste hvide klitter ind over de mere stabile klitter i det bagvedliggende klitlandskab. Flytningen af sedimentet forårsager de dynamiske forhold, som klitlandskabet er kendetegnet ved [DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, u.d.(g)]. Det er særligt med hensyn til vandindholdet i jorden, mængden af organisk

materiale og iltbalancen, og derved næringsudvekslingen i jorden, at systemet påvirkes [Maun, 1998].



Figur 4.14. *Middelvindhastighed i Nationalpark Thy. Vinddata er tilvejebragt af Erhvervsstyrelsen. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Jordens vandindhold ændres, når nye jordlag blotlægges og udsættes for sol og vind, som kan virke udtørrende. Ligeledes kan begravelsen i sand være medvirkende til at bevare fugten i jorden, hvilket er vigtigt for klithedens planter, hvis rodnet ofte er mere overfladisk end for træer og buske. Iltindholdet i jorden påvirkes ligeledes af jordens vandindhold og af jordens porøsitet, som også potentielt påvirkes af et dybere sandlag.

Jordens indhold af organisk materiale ændres med tilførslen af flyvesand fra de yderste klitter idet sand, som transporteres ind fra havet og stranden ofte vil have et lavere indhold af organisk materiale i forhold til det eksisterende sandlag. Herudover tilføres organisk materiale fra døde planter, som ikke er tilpasset klitnaturens forhold [Maun, 1998].

Den præcise vindstyrke, som er nødvendig for flytning af sediment og næringsstoffer i klitlandskabet, er en kombination af sedimentets størrelse, landskabets topografi, jordens indhold af organisk materiale og de hydrologiske forhold i området. Klitnaturen er kendetegnet ved at bestå af en mosaik af forskellige naturtyper med hvert deres kendetegn, hvor forandringer i topografi og hydrologiske forhold er nødvendige. Vindstyrken vil derfor

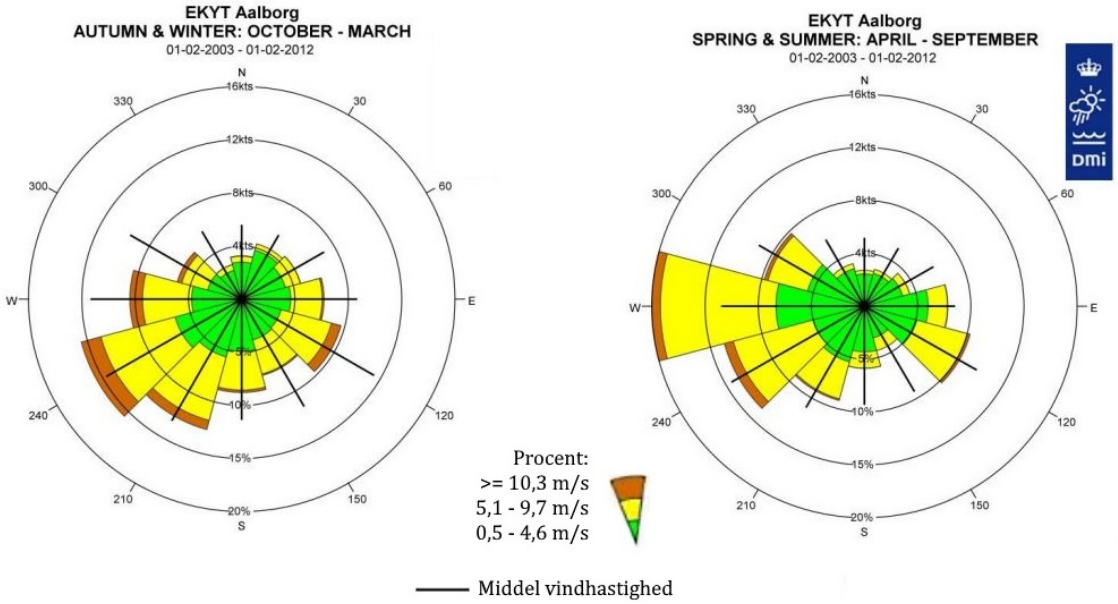
i realiteten variere imellem steder i klitnaturen [Jungerius og Meulen, 1988]. I et studie foretaget i Holland omhandlende effekterne af skiftende vindregimer på udviklingen af vindbrud i de hollandske kystklitter, er de optimale vindstyrker for, at vindbrud kan opstå mellem 6,25 og 12,5 m/s (målt i 10 meters højde) [Jungerius et al., 1991].

Jungerius et al. [1991] peger ligeledes på, at vindens retning har betydning for dannelses af vindbrud og vindens bevægelse af sandet. Vindretningen skal tillade transport af sediment fra de hvide klitter og ind i landskabet. For Nationalpark Thy vil dette betyde, at vinden skal være fra vestlig retning for at kunne transportere sandet ind i landet.

Til bestemmelse af vindretning anvendes en teknisk rapport udarbejdet af DMI, der undersøger vindforhold i perioden 2003-2012 [Laursen, 2012].

Figur 4.15. *Vindbrud ved Isbjerg, Hanstholm Vildtreservat. Eget foto 2022.*

Målinger af vindretning i årene 2003-2012 er undersøgt for både sommer og vinterperioden, hvor figur 4.16 viser vindrosen for vinterhalvåret til venstre og sommerhalvåret til højre.



Figur 4.16. *Vindrose målt i Aalborg i årene 2003-2012 [Laursen, 2012].*

Dette data er målt i Aalborg og viser en vindretning kommende fra sydvest i vinterhalvåret og direkte fra vest i sommerhalvåret. Gældende for vindroserne er, at vindens styrke ligger

på omkring 5 til 10-11 m/s som den dominerende vindstyrke. Disse tal ligger derfor inden for tidligere nævne optimale vindstyrker for dannelse af vindbrud på klitlandskaber, som var mellem 6,25 og 12,5 m/s.

De optimale vindforhold vurderes at være vigtigt for den sammenhængede klitnatur, hvor optimale vindforhold, ofte i sammenspil med topografi, er bestemmende for, hvilket vegetationsdække, der kan findes i klitlandskabet, og hvor der blandt andet er mulighed for sandaflejringer, samt vindbrud, som er vigtige landskabelige elementer for klitternes flora og fauna.

4.5 Opsamling

Der er i kapitlet beskrevet en række faktorer, som bidrager eller hindrer sammenhæng i klitnaturen. Fælles for de klasser, som hindrer den sammenhængende klitnatur er, at de forhindrer klitnaturen i at sprede sig og virker opbrydende i klitlandskabet, enten visuelt, ved at forhindre spredning af frø eller ved at hindre udveksling af arter imellem habitatområder. Nogle af barriererne er store forstyrrelser, som virker helt opdelende, som byområder, imens andre blot udelukker klitnatur på arealet, men tillader en vis grad af eksempelvis frøspredning over arealet, som veje. Fælles for de klasser, som bidrager positivt til den sammenhængende klitnatur er, at det er områder eller forhold, hvor der er eksisterende klitnatur eller steder, hvor klitnaturen kan spredes til. Broer, som vind og jordbund, skaber gunstige vilkår for klitnaturen, imens eksisterende klitnatur og visse andre naturtyper dækker over arealer, hvor klitnaturen kan findes.

I kapitel 6 klassificeres de nævnte faktorer ved en tildeling af scorer og vægtning i den samlede model på baggrund af i hvor høj grad de forhindrer eller bidrager til sammenhængen i klitnaturen.

Metoder til udvikling af MESK 5

For at opstille en model til estimering af sammenhængsgraden af klitnaturen, drages der inspiration fra metoden i Beier et al. [2007]. Da Beier et al. [2007] selv anbefaler, at der foretages en undersøgelse af de i modellen indgående faktorer, der skal opstilles, vil der ligeledes i dette projekt, først introduceres denne systemforståelse, som det kan ses på figur 5.1. Viden fra denne skal medtages i det næste trin, som er selve udviklingen af MESK. Dette kapitel vil således beskrive, hvordan MESK udvikles og fremadrettet vil anvendes i projektet. I det efterfølgende introduceres Beier et al. [2007], og hvordan inspiration fra denne medtages i udvikling og design af MESK.

Figur 5.1. *Fremgangsmetoden, der leder op til projektets endelige anvendelse af MESK.*

Desuden vil dette kapitel beskrive brugen af litteraturstudie som metode til indsamling af viden om de faktorer, der styrer sammenhængen i klitnaturen, samt et semi-struktureret interview og en felttur til Nationalpark Thy, der ligeledes skal bidrage til denne vidensindsamling.

5.1 Udvikling af MESK med inspiration i Beier et al. [2007]

Metoden i dette speciale er i høj grad inspireret af Beier et al. [2007], som er en skriftlig vejledning i modellering af 'wildlife corridors', hvor der med udgangspunkt i en række fokusarter, der agerer repræsentanter for samtlige arter, der forekommer, beregnes den forbindelse imellem to naturblokke, som arten mest uforstyrret vil kunne bevæge sig igennem. Ved modelleringen af disse korridorer i GIS, inddrages geografisk data, der har betydning for artens trivsel og villighed til at færdes i området. Sådan data kan indebære arealanvendelse, elevation, terrænhældning, afstand til vandløb, jordforhold etc.

De forskellige klasser i det inddragede data bliver hver tildelt en 'suitability score' på en skala eksempelvis fra 0 til 100, der reflekterer deres kvalitet som habitat for fokusarterne og i hvor høj grad arterne vil vælge at færdes/opholde sig der. De overordnede datalag tildeles desuden en procentmæssig vægtning, der indikerer deres relative vigtighed for egnetheden af området til fokusarterne. Den samlede sum af vægtene skal være 100 %.

Eksempler på "suitability scorer"samt deres betydning i Beier et al. [2007] kan ses på tabel 5.1. Det kunne tænkes, at arealanvendelsesklassen 'skov' for en given fokusart tildeles en

score på 90, mens et boligområde tildeles en score på 10, da arten er tilbøjelig til at undgå mennesker. Gennem vægtningen indstilles derved vigtigheden af alle lagets klasser i forhold til det der undersøges, men de forskellige klasser kan altså variere i betydningen for det undersøgte.

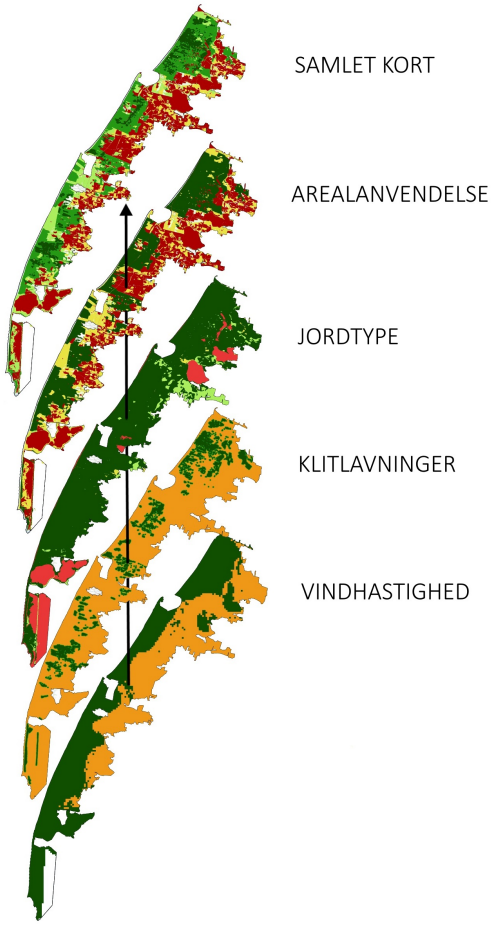
Score	*Betydning*
100	Bedste habitat med højeste succesrate for overlevelse og reproduktion
80	Laveste score som regel forbundet med succesfuld yngel
60	Laveste score forbundet med konsekvent benyttelse og yngel
30	Laveste score forbundet med lejlighedsvis brug til ikke-yngel aktiviteter
<30	Undgås
0	Absolut ikke-habitat

Tabel 5.1. *Eksempel fra Beier et al. [2007] på kategorisering af suitability scores (egen oversættelse).*

Når hvert datalag er givet en vægtning og hver klasse er givet en 'suitability score', lægges lagene sammen, og på baggrund af score og vægtning, vil der blive udregnet en endelig beregnet 'suitability score' for hver pixelcelle i outputlaget. Herefter beregnes 'habitat patches', som er områder, der opfylder et opsat minimumskrav for 'suitability' og arealstørrelse.

Disse patches kan enten benyttes som start og slutpunkter for korridorerne, eller som 'trædesten' af gode habitater mellem de områder, der skal forbindes. Det inverse 'suitability' kort kan fortolkes som modstanden mod fokusarternes bevægelse, der kan bruges til at udregne den laveste akkumulerede 'cost distance' mellem de to naturblokke. Disse kalkuleres for hver enkelt af fokusarterne og kombineres. Til sidst trimmes korridorerne, for at tage hensyn til forvaltningsomkostninger.

Formålet med dette projekt er dog ikke at lokalisere korridorer, ej heller er der særligt fokus på specifikke fokusarter, hvorfor tilgangen til udvælgelse af inputdata og til klassificering af data fra Beier et al. [2007], ikke kan overføres én til én til MESK, der udvikles i dette projekt. Desuden er intentionen i design af korridorer at skabe sammenhæng mellem to eller flere naturblokke, hvorimod definitionen af sammenhæng i dette projekt, ikke er begrænset til områder mellem habitater, men også arealerne indenfor habitaterne. På den måde vil der altså også beregnes graden af sammenhæng inden for habitaterne, og altså ikke kun for områderne imellem dem. På trods af disse forskelle er den overordnede fremgangsmåde i 'weighted overlay' analysen brugbar, og der kan desuden drages paralleller mellem 'suitability' og sammenhæng.



Figur 5.2. *Konceptuel model for weighted overlay metoden, der benyttes til estimering af sammenhængsgraden i klitnaturen, evalueret i en grøn-gul-rød farveskala. De grønne lag i de fire faktorer indikerer optimale forhold for sammenhængende klitnatur, mens de røde forhold indikerer ringe forhold. Det samlede kort illustrerer outputtet af modellen, hvor der på baggrund af de fire faktorer, estimeres graden af klitnaturens sammenhæng for Nationalpark Thy.*

På figur 5.2 ses ideen bag Beier et al. [2007] som derfor vil benyttes i MESK. Udvalgte faktorer vægtes, hvor deres klasser tildeles forskellige scorer. Resultatet af dette ses således i outputtet, hvor faktorerne via et 'weighted overlay' lægges sammen, og det resulterende kort, vil være en kortlægning af, i hvilken grad sammenhæng kan findes i Nationalpark Thy.

5.2 Design af MESK

Beier et al. [2007] anbefaler at udvælgelsen af fokusarter, samt tildelingen af 'suitability scores' og vægtninger til de data analysen baseres på, bør være sket på baggrund af dialog med fageksperter. Til denne undersøgelse er Jeppe Pilgaard derfor blevet inddraget som ekspert, da han både besidder et lokalt kendskab til caseområdet, grundet hans ansættelse hos Nationalpark Thy, men også er uddannet biolog, og derfor har et kendskab til klitnaturen og dens arter på et niveau som geografer ikke har. Gennem et semi-struktureret interview, en guided felttur, samt personlig korrespondence, har Jeppe Pilgaard bidraget

med anbefalinger til valg af relevant inputdata.

Til designet af MESK vil der inddrages fire faktorer til estimeringen af graden af sammenhæng i klitnaturen: 1) Arealanvendelse, 2) jordbundsforhold, 3) nærhed til klitlavninger og 4) middelvindhastighed. Klasserne i disse faktorer vil på baggrund af et litteraturstudie samt det semi-strukturerede interview med Jeppe Pilgaard, blive tildelt en sammenhængsscore og faktorerne selv vil blive tildelt en vægtning. Herefter vil de, som illustreret på 5.2, blive lagt sammen, hvilket resulterer i et samlet sammenhængskort. Faktorerne er ikke kun blevet udvalgt på baggrund af, hvad der kan være relevant for klitnaturen i Nationalpark Thy, men der har været henblik på at inddrage universelle faktorer til broerne og barriererne, for at sikre en større grad af repræsentativitet.

Sammenlægningen af de fire faktorer foregår ved beregningen af et vægtet aritmetisk gennemsnit, hvor scoren for hver faktors klasse ganges med faktorens vægtning. Disse summeres for hver pixel, for at beregne den endelige sammenhængs-score. Denne beregning tager dog ikke højde for, at forekomsten af specifikke faktorer, helt kan forhindre nogen som helst grad af sammenhæng, og disse områder kan så alligevel score relativt højt. For at undgå dette, ganges pixels, hvor disse udelukkende faktorer forekommer, til sidst med nul, så disse ikke kan give indtrykket af en sammenhængende klitnatur.

Udregningen af det aritmetiske gennemsnit fremgår af nedenstående formel:

$$Sammenhæng = \sum(S_n * W_n)$$

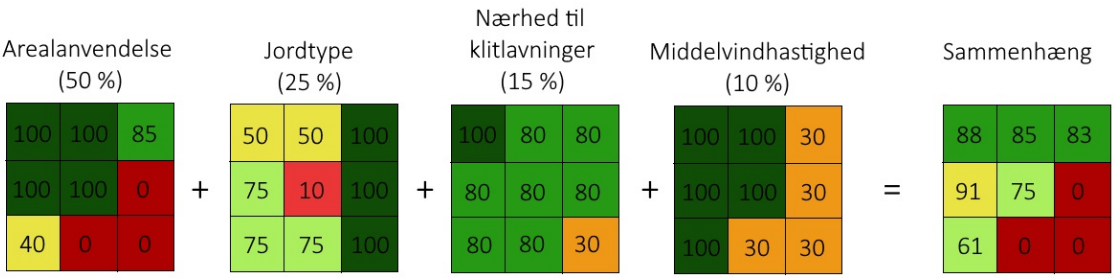
Hvor *Sammenhæng* er graden af sammenhæng i klitnaturen på en skala fra 0 til 100, S_n er sammenhængsscoren for klassen i faktoren, og W_n er vægtningen af den pågældende faktor.

De ovennævnte fire faktorer tildeles hver en vægtning, baseret på deres indbyrdes relative vigtighed for graden af sammenhæng i klitnaturen, og diverse klasser i hver faktor tildeles en score fra 0 til 100, der repræsenterer graden af sammenhæng for klitnaturen, den pågældende klasse vil bidrage med. Eksempelvis tildeles klassen 'eksisterende klitnatur' i faktoren 'arealanvendelse' en score på 100, da eksisterende klitnatur må antages at være den mest optimale form for arealanvendelse, for sammenhængende klitnatur.

Omvendt tildeles klassen 'nåleskov' i faktoren 'arealanvendelse' en score på 0, da denne vurderes fuldstændigt at udelukke muligheden for sammenhæng i klitnaturen. Selve faktoren 'arealanvendelse' tildeles en vægtning på 50 %, da det vurderes at have stor betydning for sammenhængen i klitnaturen, hvilken arealanvendelse, der er til stede. Dette skyldes, at hvis der forekommer klitnatur i et pågældende område, så må det indikere, at der er tilstrækkelige forhold til en vis form for sammenhæng,

I dette projekt vil der i forhold til klasserne i de fire faktorer, blive skelnet mellem 'broer' og 'barrierer', hvor broer er de klasser, som bidrager positivt til sammenhængen af klitnaturen, mens barriererne omvendt har en negativ indflydelse på graden af sammenhæng. Ved barriererne vil der ligeledes skelnes mellem barrierer, der både forhindrer sammenhæng indenfor det pågældende område, men også mellem de omkringliggende områder og barrierer, hvor det kun er det umiddelbare areal, som barrieren dækker, der ikke er

sammenhængende, men at det ikke nødvendigvis forhindrer sammenhæng mellem de to områder det går på tværs af.



Figur 5.3. *Illustration af, hvordan graden af sammenhæng i klitnatur udregnes i MESK på baggrund af de fire faktorer. For hver faktor ganges den angivne score i hver celle med faktorens vægtning. Summen af hver beregnet celleværdi for de fire faktorer giver så det endelige sammenhængskort, med estimatet for graden af sammenhæng for klitnaturen i hver celle. Barriererne i arealanvendelsen, der gives scoren 0, udelukker helt sammenhæng for klitnaturen, så cellerne der overlapper med disse arealanvendelser, ganges med 0, således at de får værdien 0 i sammenhængskortet.*

På figur 5.3 illustreres fremgangsmåden i MESK, hvor der udregnes et aritmetisk gennemsnit for hver af de fire faktorer, på baggrund af faktorens vægtning og sammenhængsscoren tildelt til hver af faktorernes klasser. For de områder, hvor arealanvendelsen er angivet som en barriere, og dermed er tildelt en sammenhængsscore på 0, ganges outputtet med nul, således, at barriererne også fremstår som barrierer på det endelige sammenhængskort.

5.2.1 Behandling af data til MESK's fire faktorer

De fire faktorer, der er udvalgt til at indgå i MESK er som nævnt arealanvendelse, jordtype, nærhed til klitlavninger, samt middelvindhastighed. I det følgende vil der redegøres for, hvorledes data til indgåelse i de fire faktorer er blevet indsamlet og behandlet, med henblik på inddragelse i modellen. I behandlingen af datalagene for de fire faktorer, omkonverteres de til rasterdata, med en pixelstørrelse på 5x5 meter. Det resulterende sammenhængskort vil derfor have samme opløsning.

Data til arealanvendelse

Den første faktor er arealanvendelse, som i GIS er sammensat af data indhentet fra diverse offentlige databaser og består af naturarealer, skov, landbrug samt urbane områder. Til at afdække naturarealer, er der blandt andet inddraget data fra Natura2000 basisanalyse 2022-2027. Dataet er produceret i perioden 2016-2019 og dækker lysåbne naturtyper indenfor Natura2000 områderne. Dataet indeholder optegnelser af forekomsten af forskellige naturtyper inden for EU's Habitatdirektiv, og er tilvejebragt af Miljøstyrelsen.

Data for de lysåbne naturtyper er indtegnet således, at hvis der i et større område forekommer flere naturtyper, vil udbredelsen af hver enkelt naturtype ikke kortlægges, men det vil i stedet blive beregnet, hvor stor en procentdel naturtypen udgør af områdets

areal. Det større område indtegnes så for hver enkelt naturtype, angivet med naturtypens arealandel. Dette betyder, at de forskellige klitnaturtypers udbredelse, ikke er detaljeret kortlagt i data. Desuden resulterer denne fremgangsmåde i overlap i data, da der forekommer mange overlappende polygoner i områder, hvor der er angivet flere naturtyper.

I udarbejdelse af arealanvendelseslaget er der udtaget alle de polygoner, der er angivet med klitnaturtyper, men grundet indtegningsmetoden for datalaget, kan dette medføre, at større områder betegnes som klitnatur, selvom naturtypen kun udgør helt ned til 1 % af arealet. Dette er ikke et problem for de områder, hvor hele arealet udgøres af flere forskellige klitnaturtyper, da der i denne analyse ikke skelnes mellem klitnaturtyperne. Derved kan der potentielt medtages et større område som klitnatur, selvom 99 % af områdets areal består af ikke-klitnatur. En mere detaljeret kortlægning af habitatnaturens udbredelse ville have været at foretrække, da det ville bidrage til en højere nøjagtighed for dette projekts analyse.

Det øvrige naturdata består af et lag over naturarealer, der er beskyttet af Naturbeskyttelseslovens §3, tilvejebragt af Danmarks Miljøportal. De beskyttede naturtyper dækker et større areal end de lysåbne naturtyper, men er kun inddelt i overordnede kategorier såsom eng, hede og mose. I GIS er laget med beskyttede naturtyper blevet opdateret, så der i de områder, hvor det overlapper med de lysåbne naturtyper, vil besidde den detaljerede beskrivelse af naturtypen, mens den udenfor Natura2000 områderne, vil beholde den overordnede beskrivelse. Da klitnatur ikke er en kategori for sig i Naturbeskyttelseslovens §3, vil der i dette projekt ikke være data for forekomst af klitnatur, udenfor Natura2000 områderne.

Data for skov er tilvejebragt af Naturstyrelsens SABA-program. Lagets indtegnede skovpolygoner besidder en attribut, der inddeler dem efter kategorier af træsorter.

Data for marker er fra 2019 og er tilvejebragt af Landbrugsstyrelsen. Hver indtegnet mark besidder en attribut, der beskriver afgrøden, der dyrkes på marken, samt hvorvidt arealet stadig er i drift eller er omlagt til permanent græs.

Data om urbane områder er anskaffet gennem kommuneplanrammer og lokalplaner, som tilvejebringes af Bolig og Planstyrelsen. Lagene indeholder optegnelser af vedtagne planer for blandt andet boligområder, erhversområder og rekreative områder, og opdateres løbende af kommunerne.

Data for veje og stier er hentet gennem GeoDanmark, som tilvejebringes af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur i samarbejde med kommunerne. Data ajourføres årligt på baggrund af luftfotos, der foretages hvert forår. Til brug i modellen er kun udtaget de veje og stier der besidder attributten 'befæstet', da det kun er disse, der vurderes at kunne udgøre en reel barriere for klitnaturen. I GeoDanmark er veje og stier indtegnet som linjer, så for at kunne indgå i modellen, er de omdannet til polygoner, så de dækker et reelt areal. Dette er gjort ved at lave buffere om vejtemaet, hvis størrelse afhænger af vejtypen. Bufferens bredde er for hver vej- og stitype bestemt ud fra stikprøver på GeoDanmarks ortofoto fra 2021. Bredden af bufferne for vejene fremgår i appendiks A.

Disse ovenstående datalag samles i ét enkelt arealanvendelseslag til brug i modellen. På trods af mængden af datalag, som arealanvendelsen bygger på, forekommer der

huller i laget uden data. Dette skyldes, at det indhentede data om arealanvendelse, ikke nødvendigvis er udarbejdet til at blive anvendt i sammenhæng med hinanden, og derfor ikke er tilpasset til at kunne danne et samlet kort. Dette vil udgøre en fejlkilde i brug af modellen, da ikke hele Nationalpark Thys areal vil blive tildelt en arealanvendelse. Dette er særligt tilfældet ved det store vandområde i Krik Vig i nationalparkens sydligste del, samt i randzoner omkring veje. For at tage højde for, at der kan forekomme overlap i arealanvendelsesdataet, da det inddragede data ikke nødvendigvis er fremstillet med henblik på at blive anvendt i samspil med hinanden, er der taget udgangspunkt i laget med beskyttet natur, som er blevet opdateret med de øvrige arealanvendelsesdatalag én efter én. Ved denne fremgangsmåde forhindres det, at et område tildeles mere end én arealanvendelse, hvormed arealet for arealanvendelseslaget, ikke overstiger nationalparkens areal. Rækkefølgen for opdateringerne af laget med beskyttede naturtyper er: 1) lysåbne naturtyper, 2) urbane områder, 3) marker, 4) skov, 5) stier, og 6) veje.

Data til jordtype

Modellens anden faktor er jordtypen, som repræsenteres af et jordbundskort fra 2019, tilvejebragt af Landbrugsstyrelsen. Kortet viser jordtypen på national skala. Laget dækker dog ikke hele nationalparkens areal, da der ikke er data for vanddækkede områder. Derfor indtegnes manuelt de manglende områder i laget, som vil blive tildelt klassen 'stående vand'.

Nærhed til klitlavninger

Modellens tredje faktor er nærhed til klitlavninger, som inddrages, da klitlavninger er af særlig høj vigtighed for biodiversiteten i klitnaturen, og derfor vil en umiddelbar nærhed til denne naturtype kunne tælle positivt i forhold til sammenhængsgraden af klitnaturen. Hvis dette skal indgå i modellen, kræver det en nogenlunde nøjagtig kortlægning af klitlavningernes udbredelse, hvilket, som nævnt tidligere, ikke er tilfældet i laget med lysåbne naturtyper.

For at imødegå dette, er der inddraget et værktøj udarbejdet af Wu et al. [2019], som er designet til identificeringen af 'nested surface depressions'. Som input benyttes benyttes terrænmodellen DHM/terræn, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur, og værktøjet danner så et vektortema, med polygoner for fordybninger i terrænnet, der opfylder manuelt angivne parametre for dybde og areal. Betegnelsen 'nested' betyder, at værktøjet tager højde for at der kan forekomme flere niveauer af lavninger, altså at en lavning i sig selv kan forekomme i en større lavning. I anvendelsen af værktøjet er der indstillet en minimumsdybde på 30 cm og et minimumsareal på 10 m^2

Outputtet af værktøjet klippes så til klitnaturtyperne i laget med lysåbne naturtyper, så der udelukkes de lavninger der ikke forekommer i klitnatur, og som derfor ikke kan være klitlavninger. De resulterende lavninger har et samlet areal på 8,88 km^2, mens arealet for klitlavninger der er udregnet på baggrund af den angivne arealandel af klitlavninger i laget med lysåbne naturtyper er 16,23 km^2. Forskellen i disse to arealer betyder, at udbredelsen af klitlavninger i dette projekt vil blive underestimeret. Slutteligt udregnes, ved brug af

værktøjet "euclidean distance", afstanden til klitlavninger for alle områder i Nationalpark Thy.

Vindforhold

Modellens fjerde faktor er vindhastigheden, som repræsenteres af et nationalt vindmiddelhastighedskort tilvejebragt af Erhvervsstyrelsen, der angiver den gennemsnitlige vindhastighed i 25 meters højde, for celler af 200 x 200 m.

5.3 Systemforståelse af klitnatur til brug i MESK

Som sagt skal en systemforståelse hjælpe til, først og fremmest at kunne udpege de faktorer, der skal indgå i MESK. Derfor er der udvalgt tre metoder, der skal være med i vurderingen af disse faktorer, samt hvilke faktorer der i MESK vurderes som de vigtigste i forhold til sammenhængende klitnatur, der derfor følgende skal benyttes, når faktorerne skal vægtes og klasserne skal have tildelt deres scorer.

5.3.1 Litteraturstudie af faktorer, der styrer sammenhæng i klitnaturen

For at kunne opbygge en forståelse for, hvad det vil sige for klitnaturen at være sammenhængende, samt hvilke faktorer, der styrer graden af sammenhæng, er der foretaget et litteraturstudie. Litteraturstudiet har gennem både danske og udenlandske kilder belyst, hvilken viden, der allerede eksisterer om klitnaturen som system, samt tilgangen til forvaltningen af den i Danmark, nærmere bestemt Nationalpark Thy. Yderligere skal denne viden benyttes til at begrunde udpegningen af de fire faktorer til indgåelse i MESK, samt deres vægtning og scoreinddeling.

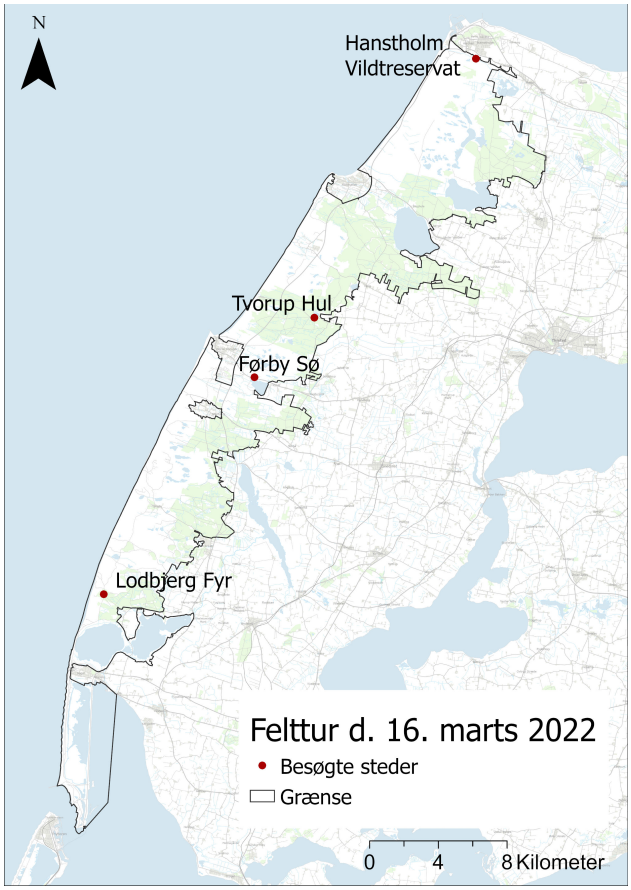
5.3.2 Semi-struktureret interview

Litteraturstudiet er desuden blevet suppleret af ekspertviden, tilegnet gennem et semi-struktureret interview, guidet felttur og personlig korrespondance med biolog Jeppe Pilgaard, der er projektleder hos Nationalpark Thy. Grundet sin uddannelsesmæssige baggrund som biolog, besidder Jeppe Pilgaard en viden om klitnaturen som geografer ikke gør, og i kraft af sin stilling hos nationalparken, besidder han desuden et lokalkendskab til nationalparken og dens klitnatur, som ikke nødvendigvis kan findes i den videnskabelige litteratur. Dette understreges desuden i Beier et al. [2007], som også anbefaler inddragelsen af fageksperter. Interviewet og korrespondancen har givet et dybere indblik i Nationalpark Thys tilgang til forbedringen af sammenhængen i klitnaturen, som er én af deres målsætninger [Andersen et al., 2016].

Derudover er inddragelsen af ekspertviden også blevet benyttet tidligere i kapitel 3 på side 21, til at undersøge sammenhængende klitnatur som begreb, der følgende blev brugt til at opstille dette projekts definition på dette.

5.3.3 Felttur til Nationalpark Thy

Den 16. marts 2022 blev der planlagt en felttur til Nationalpark Thy. Formålet med dette besøg var at udforske områder i nationalparken, hvor der kunne findes eksempler på, hvad sammenhængende klitnatur mere konkret er, for at opnå et mere virkelighedsnært billede af dette. På figur 5.4 kan ses de områder, der blev besøgt på feltturen.



Figur 5.4. *Kort over besøgte steder i Nationalpark Thy i forbindelse med projektgruppens felttur d. 16. marts 2022. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Områderne blev besøgt under ledsagelse af Jeppe Pilgaard, der udvalgte disse områder i forbindelse med formålet om at vise projektgruppen forskellige eksempler på sammenhængende klitnatur. Først blev projektgruppen introduceret til et område ved Førby Sø, hvor der her kunne findes et igangværende projekt, hvor en mark for nylig var blevet omlagt til græs, og hvor der var blevet dannet et hul i læbæltet op til marken. Det er her forventet, at området med tiden vil kunne overgå til klitnatur [Pilgaard, 2022a]. Efterfølgende blev Tvorup Hul introduceret som et område, hvor klitnaturen vil kunne udfordres af de store mængder næring i området, hvis forvaltningen ikke tager hensyn til disse [Pilgaard, 2022a].

Områderne ved Lodbjerg Fyr, samt Hanstholm Vildtreservat, er to større områder med klitnatur i Nationalpark Thy, hvorfor Jeppe Pilgaard udpegede især Hanstholm Vildtreservat som det gode eksempel på et område, hvor der ville kunne findes god sammenhæng.

I tabel 5.2 gives en oversigt over de inputdata som benyttes i klargøringen af MESK's fire faktorer.

5.4 Dataoversigt

	Udgiver	*Dato*	*Fremstillingsmetode*	*Datatype*
Arealanvendelse				
Habitatnatur	Miljøstyrelsen	2016-2019	5 m dokumentationscirkler	Vektor-data
§3 natur	Danmarks Miljøportal	-	-	Vektor-data
Skov	Naturstyrelsen	Opdateres ugentligt	-	Vektor-data
Marker	Landbrugsstyrelsen	2021	Indberettes af jordejer til Landbrugsstyrelsen	Vektor-data
Kommuneplanrammer og lokalplaner	Kommunerne	-	-	Vektor-data
Veje og stier	Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur	Opdateres årligt	Fotografering fra fly	Vektor-data
Geologi				
Jordbundskort	Landbrugsstyrelsen	2019	Regression af 55.000 punktobservationer	Vektor-data
Vind				
Vindressource	Erhvervsstyrelsen	-	-	Vektor-data 200x200 m kvadrater
Topografi				
DHM/Terræn	Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur	Opdateres hvert 5. år	Laserscanning fra fly	Raster-data 0,40x0,40 m celler

Tabel 5.2. *Tabel over udgiver, tidspunkt for indsamling, fremstillingsmetode og datatype for det anvendte data.*

Klassificering og vægtning af de fire faktorer i MESK 6

I dette kapitel gives der en score inden for hver af de fire udvalgte faktorers tilhørende klasser. Dette gøres på baggrund af den indsamlede viden og udpegning af relevante faktorer for den sammenhængende klitnatur fra kapitel 4. Faktorerne gennemgås i dette kapitel i rækkefølgen med de vigtigste faktorer først. Desuden tildeles de en status som enten broer eller barrierer i forhold til sammenhængende klitnatur og hos nogle faktorer som begge dele. Hver klasses score kan ses i de tilhørende tabeller i dette kapitel. Yderligere vil klassernes arealandel af Nationalpark Thy opgives i disse tabeller. Kapitlet vil desuden kortlægge faktorerne og tildele disse i farveskalaen rød til grøn alt efter, hvilken score klasserne tildeles. Denne farveinddeling kan ses nedenfor på figur 6.1, hvor der til hver farve er en beskrivelse af farvernes betydning.

I det efterfølgende benævnes scoren 100 point som mørkegrøn, scoreintervallet]100-80] kaldes mellemgrøn og scoreintervallet]80-60] benævnes lysegrøn. Ligeledes benævnes scoreintervallet]20-0[som rød og scoren 0 point som mørkerød. De mellemliggende scoreintervaller]60-40] og]40-20] benævnes henholdsvis gul og orange.

Score	*Betydning*
100	Højeste grad af sammenhængende klitnatur
]100-80]	Høj grad af sammenhæng med mindre forekomst af ugunstige forhold
]80-60]	God sammenhæng men med forekomst af ugunstige forhold
]60-40]	Nogenlunde sammenhæng
]40-20]	Nogen grad af sammenhæng men med overvægt af ugunstige forhold
]20-0[	Lille grad af sammenhæng med stor overvægt af ugunstige forhold
0	Ingen sammenhængende klitnatur

Tabel 6.1. *Farveinddeling for intervaller af score og farvernes betydning.*

6.1 Arealanvendelse

Arealanvendelse vurderes på baggrund af kapitel 4 som den vigtigste af de fire faktorer. Dette valg er truffet på baggrund af, at eksisterende klitnatur indgår som klasse i arealanvendelsen. Det kan antages, at alene det faktum at der forekommer klitnatur i et område, er en indikation for, at klitnaturen her har nogenlunde gode forhold, hvilket også vil resultere i en god sammenhæng i klitnaturen. Foruden at gennemgå faktorerne i rækkefølgen fra vigtigste faktorer til de mindre vigtige, vil der i klassificeringen af arealanvendelsen også gennemgås dennes klasser ud fra vigtigst til mindst vigtig.

6.1.1 Eksisterende klitnatur - bro

Eksisterende klitnatur vurderes til at være den vigtigste klasse i forhold til sammenhængende klitnatur ud fra den formodning, at det allerede her kan findes. Derfor klassificeres denne også som en bro for sammenhængende klitnatur. I kapitel 4.1.1 blev eksisterende klitnatur udpeget som en naturlig bro mellem de forskellige klitnaturtyper. Det bedste medie for klitnatur at vandre i gennem må således være klitnautur, hvorfor de eksisterende klitnaturtyper alle tildeles en score på 100.

Selvom dette er den højeste score vurderes det, at områder med eksisterende klitnatur kan forbedres yderligere i sammenspil med andre broer, hvorfor der på områder med eksisterende klitnatur vil kunne findes områder der trækkes yderligere op grundet tilstedeværelsen af eksempelvis optimale jordtype og vindforhold. Omvendt kan ikke optimale vind eller jordforhold derfor også trække ned i kvaliteten af den eksisterende klitnatur. De tildelte score for hver klasse kan ses i tabel 6.2.

Klasse	*Score*	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
Forklit (2110)	100	0,09	0,0
Hvid klit (2120)	100	1,04	0,4
Grå/grøn klit (2130)	100	16,21	6,6
Klithede (2140)	100	56,61	23,1
Havtornklit (2160)	100	0,68	0,3
Grårisklit (2170)	100	1,64	0,7
Klitlavning (2190)	100	16,23	6,6

Tabel 6.2. *Tabel over de eksisterende klitnaturtyper. Tallet i parentes angiver habitatdirektivnummeret.*

6.1.2 Anden natur - bro/barriere

Anden natur vurderes at være den anden vigtigste klasse inden for arealanvendelsen. Dette vurderes ud fra, at der i kapitel 4.1.2 blev blev fundet §3- naturtyper, der ligger sig op af klitnaturen i vegetationskarakteristika. Dette skyldes de fællestræk disse naturtyper har med klitnatur, hvorfor dette må svare til eksisterende klitnatur, bare som en bro af mindre grad, da det ikke svarer til helt det samme som allerede eksisterende klitnatur.

Som det også blev beskrevet i kapitel 4.1.2 delte især klitlavninger vegetationstyper med anden lysåben natur. Her er især de små søer, der minder om denne naturtype, hvorfor små søer får tildelt en score på 85. Også hængesæk og Rigkær er naturtyper, klitlavninger kan minde om. Derfor tildeles disse en score på 80, da de ikke er lig med klitnatur, men minder meget om, hvorfor de således vil kunne tillade spredning af klitnaturen og derfor sammenhængen.

Som det fremgår på tabel 6.3 tildeles kalkoverdrev og tidvis våd eng en score på 70, hvilket skyldes at de deler en del af de vegetationstyper, der findes på tørre klitlavninger.

Dataoprindelse	*Klasse*	*Score*	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
Lysåben natur	Hængesæk (7140)	85	0,06	0,03
	Kalkoverdrev (6210)	70	0,42	0,2
	Kildevæld (7220)	55	0,002	0,001
	Rigkær (7230)	85	0,19	0,08
	Strandvold med flerårige planter (1220)	55	0,04	0,02
	Surt overdrev (6230)	55	0,21	0,08
	Tidvis våd eng (6410)	70	0,17	0,07
§3-natur	Hede	55	87,16	35,5
	Overdrev	70	1,38	0,6
	Lille sø	85	24,98	10,2
	Stor sø	0	3	1,2
	Mose	55	15,83	6,5
	Strandeng	55	8,28	3,4
	Eng	70	4,65	1,9

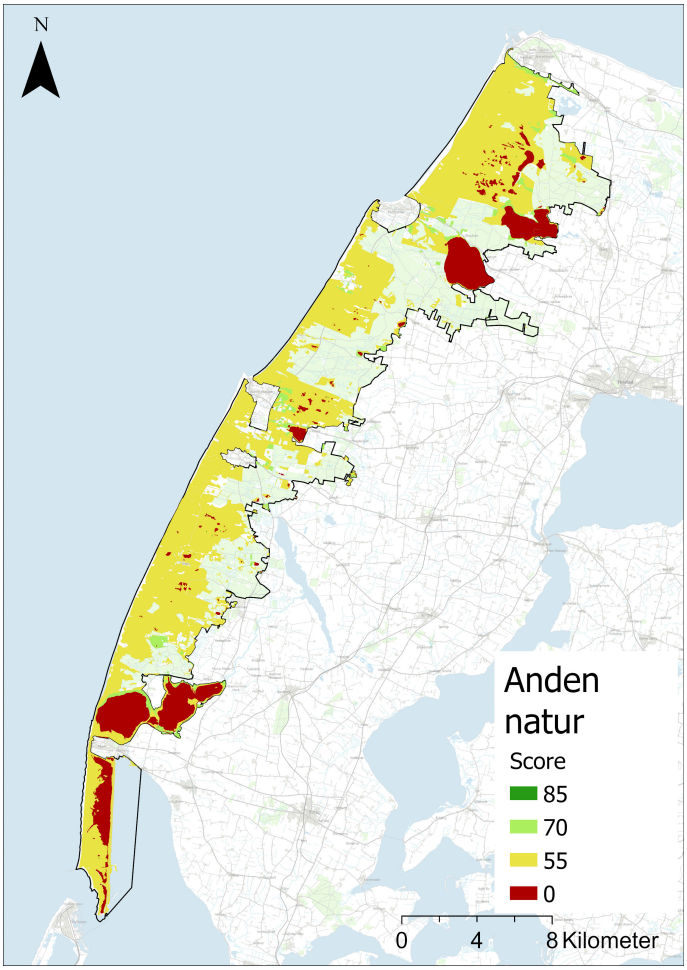
Tabel 6.3. *Tabel over tildeling af score på baggrund af naturtype. Tabellen er opdelt efter dataoprindelse, da de to typer virker supplerende på hinanden. Tallet i parentes angiver habitatdirektivnummeret.*

De resterende naturtyper der ikke deler vegetationstyper med klitnaturen, men samtidigt heller ikke udgør en barriere tildeles alle en score på 55, da de ikke yder en negativ indflydelse på sammenhængende klitnatur, men at der på disse områder dog kan findes andet natur.

Store søer, kategoriseret ved en størrelse på 2500 m^2 og derover fra kapitel 4.1, vurderes til at være en barriere for klitnaturen. Dette skyldes, at søernes økosystemer er anderledes fra klitnaturen, hvorfor disse kan udgøre en trussel for klitnauturens arter [Pilgaard, 2022a]. Derfor vil der på disse områder ikke kunne befinde sig klitnatur, og store søer bliver derfor barriere, der helt udelukker muligheden for klitnatur på arealet. Samtidigt resulterer deres størrelse i, at klitnaturen får sværere ved at sprede sig over arealet. Store søer bliver derfor en barriere, der får tildelt en score på 0, som det kan ses på tabel 6.3.

På figur 6.1 ses en kortlægning af naturtyperne alt efter deres tildelte score. På figuren ses en overvejende mængde af natur, der er blevet tildelt en score på 55 og derfor ikke er det mest optimale for sammenhængende klitnatur, da de i forvejen ikke deler vegetationstyper, men heller ikke vurderes som en udfordring for sammenhængen i klitnaturen. Også de store søer optræder som mørkerøde områder på figur 6.1, hvorfor der på disse områder ikke vil være mulighed for sammenhængende klitnatur. Yderligere ses små spredte områder med en score på 70 og områder med en score på 80, der er så små og få, at de næsten ikke kan ses. Arealerne som tildeles 55 point udgør i alt 55,7% af arealet, imens arealerne, som tildeles henholdsvis 70 og 80 point udgør 2,77 % og 0,11 %.

Som det kan ses på figur 6.1 findes der to større søer i den nordlige ende af Nationalpark Thy. Her er der tale om Nors Sø og Vandet Sø. Også i den sydlige del af nationalparken kan der især findes større søer, hvor der her er tale om Flade Sø og Ørum Sø. De store søer udgør 3 km^2 af nationalparkens samlede areal, hvilket svare til 1,2 %. Andet natur har således ikke den største positive indflydelse på sammenhængende klitnatur, da der ikke findes meget af de naturtyper, der ligner klitnaturen.



Figur 6.1. *Kort over, hvor der findes "anden natur"efter score tildelt i tabel 6.3. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

6.1.3 Urbane områder - barriere

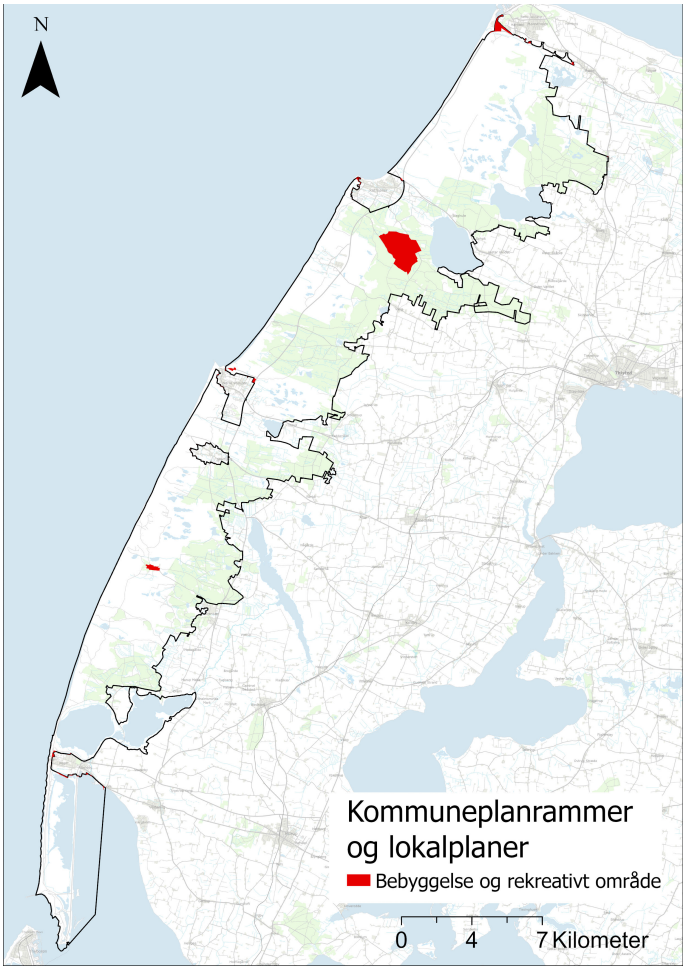
Urbane områder vurderes til at være den tredje vigtigste klasse inden for arealanvendelsen, samt at være en barriere. Dette vurderingsgrundlag blev skabt i kapitel 4, hvor by- og sommerhusområder blev undersøgt i forbindelse med klitnaturens mulighed for sammenhæng. Her blev det slået fast, at der ikke kan forventes klitnatur i disse områder, da der her prioriteres til fordel for beboelsen. Da byer og sommerhusområder udelukker muligheden for, at klitnatur kan finde sted, vurderes de til at være en barriere, som udelukker sammenhæng og tildeles en score på 0, som det kan ses i tabel 6.4 på modstående side. På figur 6.2 kan disse områder ses markeret med rødt.

På figur 6.2 ses det tydeligt, at der er få urbane områder indenfor nationalparkens grænse.

Arealet udgøres primært af et stort sammenhængende område i den nordlige halvdel af nationalparken. Herudover fordeler det resterende areal sig langs nationalparkens vestlige grænse, hvor der ses enkelte markeringer, hvor nationalparken grænser op til byområder udenfor nationalparkens grænser. Det forholdsvist lille areal understreges i tabel 6.4, hvor det ses, at urbane områder udgør 1,2 % af det samlede areal.

Klasse	*score*	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
Urbane områder	0	3	1,2

Tabel 6.4. *Kommuneplanrammer og lokalplaner samles under "urbane områder". Delelementerne kan ses under kapitel 5.*



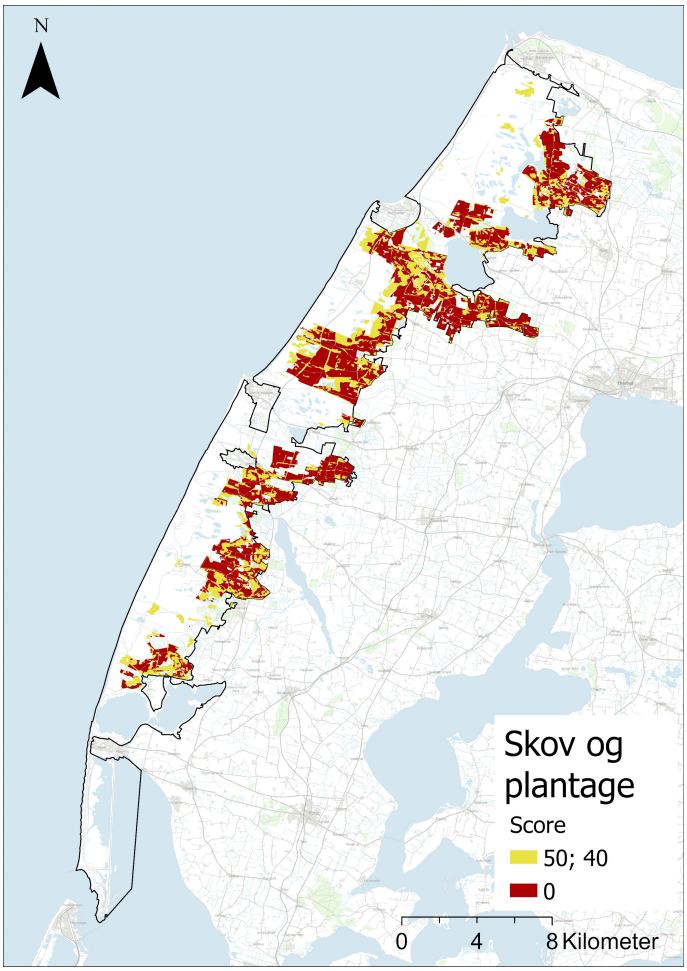
Figur 6.2. *Områder udlagt til beboelse og rekreative områder i Nationalpark Thy, udtrukket fra data med kommuneplanrammer og lokalplaner tilvejebragt af de Danske Kommuner. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

6.1.4 Skov og plantage - barriere/bro

Områder med skov vurderes til at være den fjerde vigtigste klasse inden for arealanvendelsen. Litteraturstudiet i afsnit 4.1.4 på side 41 viste, at områder med skov både kan bidrage positivt og negativt til klitlandskabet, hvorfor den her kan klassificeres som begge.

Klasse	*Score*	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
Bjergfyr	50	15,6	6,3
Andet løvtræ	40	10,1	4,1
Andet nåletræ	0	46	18,8

Tabel 6.5. *Tabel over scoretildeling for skovtyperne og andelen af det samlede areal. Grupperingen efter skovtype ses i kapitel 5.*



Figur 6.3. *Udbredelse af henholdsvis løvtræ, bjergfyr og øvrigt nåletræ i Nationalpark Thy efter score tildelt i tabel 6.5. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Skovbevoksning bidrager positivt ved at være tilflugtssted for græssende dyr, som udøver slid på klitnaturen og dermed skaber plads til klitnaturens vegetation. Den positive indvirkning opvejes dog af de negative påvirkninger fra træbevokning, idet litteraturstudiet peger på, at skov og træbevoksning generelt vil udkonkurrere klithedens oprindelige arter. Den negative påvirkning kommer ligeledes til udtryk igennem de uønskede læ- og skyggeforhold, som skabes af trægrupperinger, og som kan forringe vilkårene for de oprindeligt hjemmehørende arter i klitnaturen.

På baggrund af afsnit 4.1.4 vurderes det, at nåletræer generelt udgør den største trussel for klitnaturen. Dette gælder dog ikke for bjergfyr, da bjergfyr, på trods af sin status som

invasiv art, har tilknyttet gavnlige arter og herudover ikke vurderes at skabe de samme problematiske skyggeforhold, som de andre arter af nåletræer, da den er mere lysåben.

Gruppen af løvtræer klassificeres imellem bjergfyr og andre nåletræer, idet der er flere gavnlige arter tilknyttet løvtræerne. Løvtræerne skygger heller ikke i samme grad og skaber derfor ikke den samme ugunstige skovbund, som nåletræerne gør.

På figur 6.3 er trætyperne tildelt værdierne fra tabel 6.5. Her ses det, at det særligt er på nationalparkens østlige grænse, at der findes de mest problematiske trætyper. Herudover er der nord for midten af nationalparken et større område, som strækker i hele nationalparkens bredde fra øst til vest to steder. Der er generelt diversitet i skovområdernes score, og der ses således få større områder af en enkelt score, hvilket formentlig skyldes de historiske forhold i området, som er beskrevet i indledningen.

6.1.5 Landbrugsområder - barriere/bro

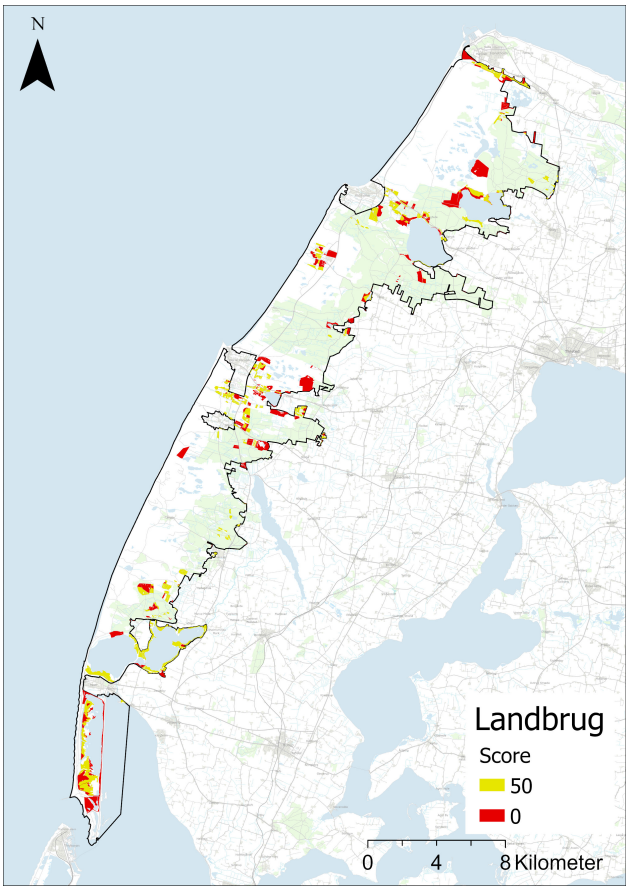
Landbrugsområder vurderes som den femte vigtigste klasse inden for arealanvendelsen, samt en barriere i forhold til sammenhængende klitnatur. Marker i drift blev i kapitel 4.1.5 defineret som en barrierer for den sammenhængende klitnatur på grund af deres næringsrige vilkår. Yderligere vil gødskning udfordre den omkringliggende klitnatur, men da der ikke kendes til de præcise konsekvenser af dette samt i for stort omfang arealmæssigt, vurderes marker i drift som barrierer i forhold til deres specifikke areal.

Da marker i drift helt udelukker klitnatur, vurderes denne som en barriere, der helt udelukker sammenhæng i klitnaturen, idet den fungerer som en blokade i forhold til at der kan opstå sammenhæng mellem ellers nærtliggende klitområder. Derfor tildeles denne en score på 0 som kan ses i tabel 6.6.

Klasse	*Score*	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
Marker i drift	0	9,19	3,7
Græsmarker	50	9,14	3,7

Tabel 6.6. *Tabel over, hvordan score tildeles på baggrund af, hvorvidt markerne er i drift eller ej. Opdelingen imellem drift eller græs kan ses i appendiks B.*

Marker udtaget til græsning forsøger Nationalpark Thy at omdanne til klitnatur. Dette er en mulighed, idet klitnatur gradvist med tiden vil kunne spredes klit disse områder. Derfor vurderes marker udtaget til græsning ikke for at være en decideret barriere og klassificeres derfor som bro i stedet og tildeles en score på 50, hvilket fremgår i tabel 6.6.



Figur 6.4. *Kort over markerne i Nationalpark Thy efter scoretildelingen i tabel 6.6. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

På figur 6.4 kan ses markerne og deres forskellige scorer. Her ses et nogenlunde lige fordeling af græsmarker og marker i drift fordelt mellem hinanden. Herudover er markerne forholdsvist ligeligt fordelt på nationalparkens areal, med en mindre overvægt i den østlige del af nationalparken. Den ligelige fordeling fremgår også af tabel 6.6, hvor arealerne for marker i drift og græsmarker begge svarer til 3,7 % af hele nationalparkens areal.

6.1.6 Veje og stier - barriere

Veje og stier tilsammen vurderes til at være den sjette vigtigste klasse inden for arealanvendelsen, og derfor mindst vigtige i forhold til arealanvendelsens andre klasser. Veje og stier er barrierer, da der i kapitel 4 blev klargjort, at befæstede veje og stier udgør en barriere i forhold til, at de bryder landskabet samt er asfalterede områder, hvorpå der ikke kan være klitnatur. I Nationalpark Thys tilfælde er der dog er der ikke tale om et stort vej- og stinet, og vejene og stierne i sig selv er mindre og asfalterede.

Da vejene og stierne ikke på samme måde blokerer for den sammenhængende klitnatur som skove og byområder vil gøre, en barriere, som tillader en vis spredning, hvilket vil sige, at klitnaturen ikke forhindres i sin spredning hen over vejene og stierne, men at der heller ikke kan findes klitnatur på selve arealet. Yderligere udgør veje og stier heller ikke en nær så stor visuel barriere i klitlandskabet i forhold til byområder og skov. Derfor tildeles

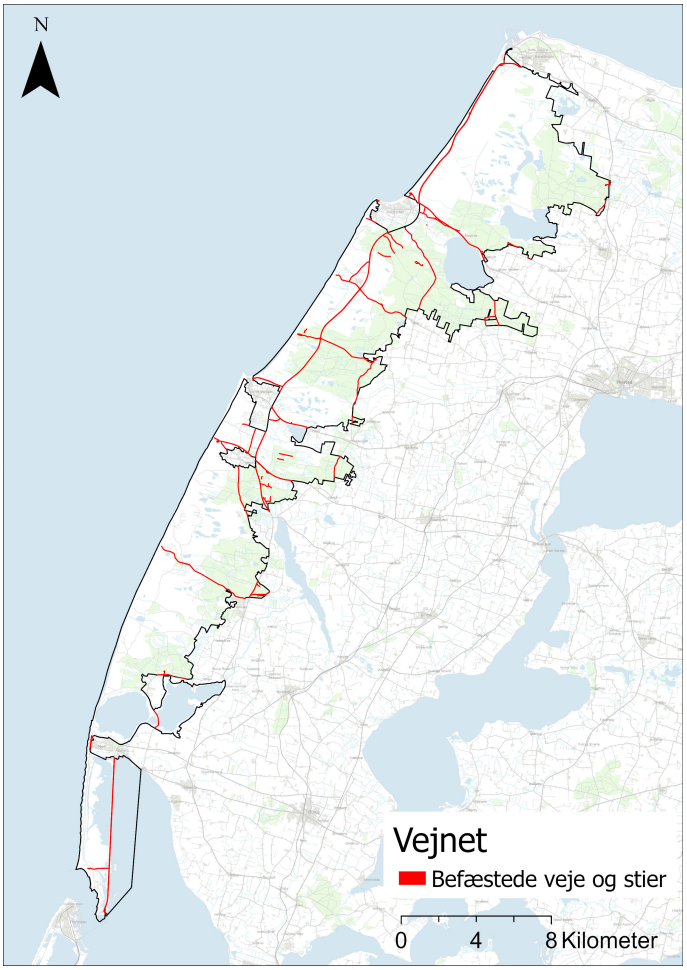
befæstede veje og stier en score på 0, som kan ses i tabel 6.7.

Klasse	*Score*	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
Befæstede veje	0	0,485	0,2
Befæstede stier	0	0,063	0,03

Tabel 6.7. *Tabel over tildeling af score i forhold til type, herudover hvor stor en andel af nationalparkens samlede areal veje og stier udgør*

Som det ses af figur 6.5 er mængden af befæstede veje og stier i Nationalpark Thy forholdsvist begrænset. Da vejnettet ligger jævnt fordel på nationalparkens areal er der derfor potentielt mulighed for, at naturen herimellem har plads her til at udvikle sig.

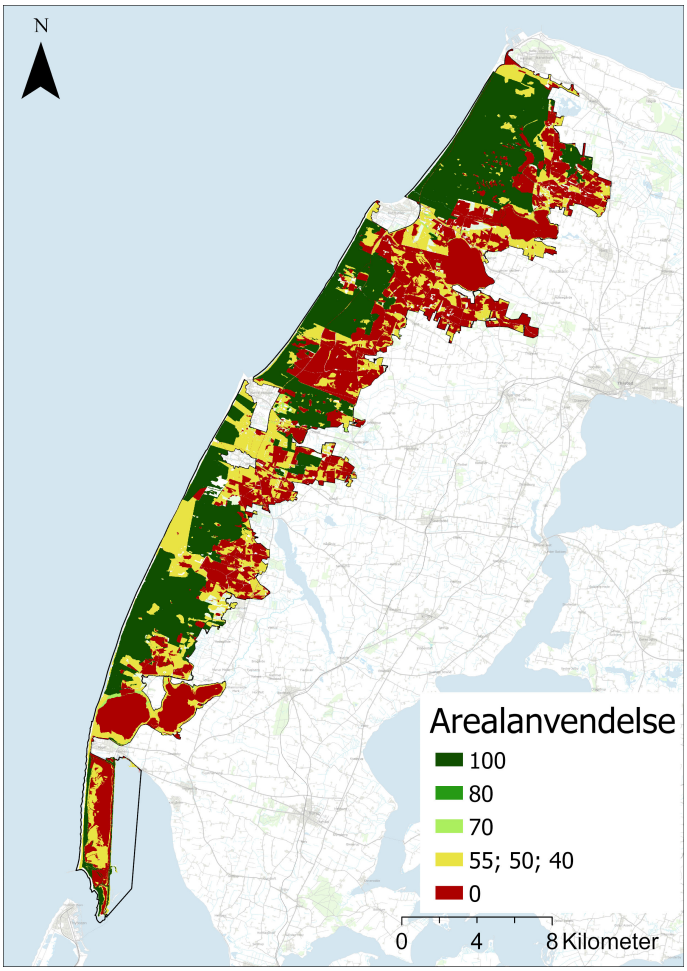
De befæstedes vejes areal udgør 0,485 km^2 , mens befæstede stier udgør 0,063 km^2. Beregning af areal kan ses under appendiks A. Arealet svarer til henholdsvis 0,2 % og 0,03 % af Nationalpark Thys samlede areal. De befæstede veje og stier udgør altså en mindre del af det tilgængelige areal.



Figur 6.5. *Befæstede veje og stier i Nationalpark Thy, grænsen for nationalparken er markeret med sort linje. Data med veje og stier er udtrukket fra GeoDanmark Vektor, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Kort over arealanvendelsen samlet

På figur 6.6 er alle klasser og deres scorer for arealanvendelsen samlet på én kort. Der ses her scorer, der både er 0 og derfor udelukker sammenhængende klitnatur, men også områder med højest grad af sammenhængende klitnatur. Der ses på 6.6, at hoevsageltigt kan findes områder med scorer på 100 inden for arealanvendelse og scorer på 0. Dog ses også spredte områder med scorer på enten 40, 50 eller 55, hvorfor disse områder er gule. Områderne med scorer på enten 80 eller 70 er mindre områder i forhold til de resterende, hvorfor de umiddelbart er svære at se på figur 6.6.



Figur 6.6. *Samlet arealanvendelseskort, der viser den angivne score for hvert område. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

6.2 Jordtype - bro

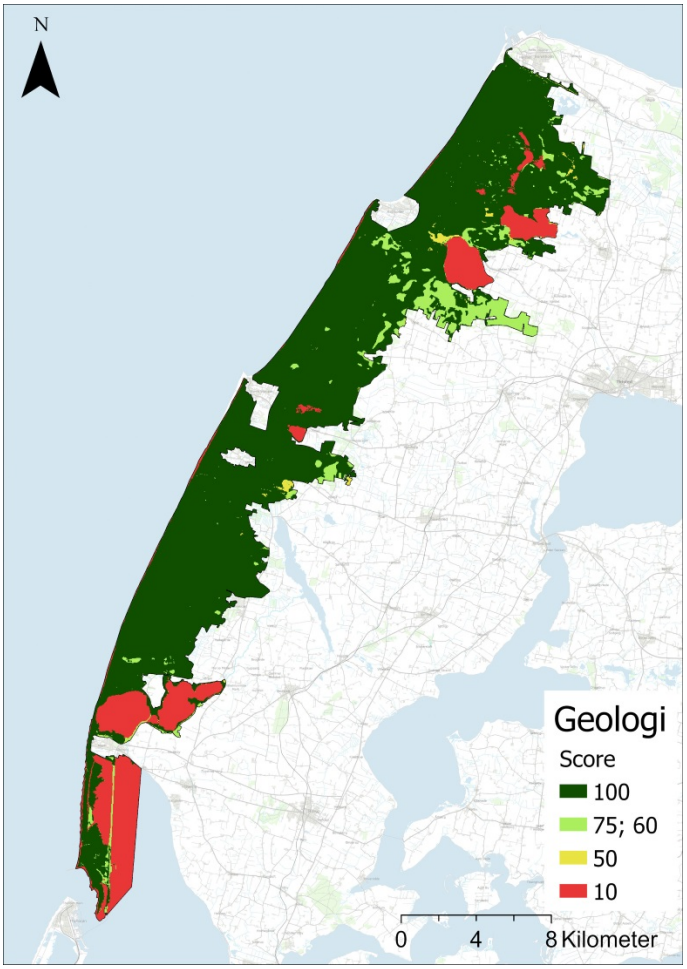
Jordtypen vurderes til at være den næstvigtigste faktor for sammenhængende klitnatur, næst efter arealanvendelsen. Dette skyldes, som det også blev nævnt i kapitel 4, at klitvegetationen er tilpasset sandet jord, samt periodiske overdækninger af sand. Jordbundskortet i Nationalpark Thy har kun mindre variationer, som primært findes i den østlige og sydlige del af nationalparkens areal, hvilket ses af figur 2.2 i afsnit 4.2 på side 48.

I afsnit 4.2 fandtes, at både danske og udenlandske kilder peger på, at klitnaturen trives bedst i sandjorde, idet sandjorde giver mulighed for den rette afdræning og den nødvendige bevægelse af underlaget af vinden. På baggrund af dette klassificeres jordbunden efter andelen af sand i jorden.

Klasse	*Score*	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
Fin lerblandet sandjord	75	1	0,4
Fin sandblandet lerjord	60	1,84	0,8
Finsandet jord	100	4,61	1,9
Grov lerblandet sandjord	75	11,47	4,7
Grov sandblandet lerjord	60	0,70	0,3
Grovsandet jord	100	189,05	77,1
Humus	50	1,65	0,7
Stående vand	10	34,9	14,2

Tabel 6.8. *Tabel over tildelingen af score og andelen af hver klasse af det samlede areal*

Scorer er tildelt, som det ses i tabel 6.8. Yderligere kan der i dette datalag findes områder med stående vand. På disse steder vurderes der, at der kun kan findes en lille grad af sammenhæng samt en overvægt af ugunstige forhold, da det forventes, at vandet her vil forhindre klitnaturen i af finde sted. Derfor tildeles denne en score på 10.

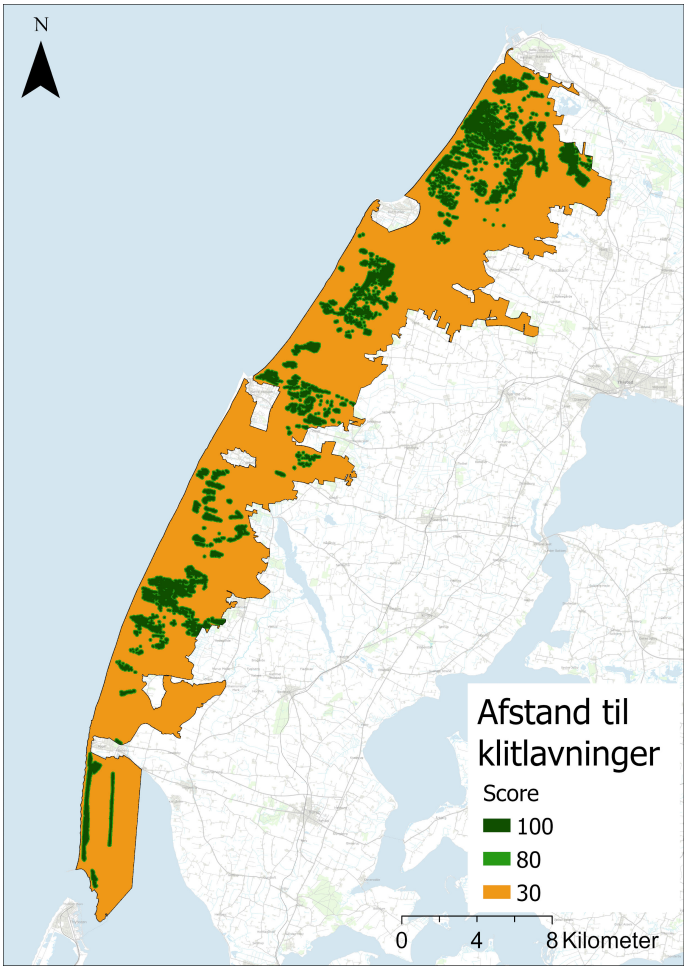


Figur 6.7. *Kort over jordbunden i Nationalpark Thy efter tildeling af score efter tabel 6.8. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Da jordbunden kun har mindre variationer i Nationalpark Thy vil det klassificerede lag også være forholdsvist ens, hvilket tydeligt ses illustreret på figur 6.7, hvor størstedelen af arealet klassificeres i den bedste halvdel. Ved nærmere eftersyn ses det, at områderne, som markeres med gult på kortet primært befinder sig omkring nationalparkens østlige grænse og omkring søer og vandområder i den østlige del. Dette er formentlig sammenhørende med, at der er et mindre sandindhold i jordbunden længere inde i landet, da sand fra havet og de yderste klitter gradvist aflejres. Herudover er der en højere andel af marker i den østlige del af nationalparken, hvor en mindre sandet jord er ønskværdigt. Samtidigt ses det stående vand som de lyse røde områder på figur 6.7.

6.3 Nærhed til klitlavninger - bro

Nærhed til klitlavninger vurderes til at være den tredjevigtigste faktor. Denne vurdering er især baseret på sparring med Jeppe Pilgaard og hans forklaring af, hvor vigtig især klitlavningernes artsrigdom er, for spredningen af klitnatur. På figur 6.9 kan ses, hvilken betydning forskellige afstande til klitlavninger imellem har for den sammenhængende klitnatur.



Figur 6.8. *Kort over nærhed til klitlavninger i Nationalpark Thy i tildeling af score efter tabel 6.9. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

Her vurderes det, at jo kortere afstand jo bedre. Dette betyder, at en korteste afstand på 0-9 m vurderes at skabe god sammenhæng af højeste grad. Omvendt skaber stor afstand til klitlavningerne imellem på $>$ 100 m derfor de dårligste forudsætninger for spredning af klitnatur, hvorfor denne får scoren 30. Dette vil sige, at der ingen sammenhæng i klitnaturen kan findes her.

Som det ses på figur 6.8 er det primært de vestlige dele af nationalparken, som trækkes op af nærhed til klitlavninger, imens de øvrige dele score 30 point grundet høj afstand til klitlavningerne.

Klasse	*Score*	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
0-50 m	100	35,8	14,6
50-100 m	80	18,6	7,6
$>$100 m	30	190,8	77,8

Tabel 6.9. *Tabel over tildeling af point i forhold til nærhed til klitlavninger og andel af samlet areal.*

6.4 Vindforhold - bro

Vind vurderes til at være den fjerdevigtigste og dermed sidste faktor, der medtages i MESK til estimering af sammenhængende klitnatur. Dette skyldes, at vinden har stor indflydelse på sandflugt og vindbrud, dog vurderes det, at der godt kan findes gunstige forhold for sammenhængende klitnatur uden de helt optimale vindforhold.

Idet jordbunden som set tidligere, er forholdsvis ens i det undersøgte område er vindforholdene og dermed vindens påvirkning på terrænet det der kan skabe variation i landskabet. På baggrund af afsnit 4.4 antages det, at den dominerende vindretning er den samme for hele området.

Der vil være mindre variationer i vindretning på lokal skala, men for modellens overskuelighed og tilgængelighed af data, undlades det at tage højde for vindretningen. Ønskes modellen anvendt på mere lokal skala kræves der derfor viden omkring de specifikke vindforhold lokalt, da disse kan variere meget. De lokale vindforhold vil også variere med topografien i området, som er foranderlig og det vil derfor kræve en større analyse [Garès og Pease, 2015].

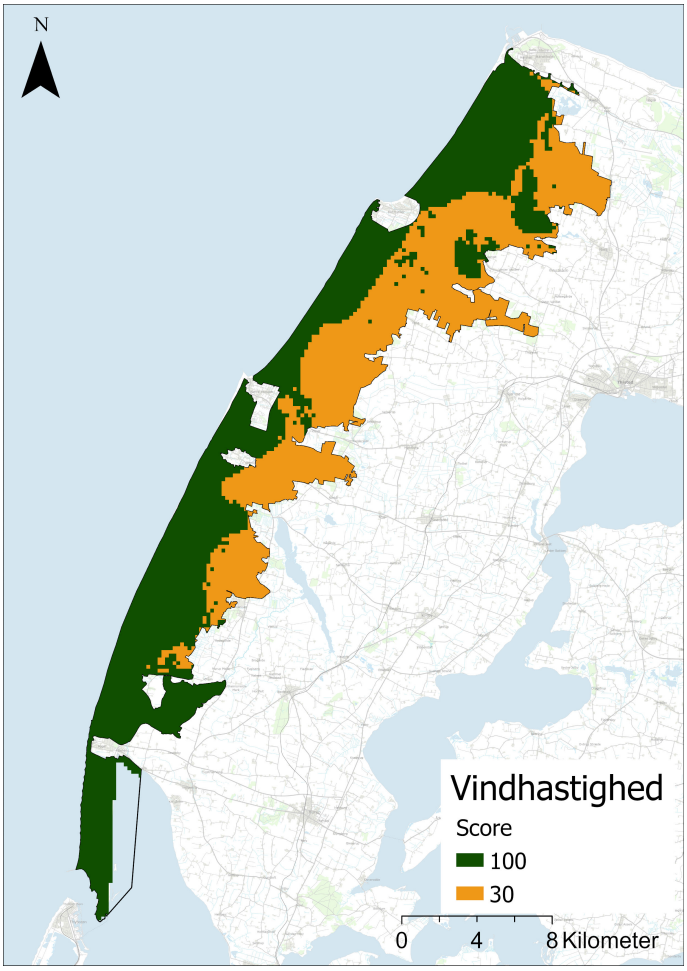
Som beskrevet i afsnit 4.4 er den optimale vindhastighed for klitnaturen mellem 6,25 m/s og 12,5 m/s, da denne vindhastighed betyder, at der kan skabes de dynamiske forhold, som klitnaturen er afhængig af. Vindhastigheden klassificeres derfor derefter, som det ses af tabel 6.10.

Klasse	*Score*	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
$<$6,25 m/s	30	99,38	40,5
$\geq$6,25 m/s	100	137,15	55,9

Tabel 6.10. *Tabel over, hvordan vindhastigheder tildeles score på baggrund af afsnit 4.4, samt andelen af det samlede areal*

Således tildeles en optimal vindhastighed på mellem 6,25-12,5 m/s en score på 100. Hvor de andre vindhastigheder ikke er optimale for klitnaturen og derfor ikke bidrager positivt til en sammenhængende klitnatur tildeles disse 30. Dog trækker dette ikke yderligere ned, hvorfor ikke-optimale vindforhold kun bliver en mindre barrierer og derfor også markeres med orange på figur 6.9. På figur 6.9 ses således de optimale vindforhold på områder med mørkegrønt som findes tættest på kysten, hvor de ikke-optimale vindforhold kan findes ved længest inde mod landet.

Ses på den procentvise fordeling af vindhastighederne er 40,5 % af vindhastigheden på $<$ 6,25 m/s og 55,9 % på 6,25 - 12,5 m/s. Dette betyder, at der er en overvægt af de optimale vindforhold i nationalparken. Dog ses det yderligere, at der mangler omkring 5 % af arealandelen, der derfor ikke dækkes af data. Dette skyldes det stykke af nationalparken, der findes i den sydligste del, hvis grænse går ud i vandet. Her findes der ikke vinddata for, hvilket forklarer de manglende 5 %.



Figur 6.9. *Kort over vindforholdene i Nationalpark Thy i tildeling af score efter tabel 6.10. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur.*

6.5 Vægtning af faktorer

Som beskrevet i kapitel 5 skal faktorerne, efter de tilhørende klasser har fået deres score, nu tildeles en vægtning i forhold til hinanden. Denne vægtning består af 100 %, der fordeles ud mellem de fire faktorer alt efter, hvad der vurderes er den vigtigste faktor til den mindst vigtigste. I klassificeringen optrådte denne vurdering af faktorernes vigtighed i forhold til hinanden. Derfor fordeles de 100 % mellem faktorerne som det kan ses på tabel 6.15 på side 85.

I tabel 6.11 fremgår således at arealanvendelse vægtes til 50 %, jordtype vægtes til 25 %, nærhed til klitlavninger vægtes til 15 % og middelvindhastigheden vægtes til 10 % og dermed den laveste vægtning. Tabellen viser yderligere hvilke scoreintervaller faktorerne kan optræde inden for. Her ses det blandt andet, at arealanvendelsen kan resultere i scorer der går lige fra 0-100, hvilket skyldes, at denne faktor indeholder både broer og barrierer. Yderligere ses også faktorernes maksimale og minimale score, hvor en score på 50 inden for arealanvendelsen skyldes, at klitnatur heri blev tildelt den højeste score på 100. Ved at vægte arealanvendelsen til 50 % bliver dette samlet $50 \cdot 0,1 = 50$. Arealanvendelsens laveste score bliver 0, da klasserne der klassificeres som barrierer ganges med nul, som beskrevet i kapitel 5 på side 55.

Faktor	*Vægtning*	*Scoreinterval*	*Maksimal score*	*Mindste score*
Arealanvendelse	50 %	0-100	50	0
Jordtype	25 %	10-100	25	2,5
Nærhed til klitlavninger	15 %	30-100	15	4,5
Vindhastighed	10 %	30-100	10	3

Tabel 6.11. *Tabel over de forskellige faktorers vægtning samt interval for de tildelte scorer for hver faktor.*

På tabel 6.12 er udvalgt en klasse og tilhørende score for hver faktor, som vægtes med vægtningen i tabel 6.11 og herefter lægges sammen til den endelige pixelscore. I eksemplet er der ikke medtaget faktorer, som ville forhindre klitnatur og den endelige pixelscore i tabellen vil derfor være den, der kommer til udtryk i resultatet af MESK i kapitel 7.

Faktorer	*Klasse*	*Score*	*Vægtning*	*Pixelscore*	Endelig pixelscore
Arealanvendelse	Overdrev	70	50 %	35	75
Jordtype	Finsandet jord	100	25 %	25	
Nærhed til klitlavninger	50-100 m	80	15 %	12	
Vindhastighed	$<$6,25 m/s	30	10 %	3	

Tabel 6.12. *Eksempel på, hvordan vægtningen påvirker pixelscoren og dermed den endelige, samlede pixelscore efter vægtningen tildelt i tabel 6.11.*

I eksemplet i tabel 6.12 er udvalgt overdrev som en klasse inden for arealanvendelsen, finsandet jord inden for jordtypen, en nærhed på 50-100 m til klitlavninger samt en vindhastighed på $< 6{,}25\ m/s$. For disse specifikke områder, hvor disse klasser alle optræder, fås derfor en endelig pixelscore på 75 og disse pixler får derfor farven lysegrøn, hvilket betyder, at der kan findes en god sammenhæng, men med forekomst af ugunstige forhold, hvor der her er tale om vindforhold og nærhed til klitlavninger, der ikke gunstige for sammenhængende klitnatur.

Således indgår forskellige kombinationer af klasserne med deres individuelle scorer, hvor vægtningen sørger at de vigtigste faktorers klasser får den højeste vægtning. Kombinationerne ender derfor med endelige pixelscorer, der får deres farve alt efter, i hvilket interval de ligger, som det blev vist i tabel 6.1 på side 67. Yderligere vil områder med barriererne der fik en score på 0 altid markeres med mørkerød, da det tidligere blev vurderet, at der under ingen omstændigheder kan indgå sammenhængende klitnatur på disse områder.

Eksempler på scorer

Som beskrevet vil den endelige pixelscore afhænge af, hvilke faktorer, som er aktuelle i den pågældende pixel. Nedenfor i tabel 6.13 og tabel 6.14 vises to eksempler på, hvilke klasser der kan indgå i en pixel, som fremgår som henholdsvist gul og grøn på det samlede kort. Fælles for de to eksempler er, at der ikke er faktorer, som udelukker sammenhæng og dermed "slukker"for pixlen.

Tabel 6.13 viser en pixel, som udtrykkes gult ifølge inddelingen i tabel 6.1. Her ses det, at selvom jordbunden scorer højt trækker de øvrige faktorer tilstrækkeligt ned til, at den samlede score bliver 46 point.

Faktorer	*Klasse*	*Score*	*Vægtning*	*Pixelscore*	*Endelig pixelscore*
Arealanvendelse	Løvtræ	40	50 %	20	
Jordtype	Fin lerblandet sandjord	75	25 %	18,75	
Nærhed til klitlavninger	$>100\ m$	30	15 %	4,5	$46{,}25 \approx 46$
Vindhastighed	$<6{,}25\ m/s$	30	10 %	3	

Tabel 6.13. *Eksempel på, hvad der kan indgå i en pixel med scoren 46 point, som ligger i den gule kategori fra tabel 6.1 på side 67.*

Tabel 6.14 viser et eksempel på, hvilke elementer, der kan indgå et sted, som udtrykkes som næstbedste grønne kategori med 93 point. Her ses det, at vindhastigheden ikke er ideel for klitnaturen og derfor tildeles 30 point i punktet, men da vinden vægtes med 10 % har dette mindre indflydelse og de øvrige faktorer, som alle scorer 100 point, betyder, at den samlede score bliver 93 point.

Faktorer	*Klasse*	*Score*	*Vægtning*	*Pixelscore*	*Endelig pixelscore*
Arealanvendelse	Klitnatur	100	50 %	50	
Jordtype	Finsandet jord	100	25 %	25	
Nærhed til klitlavninger	0-50 m	100	15 %	15	93
Vindhastighed	<6,25 m/s	30	10 %	3	

Tabel 6.14. *Eksempel på, hvad der kan indgå i en pixel med scoren 93 point, som ligger i den grønne kategori fra tabel 6.1 på side 67.*

6.6 Opsamling på klassificering og vægtning af faktorer

Dette kapitel har nu givet score inden for hver af faktorernes klasser, samt rangeret dem alt efter, hvilke der er blevet vurderet som de vigtigste faktorer i forhold til sammenhængende klitnatur. Et samlet overblik over faktorernes vægtning samt de dertilhørende klassers scorer kan ses samlet i tabel 6.15.

Ved at der i MESK beregnes pixelscorer bliver disse farvegivet ud fra den dertilhørende scoreintervals farve, som pixelscoren hører til. Den nærmere beskrivelse af betydningen af disse farver kunne ses i tabel 6.1 på side 67. Yderligere blev deres arealer opgivet i de tilhørende tabeller, for at sammenligne de forskellige faktorer imellem.

Ses der samlet på faktorernes klasser som er præsenteret i tabel 6.15. Her kan det ses, at flere klasser, især inden for arealanvendelsen, får tildelt en score på mellem 50 til 100. Således kommer de til at fremstå i modellen ved de grønlige farver, som indikerer broerne.

Ses der på, hvilke klasser, der fik tildelt en score på 100 og derfor er områder, hvor der i højeste grad er sammenhængende klitnatur er dette først og fremmest de områder, hvor der i forvejen findes klitnatur. Yderligere er der inden for jordtyper givet en score på 100 ved finsandet og grovsandet jord samt ved vindhastiger på 6,25-12,5 m/s og ved mest nærhed til klitlavninger. Dette betyder, at områder med både eksisterende klitnatur samt de rette vind og jordforhold samt nærhed til klitlavninger derfor score højest og vil fremtræde med en mørkegrøn farve på det samlede kort, der kan ses i kapitel 7.

Næst efter dette kan der findes klasser i tabel 6.15 med en score på 80 som det næst højeste. Disse områder vil markeres med mellemgrøn. Her er der tale om visse andre naturtyper, der ligger tæt op ad klitlavningernes vegetationskarakteristika. Dette svarer derfor til områder med høj grad af sammenhæng, men med mindre forekomst af ugunstige forhold.

For en score på mellem]80-60] og derfor områder med god sammenhæng, men med forekomst af ugunstige forhold, er der tale om flere klasser inden for jordtyperne, hvori sand indgår i jordtypen. Også andre naturtyper, der i en vis grad også minder om klitnaturens vegetation får en score inden for dette interval. Disse områder tildeles således den lysegrønne farve.

For områder med nogenlunde sammenhæng med en score på mellem]60-40] kan findes de

resterende andre naturtyper, der alle her er tildelt en score på 55. Yderligere kan findes områder med en nærhed til nærmeste klitlavning på 10-49 m, samt områder med humus. Yderligere findes der klasser, der får under en score på under 50, men ikke vurderes som en barriere. Disse er derfor ikke en barriere, men har dog heller ikke de gunstige forhold til at være en bro. Et eksempel på dette er en vindhastighed på <6,25 m/s, der derfor ikke er en barriere for klitnaturen, men heller ikke har de optimale forudsætninger. Områder med disse scorer får tildelt farven gul i resultatet af MESK.

Ses der på de klasser, der blev klassificeret som barrierer, er der tale om de urbane områder, som blev vurderet til en barriere med en score på 0, hvorfor der ingen sammenhængende klitnatur kan findes. Også befæstede veje og stier blev givet en score på 0 som barrierer, men vurderes at være en barriere, der ikke blokere helt i landskabet, men tillader nogen spredning.

For landbrugsområder inden for arealanvendelsen blev denne delt op i marker i drift der, ligesom urbane områder, blev tildelt en score på 0, hvorimod græsmarker blev tildelt en score på 50, idet de stadig vurderes som en barriere, men med nogenlunde sammenhæng.

Skovområder blev delt op i klasserne; bjergfyr, andre nåletræer og løvtræer. Her blev andre nåletræer givet en score på 0 og blev vurderet som en barriere der ingen sammenhæng tillader, ligesom områder med kommuneplanrammer og lokalplaner. Modsat disse nåletræstyper blev bjergfyr derimod tildelt en score på 50, idet de tillader nogenlunde sammenhæng grundet de trods alt lysåbne forhold som gør sig gældende hos denne naturtype, som det blev beskrevet i 4.1.4 på side 41. Idet løvtræer blev vurderet til at ligge mellem disse træarter i forhold til at kunne tillade sammenhæng blev denne tildelt en score på 40, hvorfor løvtræerne tilalder nogen grad af sammenhæng, men med en overvægt af ugunstige forhold.

Som beskrevet er der barrierer, som helt udelukker sammenhængen i klitnaturen og som derfor skal trækkes fra. Dette gøres, som beskrevet i kapitel 5 på side 55, ved at gange disse med 0, hvorfor de ingen værdi får i modellen. Disse kommer til at fremtræde som mørkerøde områder på det samlede kort i kapitel 7.

Arealanvendelse			*Jordtype*			*Nærhed til klitlavninger*			*Vindhastighed*		
Klasse	*Score*	*Vægtning*	*Klasse*	*Score*	*Vægtning*	*Klasse*	*Score*	*Vægtning*	*Klasse*	*Score*	*Vægtning*
Klitnatur	100		Finsandet jord	100		0-50 m	100		≥6,25 m/s	100	10 %
Lille sø	85		Grovsandet jord	100		50-100 m	80	15 %	<6,25 m/s	30	
Hængesæk	85		Fin lerblandet sandjord	75		>100 m	30				
Rigkær	85		Grov lerblandet sandjord	75	25 %						
Kalkoverdrev	70		Fin sandblandet lerjord	60							
Tidvis våd eng	70		Grov sandblandet lerjord	60							
Overdrev	70		Humus	50							
Eng	70		Stående vand	10							
Kildevæld	55										
Strandvold med flerårige planter	55										
Surt overdrev	55										
Hede	55	50 %									
Mose	55										
Strandeng	55										
Græsmarker	50										
Bjergfyr	50										
Løvtræ	40										
Andet nåletræ	0										
Stor sø	0										
Marker i drift	0										
Urbane områder	0										
Befæstede veje	0										
Befæstede stier	0										

Tabel 6.15. *Samlet tabel over score og vægtninger for broer og barrierer, som er fundet i kapitlet.*

Anvendelse af MESK på Nationalpark Thy 7

Efter at have opsat MESK og behandlet dets inputdata, vil modellens resultater for Nationalpark Thy nu blive præsenteret og analyseret. Først vil resultatet af den samlede model, hvor alle fire faktorer med broer og barrierer er inkluderet, blive analyseret. Herefter vil det blive undersøgt, hvordan modellen påvirkes af ekskluderingen af én af faktorer og dernæst ved ekskluderingen af to ud af de fire faktorer. Resultaterne heraf vil blive diskuteret på baggrund af den tilegnede systemforståelse. Der vil løbende blive sammenlignet med den samlede model for at undersøge, hvilken indflydelse disse anvendelser af modellen har på resultatet af graden af sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy.

7.1 Resultat af MESK

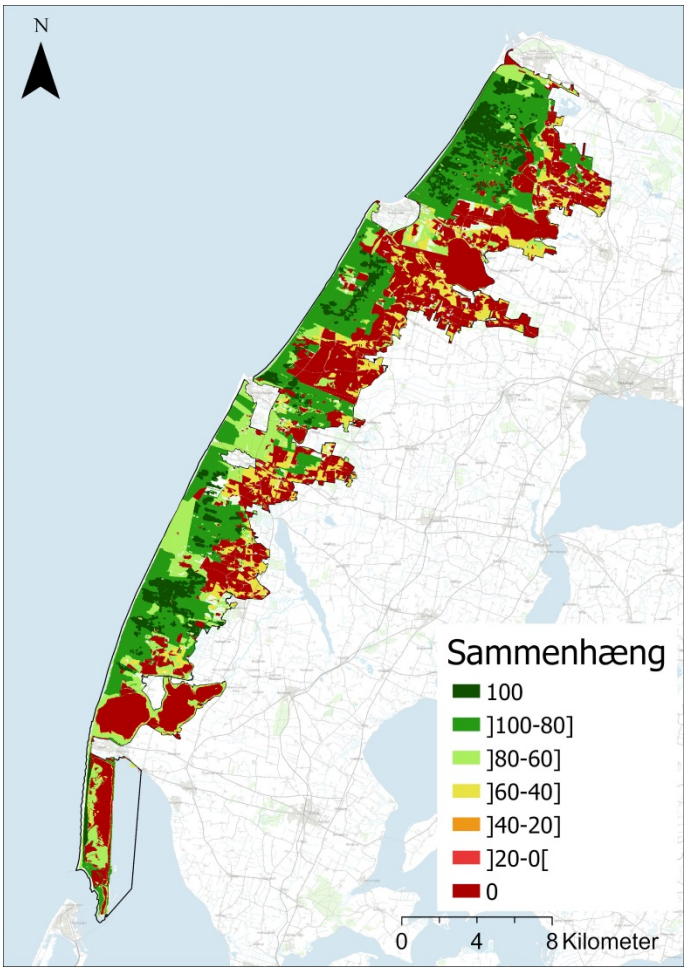
På figur 7.1 ses resultatet af MESK og derfor den estimerede grad af sammenhæng for klitnaturen i Nationalpark Thy, på baggrund af de fire inkluderede faktorer. Dette er derfor et resultat af, hvordan faktorerne og deres klasser er blevet klassificeret og vægtet. Som det kan ses estimeres den største grad af sammenhæng at forekomme i nationalparkens vestlige og mest kystnære del, hvilket stemmer overens med, at det er her de fleste områder med klitnatur kan findes [DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, u.d.(g)].

Yderligere er dette områder, der i kapitel 4 blev fundet bestående med sandjorder og har de rette vindforhold i forhold til middelvindhastigheden. Det er ligeledes også i disse områder, at der ses eksisterende klitnatur i kortet over arealanvendelse. Derfor viser dette et nutidsbillede af, hvor sammenhæng i høj grad kan findes. Dette ses som de sporadiske mørkegrønne pletter, der derfor indikerer, hvor der kan findes nærhed til klitlavninger.

Hanstholm Vildtreservat, i den nordlige del af nationalparken, er et godt eksempel på et sammenhængende område på figur 7.1, hvilket stemmer overens med erfaringerne fra projektgruppens felttur til Nationalpark Thy, samt den generelle opfattelse i litteraturen. Her kunne der ses ud over et stort område med klitnatur. Yderligere kunne der ses flere vådområder spredt på dette område, som på figur 7.1 er områder i umiddelbar nærhed af klitlavninger. Ligeledes kunne der ved Lodbjerg Fyr, som det ses på figur 7.1 i den sydlige del af nationalparken, også findes et større område med klitnatur, hvilket projektgruppen ligeledes observerede på feltturen beskrevet i kapitel 5.

I den vestlige del af nationalparken kan findes områder med et scoreinterval på]100-80], og dermed de områder med høj grad af sammenhæng, men med mindre forekomst af ugunstige forhold. Yderligere kan findes større, lysegrønne områder, særligt et større område tættest

på kysten i den sydlige ende af nationalparken. Her er der tale om et større hedeområde, hvorfor området bliver lysegrønt, da det er et område med stort set alle de gunstige forhold. §3-naturen, som hedebetegnelsen kommer fra, er dog vagt beskrevet, og det er derfor ikke sikkert, at der ikke allerede findes klitnaturtyper i området.



Figur 7.1. *Kort over estimerede grad af sammenhæng i klitnaturen i Nationalpark Thy, baseret på inklusion af alle fire faktorer. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur. Et større kort kan ses i appendiks C.1.*

På tabel 7.1 kan ses en oversigt over, hvor meget de forskellige scoreintervaller udgør af nationalparken. Her ses det for områder med en score på 100, at disse udgør 9,3 %, hvor områder i scoreintervallet på]100-80] udgør lidt over 25 % af nationalparkens areal. Yderligere udgør områder i scoreintervallet på]80-60] 13,5 %. Dette vil sige, at de områder, hvor der tilsammen kan findes en god sammenhæng i klitnaturen, udgør 48,2 %. Hvis dette sammenlignes med nationalparkens barriereområder, hvor scoren er 0, udgør disse omkring 40 % i alt, hvorfor der kan findes flest områder med god sammenhæng i klitnaturen, dog i forskellig grad. Som det ses af tabel 7.1 fordeler langt størstedelen af arealet sig altså imellem områder med god sammenhæng og områder uden sammenhæng. Da det anvendte arealanvendelseslag har områder uden data og derfor kun dækker 222 km^2 af nationalparkens 245 km^2, vil der i de angivne procenter mangle ca. 9 %, da scoren kun kan udregnes for områder dækket af alle fire faktorer. Dette er ligeledes gældende for de øvrige tabeller i dette kapitel.

Størstedelen af barriererne på figur 7.1 kan findes i den østlige del af nationalparken og er hovedsageligt bestående af nåletræsplantage, hvilket fremgår når figur 7.1 sammenlignes med kortet over skovarealer på figur 6.3. Foruden nåletræer kan også findes nationalparkens store søer, som også udgør en barriere i dette område. Her er der, ligesom områder med broer, også tale om større områder, men hvor der på disse områder ingen sammenhæng er i klitnaturen, idet skovområderne og søerne her helt udelukker sammenhængende klitnatur.

Der findes mindre og spredte gule områder mellem de områder, hvor ingen sammenhæng kan findes. Her er der tale om, at plantagerne ikke kun består af nåletræsbevoksning, men også er bestående af løvtræer og bjergfyr. Da løvtræer i dette projekt ikke er blevet vurderet til helt at udelukke klitnaturen, er disse områder derfor blevet gule på figur 7.1. Mosaikken mellem de mørkerøde og gule områder bevidner om, at der ikke er tale om plantage udelukkende bestående af nåletræer. Det vil her ikke umiddelbart kunne forventes at klitnaturen kan bryde gennem disse barrierer, hvorfor det kan overvejes om det er realistisk at områderne ikke også her betegnes som barrierer.

Foruden løvtræer, svarer flere af de gule områder også til marker med græs. Hvis der ses på de gule områder, beliggende side om side med grønne områder, udgør både græsmarker og løvskov derfor ikke en decideret barriere, hvorfor der her vil kunne findes en nogenlunde sammenhæng. Hvis der opstilles et scenarie om, at der ønskes at beholde og bevare de nuværende nåletræsplantager, er det derfor de gule områder, der bliver de mest interessante i et fremtidigt forvaltningsperspektiv, idet det er på disse områder, hvor der vil være mulighed for at skabe større sammenhæng for fremtiden.

Score	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
100	22,69	9,3
]100-80]	62,37	25,4
]80-60]	33,12	13,5
]60-40]	21,26	8,7
]40-20]	0,08	0,03
]20-0[	0	0
0	83,20	33,9

Tabel 7.1. *Oversigt over arealandele og procentvise arealandele af de forskellige scoreintervaller, når MESK køres med alle fire faktorer, som ses på figur 7.1.*

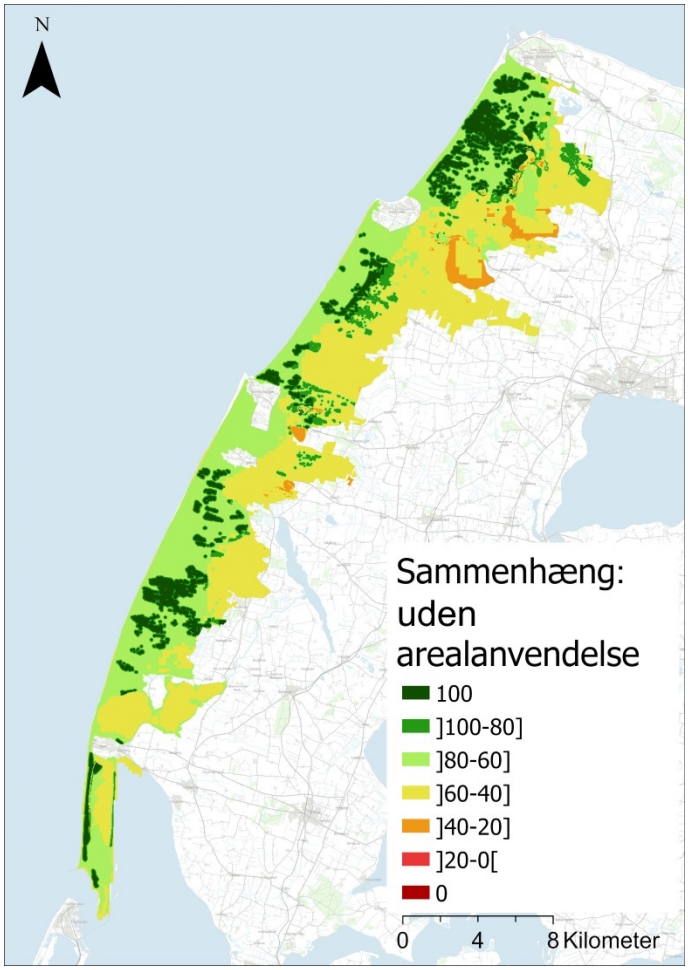
På figur 7.1 findes også mosaikker af både røde, gule og grønne områder. Der kan således også findes grønne områder beliggende mellem røde områder, hvorfor der på disse områder også vil kunne findes god sammenhæng, men hvor flere af disse ikke er forbundet med de resterende grønne områder. Udpegningen af de mere isolerede grønne områder, vil derfor kunne være interessante områder at arbejde med i forsøget på at forbinde dem med de omkringliggende områder og derved skabe endnu større sammenhængende områder.

7.2 Resultater af MESK anvendt med kun tre faktorer

For at undersøge, hvilken indflydelse faktorerne har hver især, ekskluderes de nu enkeltvis efter den rangering de har fået gennem både kapitel 4 og kapitel 6. Dette vil betyde, at de eksluderede faktorers vægtning fordeles mellem de resterende faktorer. De steder, hvor vægtningen ikke kan fordeles lige imellem de resterende faktorer tildeles det overskydende til den højstrangerende faktor. Derfor undersøges først, hvad der sker med sammenhængen i klitnaturen, når arealanvendelsen ekskluderes, herefter undersøges effekten af at fjerne henholdsvis jordtype, nærhed til klitlavninger og middelvindhastigheden enkeltvis.

7.2.1 MESK - Jordtype, nærhed til klitlavninger og middelvindhastighed

Køres MESK uden at tage højde for arealanvendelsen, den højest vægtede faktor, undersøges hvilke områder, som har god sammenhæng i klitnaturen, udelukkende baseret på jordtype, nærhed til klitlavninger og middelvindhastigheden. Arealanvendelsens vægtning på 50 % fordeles ud på de resterende faktorer. Således får jordtype en vægtning på 42 %, nærhed til klitlavninger får nu en vægtning på 32 % og middelvindhastigheden får nu en vægtning på 26 %. På figur 7.8 ses resultatet af denne fordeling.



Figur 7.2. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor arealanvendelse som faktor ikke er inkluderet. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur. Et større kort kan ses i appendiks C.2*

Når det kun er jordtype, nærhed til klitlavninger og middelvindhastigheden, som inkluderes, ses det, at kortet bliver mere opdelt i de gode forhold mod vest og de mindre gode forhold mod øst. Idet samtlige af de definerede barrierer forekommer i arealanvendelseslaget, ses der ved udelukkelse af denne faktor, en større andel af de grønne arealer, og en mindre andel orange og røde arealer. Den procentvise andel af disse kan ses på tabel 7.2.

Score	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
100	25,22	10,3
]100-80]	21,34	8,7
]80-60]	83,88	34,2
]60-40]	100,19	40,9
]40-20]	5,76	2,3
]20-0[	0	0
0	0	0

Tabel 7.2. *Oversigt over arealandele og procentvise arealandele af de forskellige scoreintervaller, når MESK køres uden arealanvendelse, som ses på figur 7.2.*

Når arealanvendelseslaget fjernes er det i højere grad nærhed til klitlavningerne samt middelvindhastigheden, som giver den største variation i kortet, hvilket særligt ses ved opdelingen af nationalparken i mørkegrønne områder i den nordligste del af nationalparken, som er områder med nærhed til klitlavninger og gule områder i den østligste del, med ugunstige vindforhold. Dette ses også af, at det nordlige område omkring Hanstholm Vildreservat på figur 7.2 har stor lighed med det nordlige område omkring Hanstholm Vildtreservat på det samlede sammenhængskort på figur 7.1.

Når der sammenlignes med kortet over fordelingen af middelvindhastighed på figur 4.14 fra kapitel 4 og den efterfølgende klassificering på figur 6.9 fra kapitel 6, ses opdelingen imellem de områder, hvor der er gunstige middelvindhastigheder, som fremgår lysegrønne på figur 7.2, og de områder, hvor der er mindre gunstige middelvindhastighed, som fremgår gule.

Når der sammenlignes med kortet over jordbunden på figur 2.2 fra kapitel 2 ses også flere ligheder, som primært opstår som orange områder på figur 7.2, når områderne kombineres med ugunstige middelvindhastigheder og stor afstand til nærmeste klitlavning. Dette ses særligt ved de nordlige søer, hvor omridset af søerne farves orange af kombinationen.

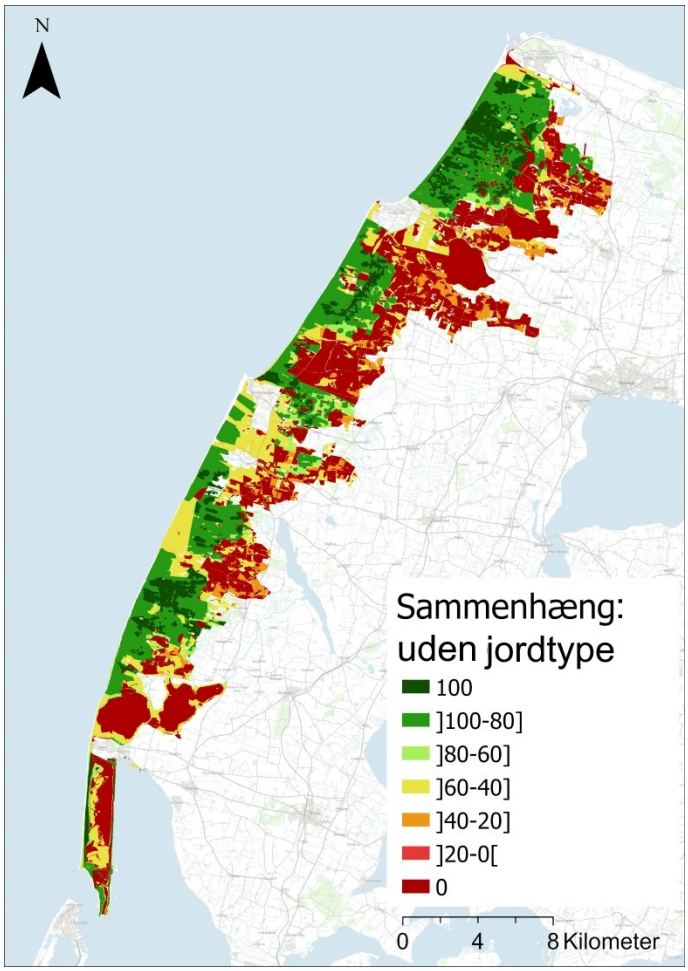
Kombinationen af de tre faktorer betyder, at områderne i den østlige del af nationalparken, som i forvejen ligger længst væk fra klitlavningerne i den vestlige del af nationalparken, får en lavere score, idet områderne også er lokaliseret steder hvor der ses en lavere middelvindhastighed. Herudover er der mere forskellighed i jordbunden i den østlige del af nationalparken. Nærhed til klitlavninger kan især findes i den vestlige del af nationalparken.

Her findes desuden optimale middelvindhastigheder og jordtyper, som alle er optimale for de opsatte kriterier for klitnaturen.

At der på figur 7.2 er en høj andel af de scoreintervaller, som ligger i midten af spektret, bekræftes yderligere af tabel 7.2, hvor det ses, at 40,9 % af nationalparkens areal ligger i den gule kategori og 34,2 % af arealet ligger i den lysegrønne kategori. De resterende fem kategorier udgør tilsammen lige over en femtedel med 21,3 % af nationalparkens areal, hvilket understreger, at denne kombination af faktorer primært befinder sig i de midterste kategorier.

7.2.2 MESK - Arealanvendelse, nærhed til klitlavninger og middelvindhastighed

Anvendes MESK ved eksklusion af indvirkning fra jordtypen, tages højde for faktorerne arealanvendelse, nærhed til klitlavninger og middelvindhastighed. Dette vil betyde, at jordtypens vægtning på 25 % fordeles ud på de resterende faktorer. Således får arealanvendelsen en vægtning på 59 %, nærhed til klitlavninger får en vægtning på 23 % og vindhastigheden får nu en vægtning på 18 %. På figur 7.3 ses resultatet af dette.



Figur 7.3. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor jordtype som faktor ikke er inkluderet. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur. Et større kort kan ses i appendiks C.2.*

Hvis jordtypen ikke medtages i modellen kan det ses på figur 7.3, at flere områder får tildelt andre farver og dermed ændres i deres grad af sammenhæng. Her er der først og fremmest tale om flere områder, der før var lysegrønne, som nu bliver gule. Dette er gældende over hele nationalparken.

Disse områder er generelt dækket af andre naturtyper end klitnaturen, hvorfor de i første omgang på figur 7.1 blev lysegrønne. Idet der ikke længere tages højde for jordtype, der på disse områder ellers vil have en positiv indvirkning, idet størstedelen af nationalparken er dækket af grovsand og dermed en gunstig jordtype, vil fjernelsen af denne dermed resultere i, at områder der lå på grænsen til at blive lysegrønne nu derfor bliver gule.

Yderligere har fjernelsen af jordtypen det resultat, at områder med løvtræ og græsmarker, som ellers optrådte på figur 7.1 som gule, nu har fået farven orange hvilket betyder, at der her nu kun kan findes nogen grad af sammenhæng. Dette giver et mere realistisk billede, at områderne nu er orange, da det vurderes, at små områder med løvtræer eller græsmarker placeret midt inde mellem nåletræsbevoksning, ikke vil bidrage til en større sammenhæng af klitnaturen i første omgang, som beskrevet tidligere. At de nu er orange i stedet for gule afspejler derfor denne forventning.

På tabel 7.3 kan ses en samlet oversigt over, hvor stor en arealandel, samt hvor mange procenter de forskellige scoreintervaller udgør, når kun de tre faktorer anvendes i MESK. Her ses, at de største forskelle ligger mellem de lysegrønne, gule og orange områder, når der sammenlignes med tabel 7.1 for den samlede model. Dette betyder, at de største ændringer er ved de områder, der har ligget lige på vippepunktet for at blive enten gule eller lysegrønne. De lysegrønne områder, og derfor scoreintervallet på]80-60], er faldet med omkring 10 procentpoint. Disse områder må derfor nu være gule eller orange, da disse er gået fra henholdsvis 8,7 % til 15,5 % og 0,03 % til 4,6 %.

Score	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
100	22,95	9,4
]100-80]	57,35	23,4
]80-60]	9,60	3,9
]60-40]	38,36	15,6
]40-20]	11,32	4,6
]20-0[	0	0
0	83,22	33,9

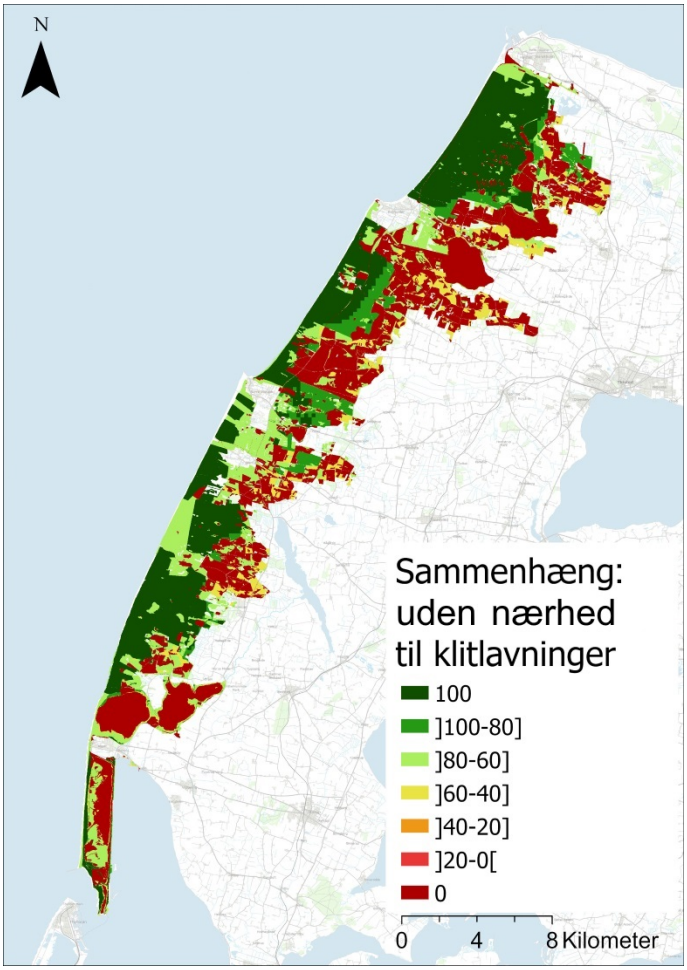
Tabel 7.3. *Oversigt over arealandele og procentvise arealandele af de forskellige scoreintervaller, når MESK køres uden jordtype, som ses på figur 7.3.*

Samlet set er jordtypen derfor med til at gøre hele Nationalpark Thys sammenhængsgrad bedre, da der som nævnt kan findes de sandede forhold, som klitnaturen afhænger af på størstedelen af arealet, hvilket har været medvirkende til, at klitnaturen forekommer her

i første omgang. Ved at fjerne denne faktor, som for Nationalpark Thys tilfælde næsten universielt har en positiv effekt på graden af sammenhæng, da 79 % af nationalparkens areal dækkes af enten finsandet eller grovsandet jord, vil en stor del af de områder, der scorer middelmådigt i de øvrige faktorer, nu scorer endnu lavere, eftersom jordtypen ikke længere trækker op.

7.2.3 MESK - Arealanvendelse, jordtype og middelvindhastighed

Ekskluderes den tredjevigtigste faktor, nærhed til klitlavninger, fra MESK, kan det undersøges hvordan graden af sammenhæng i klitnaturen ser ud, når der kun tages højde for arealanvendelsen, jordtypen og middelvindhastigheden. Dette vil således også betyde, at nærhed til klitlavningernes vægtning på 15 % fordeles ud på de resterende faktorer. Arealanvendelsen får derfor en vægtning på 55 %, jordtypen får nu en vægtning på 30 % og vindhastighed får en vægtning på 15 %. På figur 7.4 ses resultatet af dette.



Figur 7.4. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor nærhed til klitlavninger som faktor ikke er inkluderet. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur. Et større kort kan ses i appendiks C.2.*

På dette kort ses der tydeligt ændringer fra det samlede kort på figur 7.1. Nu kan der findes større mørkegrønne områder de steder, hvor der før var sporadiske mørkegrønne

pletter, som derfor indikerede nærhed til klitlavninger. Idet store dele af laget med afstand til klitnatur gives en score på 30, der i de fleste tilfælde vil trække ned, vil eksklusionen af laget som faktor resultere i flere områder med høj score. Her er der tale om eksisterende klitnatur, som derfor kommer til at fremstå som de store mørkegrønne områder på figur 7.4, der kan findes stort set langs hele den vestlige del af nationalparken. Hvor en stor del af disse førhen lå længere end 100 m fra klitlavningerne og derfor blev trukket ned i deres score, er dette derfor ikke længere tilfældet.

Dette kommer desuden også til udtryk i tabel 7.4, hvor hele 28,5 % af arealet scorer 100, hvor der på figur 7.1 var tale om 9,3 %. Yderligere udgøres 16,4 % af arealet nu af områder i scoreintervallet]80-60], hvor dette på det samlede kort var 13,5 %. Der er derfor nu 51,5 % af outputtet, der er områder med scorer over 60 og derfor områder, der i forskellig grad har god sammenhæng, hvor dette før var 48,2 %. Det har derfor ikke påvirket mængden af områder i de grønne nuancer synderligt meget, men har forbedret de områder, der allerede var grønne.

Dog er der i kortlægningen af klitlavninger fundet halvt så mange områder med klitlavning, som der ellers burde være end der er angivet på kortet over 2190 naturtypen på figur 3.3c på side 26.

Idet der kun forekommer klitlavninger på områder, hvor der i forvejen forekommer klitnatur, er det kun en begrænset mængde af de øvrige arealanvendelser, der vil blive påvirket positivt af laget med nærhed til klitlavninger, og derfor vil eksklusionen af dette lag hovedsageligt bevirke en stigning i graden af sammenhæng i nationalparken.

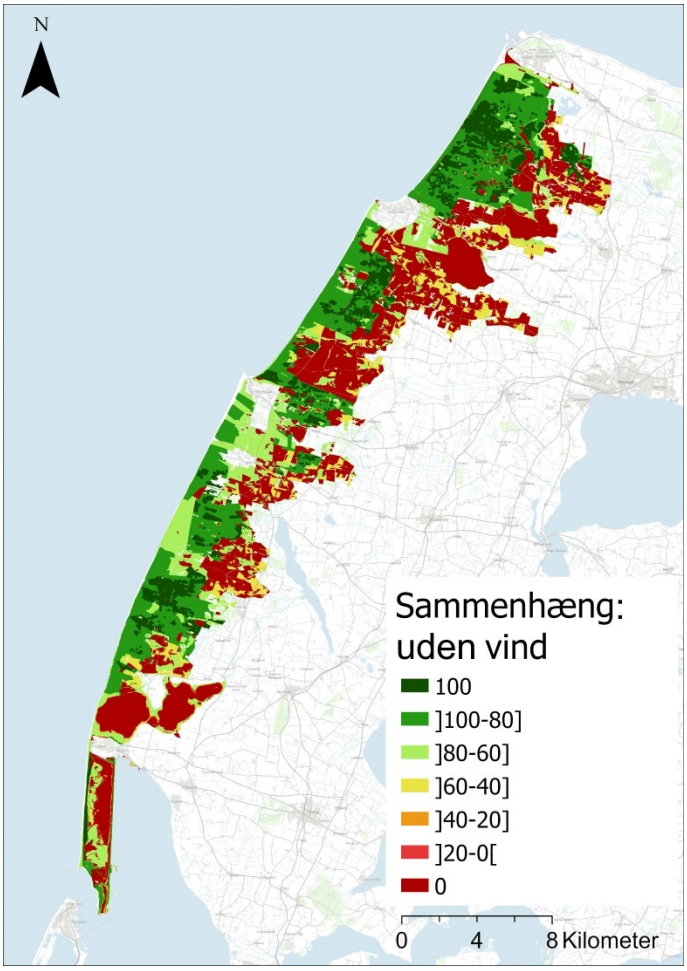
Ses der på procenterne af de mørkegrønne områder ved fjernelsen af jordtypen og nærhed til klitlavninger imellem kan det ses, at nærhed til klitlavninger sætter den største begrænsning i forhold til den højeste grad af sammenhængende klitnatur. Dette kommer til udtryk ved procentandelen af de mørkegrønne områder og dermed en score på 100. Hvor ekskluderingen af jordtype gav 9,4 % grønne områder, giver ekskluderingen af nærhed til klitlavninger nu 28,5 % mørkegrønne områder.

Score	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
100	69,92	28,5
]100-80]	15,59	6,4
]80-60]	40,09	16,4
]60-40]	13,82	5,6
]40-20]	0,10	0,04
]20-0[	0	0
0	83,19	33,9

Tabel 7.4. *Oversigt over arealandele og procentvise arealandele af de forskellige scoreintervaller, når MESK køres uden nærhed til klitlavninger, som ses på figur 7.4.*

7.2.4 MESK - Arealanvendelse, jordtype og nærhed til klitlavninger

Hvis den fjerdevigtigste faktor, middelvindhastigheden, fjernes som faktor i MESK, kan det undersøges hvorledes de øvrige faktorer, arealanvendelse, jordtype og nærhed til klitlavninger, påvirker graden af sammenhæng i klitnaturen. Dette vil således også betyde, at middelvindhastighedens vægtning på 10 % skal fordeles ud på de resterende faktorer. Således får arealanvendelsen en vægtning på 54 %, jordtype får nu en vægtning på 28 % og nærhed til klitlavninger får en vægtning på 18 %. På figur 7.5 resultatet af dette.



Figur 7.5. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor vindhastighed som faktor ikke er inkluderet. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur. Et større kort kan ses i appendiks C.2.*

Eftersom middelvindhastigheden i MESK er blevet tildelt den laveste vægtning, forventes ekskluderingen af den som faktor ikke at have en stor indvirkning på resultatet. Yderligere er vinden kun opdelt i to klasser, der har fået en score på henholdsvis 100 og 30. Hvor vindhastigheden er mindre end den optimale vindhastighed lægges derfor kun 3 point til. Ved de områder med optimal vind lægges 10 point til. Dog ses visse ændringer på kortet, hvor mindre områder, der før var lysegrønne og derfor områder med god sammenhæng, nu bliver markeret som gule og derfor områder med nogenlunde sammenhæng, og omvendt.

Foruden bjergfyr, findes der grovsand på stort set hele nationalparken, samt en nærhed til klitlavninger på over 100 m og hvor middelvindhastigheden er under 6,25 m/s.

Når vindhastigheden derfor fjernes fra ligningen, kommer regnestykket nu til at hedde $(50 \cdot 0,54) + (30 \cdot 0,18) + (100 \cdot 0,28) = 60,4 \approx 60$, hvormed området nu markeres med lysegrønt.

Således ændres resultatet fra figur 7.1 sig til figur 7.5, hvis middelvindhastigheden som faktor fjernes. Samlet set har det ikke den store indvirkning i forhold til resultatet, dog kan findes flere mindre områder, hvor middelvindhastigheden har betydning for, om de bliver gule eller lysegrønne, alt efter om middelvindhastigheden i området er gunstige eller ikke i forhold til sammenhængende klitnatur.

Nedenfor på tabel 7.5 kan ses en oversigt over, hvor mange procent de forskellige farver udgør. Sammenlignes denne tabel med tabel 7.1 kan det herved ses, at de mørkegrønne, hvis arealandel før udgjorde 9,3 %, nu udgør 11,9 %.

Score	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
100	29,18	11,9
]100-80]	56,02	22,8
]80-60]	37,48	15,3
]60-40]	16,18	6,6
]40-20]	0,79	0,3
]20-0[	0	0
0	83,19	33,9

Tabel 7.5. *Oversigt over arealandele og procentvise arealandele af de forskellige scoreintervaller, når MESK køres uden middelvindhastigheden, som ses på figur 7.5.*

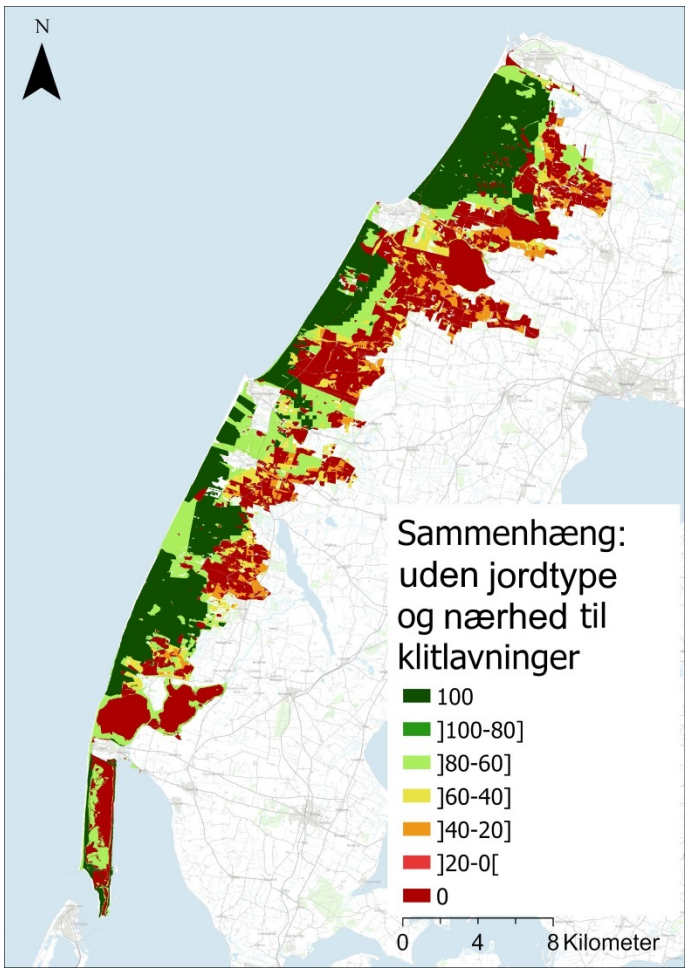
7.3 Resultater af MESK anvendt med kun to faktorer

Efter at have anvendt modellen med tre ud af de fire faktorer, vil der nu undersøges, hvordan resultatet påvirkes, hvis MESK anvendes med kun to faktorer. Da to faktorer nu fjernes betyder dette også, at de faktorer, der bibeholdes i modellen, derfor også får en større vægtning. Disse kort vil løbende blive sammenlignet med figur 7.1, der indeholder alle fire faktorer og derfor de oprindelige scorer og vægtninger.

7.3.1 MESK - Middelvindhastighed og arealanvendelse

Ved udelukkelse af faktorerne jordtype og nærhed til klitlavninger fra MESK, kan det undersøges hvad estimatet for sammenhængen i klitnaturen bliver, når der kun tages højde for de resterende to faktorer. Dette vil således også betyde, at de udelukkede faktores vægtning på 40 % fordeles ud på de resterende faktorer. Således får arealanvendelsen en

vægtning på 70 %, vindhastigheden får nu en vægtning på 30 %. På figur 7.6 ses resultatet af dette.



Figur 7.6. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor jordtype og nærhed til klitlavninger som faktorer ikke er inkluderet. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur. Et større kort kan ses i appendiks C.3.*

På figur 7.6 vises dermed den sammenhængende klitnatur, hvis der kun indgår faktorerne middelvindhastigheden og arealanvendelse. Idet disse to faktorer nu tildeles ekstra vægtning, får middelvindhastigheden først og fremmest en større indflydelse på kortlægningen. På det samlede kort udgjorde pointforskellen mellem optimale og ikke-optimale middelvindhastigheder 7 point, hvorimod den på dette kort udgør 21 point, hvilket svarer til spændet i et helt scoreinterval, hvormed middelvindhastigheden nu har væsentlig mere indflydelse. Dette kommer til udtryk ved den skillelinje, der kan findes mellem de gunstige og ikke gunstige middelvindhastigheder. Derfor ses nu på figur 7.6 flere steder, hvor denne skillelinje kommer til udtryk som skellet mellem de mørkegrønne og lysegrønne områder.

På figur 7.1 var nærhed til klitlavningerne især var styrende for, hvilken grad af sammenhæng, der kunne findes. Ved at udelukke jordtype og nærhed til klitlavninger er det nu i stedet middelvindhastighed samt klitnatur i arealanvendelsen, da disse er de to tilstedeværende faktorer.

Nu findes der kun god sammenhæng, på de områder med klitnatur, hvor vinden ikke er optimal. Da der stort set også kun er ugunstige middelvindhastigheder, hvor der i forvejen ligger marker, løv og bjergfyr bliver disse områder nu orange, da jordtypen i disse områder ikke længere kan trække den samlede score op.

Sammenlignes tabel 7.6 med tabel 7.1 fra det samlede kort, ses det at der er sket en forøgelse af de mørkegrønne områder fra 9,3 % til nu at være 28,8 %. Også de lysegrønne områder er blevet forøget, hvor de før udgjorde 13,5 % og nu udgør 16,5 %. Disse er derfor blevet ændret fra de tidligere mellemgrønne områder, hvor disse før udgjorde den største procentandel af de grønne områder på 25,4 % og nu udgør 0,03 %. Desuden ses det på tabel 7.6, at der nu også kan findes orange områder med en procentandel på 4,7 %, hvor disse før ikke optrådte.

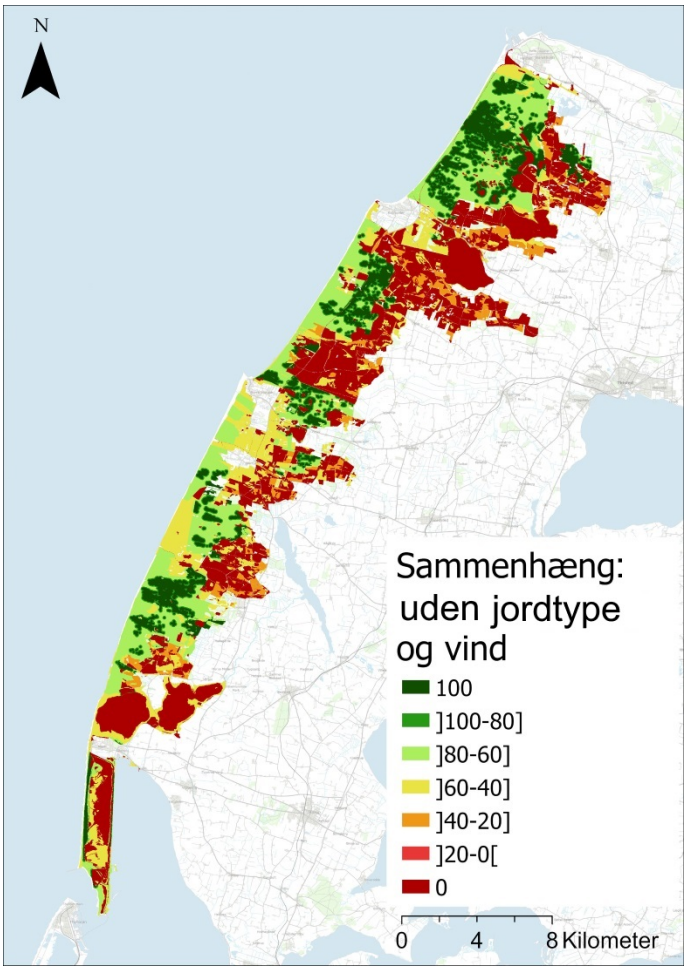
I alt er der dermed ikke kommet flere grønne områder til, ved at lade vinden være den eneste faktor foruden arealanvendelsen. Dette er også forventeligt, idet der ved at fjerne særligt jordtypen, fjernes den positive effekt denne har på stort set hele nationalparken. Ved dermed at fjerne jordtypen og lade vinden være den styrende faktor sammen med arealanvendelsen resulterer dette i, at en del af de grønne arealer nu er blevet orange. Hvor fordelingen mellem de grønne farver på det samlede kort var 48,2 %, er de nu 45,3 %.

Score	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
100	70,61	28,8
]100-80]	0,06	0,03
]80-60]	40,52	16,5
]60-40]	16,81	6,9
]40-20]	11,59	4,7
]20-0[	0	0
0	83,22	33,9

Tabel 7.6. *Oversigt over arealandele og procentvise arealandele af de forskellige scoreintervaller, når MESK køres uden jordtype og nærhed til klitlavninger, som ses på figur 7.6.*

7.3.2 MESK - Nærhed til klitlavninger og arealanvendelse

Udelades faktorerne nærhed til klitlavninger og arealanvendelse fra MESK, kan det undersøges hvordan graden af sammenhæng i klitnaturen påvirkes, når den kun baseres på de øvrige to faktorer. Dette vil også betyde, at de ekskluderede faktorers vægtning på tilsammen 35 % fordeles ud på de resterende faktorer. Således får arealanvendelsen en vægtning på 68 % og nærhed til klitlavninger får en vægtning på 32 %. Resultatet af dette kan ses på figur 7.7.



Figur 7.7. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor middelvindhastighed og jordtype som faktorer ikke er inkluderet. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur. Et større kort kan ses i appendiks C.3.*

Ved at fjerne jordtype og middelvindhastigheden er der nu flere point at gå glip af for mange af nationalparkens områder, hvis disse områder derfor ikke ligger inden for de gunstige 50-100 m nærhed til klitlavninger. Dette resulterer på figur 7.7 i, at de områder, der før var mellemgrønne nu er lysegrønne.

Ændringen skyldes, at der ikke længere er de optimale jordforhold og middelvindhastigheder medtaget her, som blev set ved tidligere kortlægninger i de vestlige områder af nationalparken. Idet det nu, foruden arealanvendelsen, kun er nærhed til klitlavningerne, der får indflydelse på områdernes scorer, er der derfor tale om mange områder, der ikke scorer særligt højt, da de fleste af de estimerede klitlavninger kan findes i den vestlige del af nationalparken.

Da vægtningen nu er på hele 32 % for nærhed klitlavningerne svarer dette til, at områder med arealanvendelse, som ligger indenfor 50 m nærhed til klitlavningerne derfor tildeles 32 point, hvor dette før var 15 point på figur 7.1. Omvendt er tilfældet for områder, der ligger længere væk end 100 m fra klitlavningerne, hvor disse kun tildeles 10 point da $30 \cdot 0,32 = 9,6 \approx 10$. Hvis arealanvendelsen ligger over 100 m væk fra klitlavinngerne, vil disse områder derfor ikke kunne score højere end 78 og dermed blive lysegrønne. Der

kan altså findes en forskel i point på hele 22, hvilket især ses på områder med klitnatur, og pointforskellen er derfor blevet næsten fordoblet mellem de områder, der ligger tæt og langt fra klitæavningerne. Desuden får klitlavningerne nu yderligere højere scoring, hvor de nu får en vægtning på 68, når de andre faktorer ekskluderes.

De områder, der ligger længest væk fra klitlavningerne, bliver derfor også trukket ned i deres score alt efter, hvilken arealanvendelse der også kan findes i området. På disse områder optræder der i forvejen heller ikke de gunstige vind- eller jordtypeforhold, der ellers ville have øget områdernes samlede score. Derfor bliver områderne, der enten før var lysegrønne nu gule, og områderne der før var gule bliver nu orange. Dette vil sige, at områder med løvtræer nu er orange, hvormed disse områder før har haft en score på omkring de 50 og dermed nu kommer til at ligge under en score på 37, hvilket gør områderne orange.

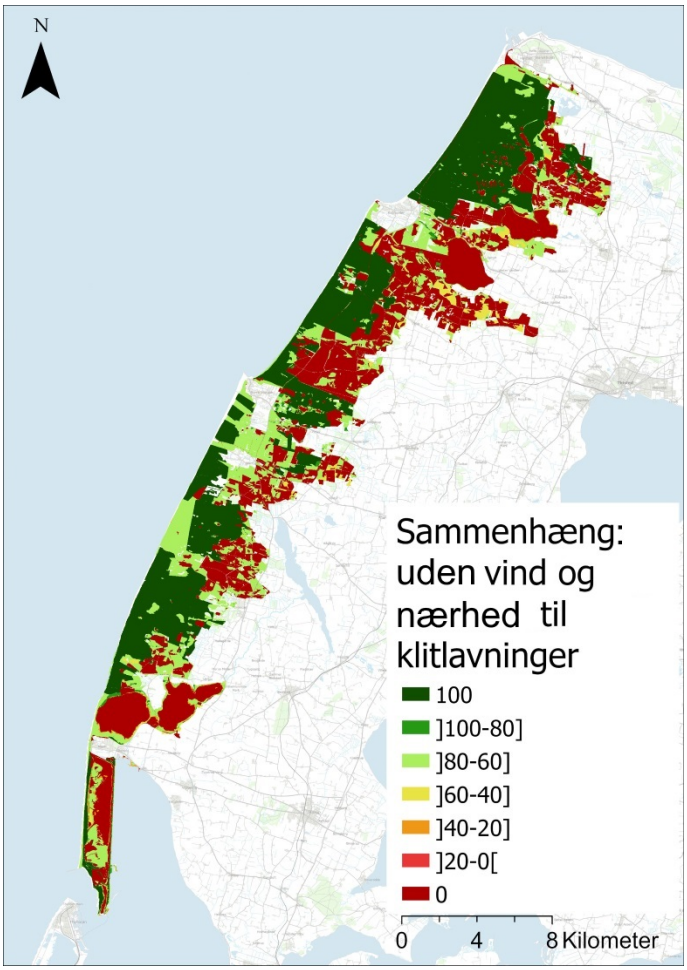
Sammenholdes dette resultat derfor med det samlede kort, som ses på figur 7.1, kan der nu samlet set findes flere områder i alt med en score på 100 og dermed de mørkegrønne områder. Et eksempel på et område, der nu optræder mørkegrønt, hvor dette før var mellemgrønt er et større område helt nordøst i nationalparken. Her kan findes klitlavninger i området, men hvor middelvindhastigheden før trak områdets score ned og farvede området mellemgrønt på figur 7.1 , er det derfor nu mørkegrønt på figur 7.7. Der er derfor nu 12,2 % af nationalparkens areal med høj sammenhæng, som det kan ses i tabel 7.7, hvor dette før var 9,3 %.

Score	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
100	29,86	12,2
]100-80]	12,63	5,1
]80-60]	47,63	19,4
]60-40]	35,60	14,5
]40-20]	14,01	5,7
]20-0[	0	0
0	83,22	33,9

Tabel 7.7. *Oversigt over arealandele og procentvise arealandele af de forskellige scoreintervaller, når MESK køres uden jordtype og middelvindhastighed, som ses på figur 7.7.*

7.3.3 MESK - Jordtype og arealanvendelse

Anvendes MESK kun baseret på faktorerne jordtype og arealanvendelse, kan det undersøges hvordan disse indvirker på graden af sammenhæng i klitnaturen, når der ikke tages højde for middelvindhastigheden og nærheden til klitlavninger. Dette vil således også betyde, at nærhed til klitlavninger og middelvindhastighedens samlede vægtning på 25 % fordeles ud på de to inkluderede faktorer. Således får arealanvendelsen en vægtning på 63 % og jordtypen får nu en vægtning på 37 %. Resultatet af dette fremgår af figur 7.8.



Figur 7.8. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor vindhastighed og nærhed til klitlavninger som faktorer ikke er inkluderet. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur. Et større kort kan ses i appendiks C.3.*

Når hverken nærhed til klitlavninger eller middelvindhastigheden kan trække scoren op eller ned ses det, at dette blandt andet indflydelse på de områder, hvor disse ekskluderede faktorer ellers trak scoren ned, i de områder der før lå spredt som gule mellem de røde områder.

Den østlige del er generelt dårligt stillet hvad angår middelvindhastighed og nærhed til klitlavninger. Da det nu er jordtypen, der er den styrende faktor, får dens generelt positive indflydelse derfor disse områder til at stige i deres score, hvormed områderne nu bliver lysegrønne. Dog kan der findes større variation i jordtypen i den østlige side, hvorfor det allerøstligste område i nationalparken, hvor der kan findes lerblandet sandjord, derfor stadig markeres som gule områder.

Hvor scoren tidligere blev trukket ned for de områder, der ligger med stor afstand til klitlavningerne, scorer stort set alle disse områder nu 100 og bliver dermed mørkegrønne på figur 7.8. Der er derfor sket en stigning i områder, der scorer 100 på omkring 25 procentpoint, når der sammenlignes med det samlede sammenhængskort. Samlet udgør alle de grønne områder tilsammen nu også 54,5 % af nationalparkens areal, hvilket kan ses

af tabel 7.8. Som det ses af tabellen udgør de grønne arealer med scorer over 60 point altså langt størstedelen af arealet, når der ses bort fra de områder, som scorer 0 point.

Score	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
100	84,40	34,4
]100-80]	1,81	0,7
]80-60]	47,46	19,4
]60-40]	4,85	2,0
]40-20]	1,13	0,5
]20-0[	0	0
0	83,19	33,9

Tabel 7.8. *Oversigt over arealandele og procentvise arealandele af de forskellige scoreintervaller, når MESK køres uden middelvindhastighed og nærhed til klitlavninger, som ses på figur 7.8.*

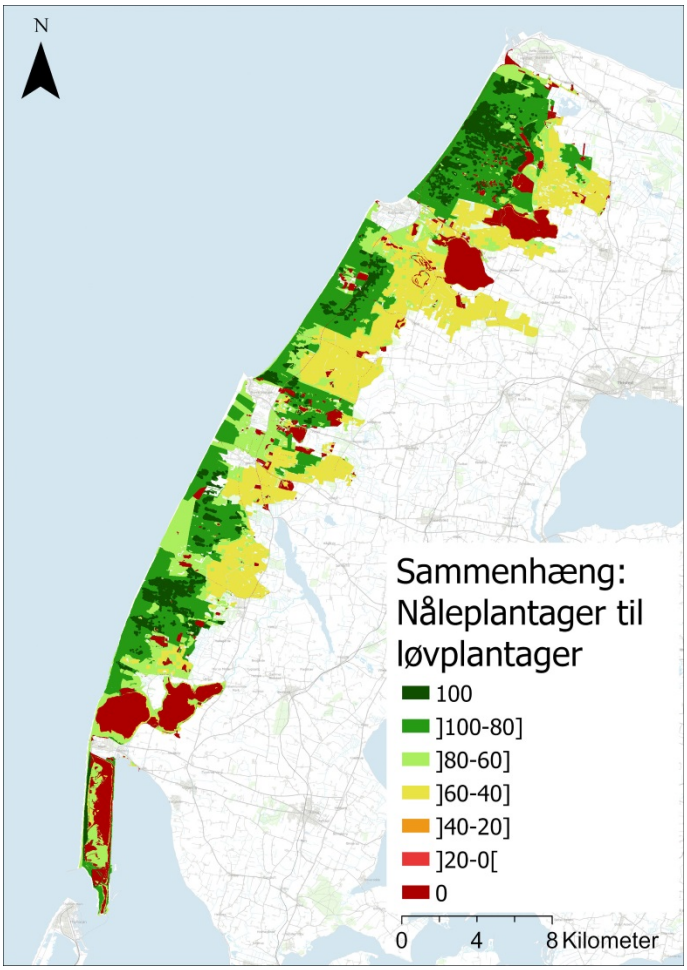
7.4 MESK anvendt på potentielle fremtidige forvaltningsscenarier

I det følgende opstilles en række scenarier for tiltag og ønsker i forbindelse med den fremtidige forvaltning i Nationalpark Thy. Hertil vil det derfor være ændringer i arealanvendelsen, der nu undersøges. Først ønskes at undersøge, hvad ifølge MESK vil være resultatet af, at der i forvaltningen udskiftes alt bevoksning af nåletræ med løvskov.

Herefter undersøges MESK's resultatet af, hvis der i forvaltning af landbrugsområder tages et valg om, at marker i drift omlægges til græsmarker. Herudover undersøges resultatet af MESK, hvis man inden for forvaltningen af både landbrugsområder og skov, nu vælger at omlægge disse til klitnatur i stedet.

7.4.1 Omlægning af nåletræsplantager til løvtræ, med henblik på genindførsel af hjemmehørende arter

I kapitel 1 blev det beskrevet, hvordan forvaltningen i Nationalpark Thy forsøger sig med at udskifte de eksisterende skovplantager med mere hjemmehørende arter. Da en overvejende del af arealerne med nåletræer i Nationalpark Thy består for nuværende af ikke-hjemmehørende arter, vil modellen nu kørers, hvor nåletræsbevoksninger udskiftes med løvtræer. Resultatet af dette kan ses nedenfor på figur 7.9.



Figur 7.9. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor nåleplantager antages at være løvplantager. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur. Et større kort kan ses i appendiks C.4.*

Udskiftes nåletræsplantagerne med løvtræer kan det ses, at områderne nu er markeret som gule, hvor de før var røde på figur 7.1. Herved vil der ikke optræde store områder med barrierer, der helt udelukker klitnaturen, men i stedet være større områder, med nogenlunde sammenhæng. Denne ændring ses også når tabel 7.9 for scenariet sammenlignes med tabel 7.1 for den samlede model, hvor det ses, at den gule kategori, som dækker scoreintervallet [40-60[stiger med 16,8 procentpoint, imens de øvrige kategorier er forholdsvist konstante, med undtagelse af scoreintervallet på 0, hvor arealet for denne nu findes som en del af scoreintervallet [40-60[.

Dog forventes det ikke, at der nødvendigvis vil kunne findes klitnatur på disse områder, men områderne vil ikke virke nær så skyggefulde og bastante i landskabet. Der ses desuden ikke yderligere forandringer i forhold til klitnaturen, hvilket er forventeligt, når det kun er denne ene klasse, der udskiftes med en anden klasse.

En fejlkilde ved kortet er, at der syd for de to store søer i den nordlige del af nationalparken ligger et rekreativt område, som fremgår som en samling af mindre, røde områder, hvor der også er plantet nåletræer. Når nåletræerne omlægges til løvtræer udelukkes dette område ikke længere fra kortet, men området er udover at være beplantet også udlagt til rekreativt

område og kommer dermed til at fremgå som tilgængeligt areal på trods af, at dette ikke er tilfældet.

Score	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
100	22,69	9,3
]100-80]	62,37	25,4
]80-60]	40,53	16,5
]60-40]	62,49	25,5
]40-20]	0,08	0,03
]20-0[	0	0
0	34,55	14,1

Tabel 7.9. *Oversigt over arealandele og procentvise arealandele af de forskellige scoreintervaller, når MESK køres for scenariet, hvor nåletræsplantager omdannes til løvtræsplantager. Det tilhørende kort ses på figur 7.9.*

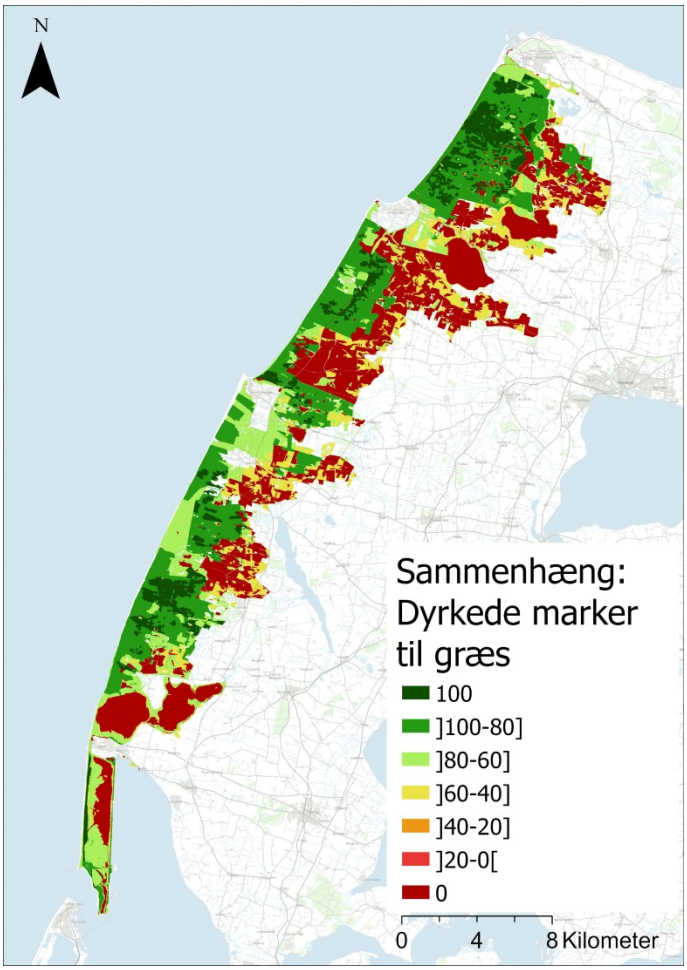
7.4.2 Omlægning af marker i drift til marker med permanent græs

Et at de tiltag der gøres for, at der i Nationalpark Thy med tiden kan komme mere sammenhængende klithede er, at flere marker nu omlægges til permanent græs. Herved fjernes de ugunstige forhold, der kan være på de næringsrige marker, hvor drift desuden helt forhindrer, at der opstår klitnatur på disse områder. Ved at omlægge områderne til græsmarker i stedet er intentionen, at succession til klitnatur med tiden skal finde sted på markerne.

På figur 7.10 ses det hvad graden af sammenhængen i klitnaturen estimeres at være, hvis alle marker i drift blev omlagt til græsmarker.

I første omgang ses der ikke de store ændringer fra figur 7.1, hvilket skyldes, at der i forvejen ikke forekommer særligt mange marker i drift i Nationalpark Thy. Dog vil der ved nærstudering af kortet kunne findes områder, der før var marker i drift og derfor udgjorde en barriere for klitnaturen, som nu optræder som gule, i kraft af deres omlægning til permanent græs. På tabel 7.10 er andelen af arealet, hvor der før ingen sammenhæng kunne findes nu på 30 %, hvor dette før var 33,9 %.

På trods af, at der ikke kan findes mange marker i Nationalpark Thy, er det dog ikke realistisk, at alle marker blot omlægges til græs, grundet de økonomiske interesser, der er forbundet med området. Dette ville derfor kræve, at lodsejerne er villige til at opgive deres drift. Desuden ville der formentlig gå noget tid, før markerne ville kunne overgå til klitnatur.



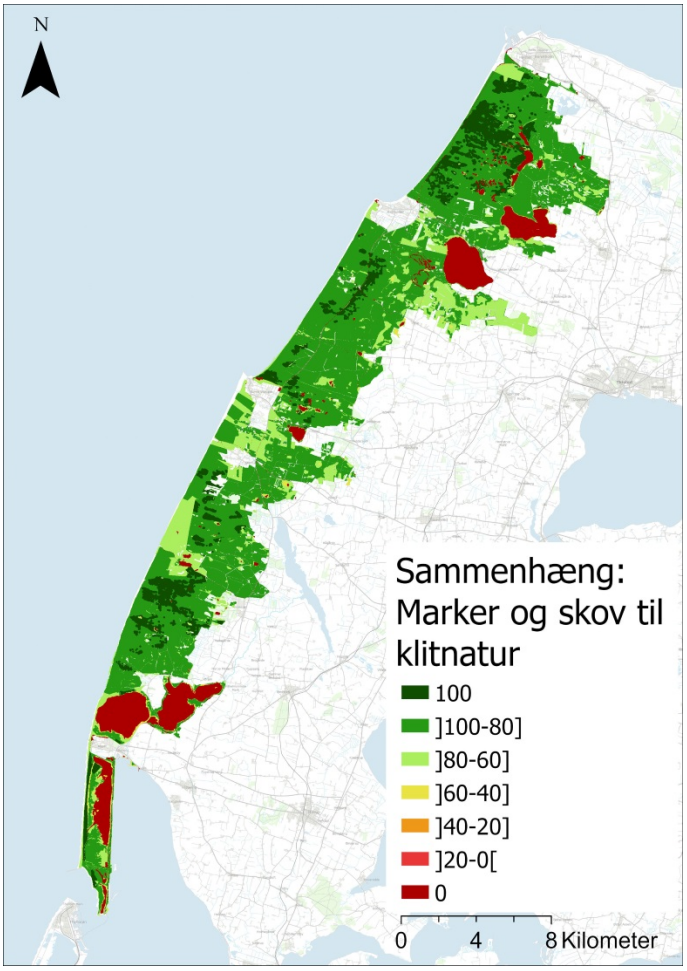
Figur 7.10. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor dyrkede marker antages at være permanent græs. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur. Et større kort kan ses i appendiks C.4.*

Score	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
100	22,69	9,3
]100-80]	62,37	25,4
]80-60]	38,49	15,7
]60-40]	25,53	10,4
]40-20]	0,099	0,04
]20-0[	0	0
0	73,53	30,0

Tabel 7.10. *Oversigt over arealandele og procentvise arealandele af de forskellige scoreintervaller, når MESK køres for scenariet, hvor marker i drift omdannes til græsmarker. Det tilhørende kort ses på figur 7.10.*

7.4.3 Omlægning af landbrug og plantager til klitnatur

I tilfældet af, at der ikke kan findes økonomiske interesser i Nationalpark Thy forbundet med landbrug og skovdrift, ville der ikke være nogle forhindringer for en fokuseret indsats for forbedringen af sammenhængen i klitnaturen. Derfor opstilles et scenarie, hvor alle marker i drift, samt al nåleskov og løvskov omlægges til klitnatur i stedet. På figur 7.11 kan ses resultatet af dette.



Figur 7.11. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor marker og skov antages at være omlagt til klitnatur. Som baggrundskort er anvendt Skærmkortet, tilvejebragt af Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur. Et større kort kan ses i appendiks C.4.*

På figur 7.11 kan der ses, at mange af områderne nu er mellemgrønne og derfor har fået tildelt en score i intervallet]100-80]. Dette betyder, at der kan findes høj grad af sammenhæng, men med det ugunstige forhold, at de ligger langt fra klitlavningerne. Denne afstand begrænser dog de nye områder med klitnatur i at blive mørkegrønne, da disse områder stadig ligger langt væk fra klitlavningerne. Da klitlavningernes placering er den samme, idet deres beliggenhed er den samme for alle kort, har dette derfor betydning for de nye områder med klitnatur.

På figur 7.11 ses desuden flere lysegrønne områder. Hvor det for flere af disse områder beliggende i den vestlige del af nationalparken handler om, at der forekommer ikke-

klitnatur, skyldes det i de østligste dele primært jordtypen og den generelt lavere middelvindhastighed. Her kan der findes et større område med grov lerblandet sandjord, som fik tildelt en score på 75, hvorfor dette trækker ned.

Hvis der skabes de optimale forudsætninger for klitnaturen, ved at fjerne skov og marker, kan der nu findes områder med højeste grad af sammenhæng på 9,8 %, hvor dette var 9,3 % for figur 7.1. Her er der derfor ikke den store forskel, hvilket skyldes forekomsten af klitlavningerne. Som det ses af tabel 7.11 kan de store ændringer derimod findes for de mellemgrønne områder, som før på det samlede kort kunne findes på 25,4 % af nationalparkens areal, men nu udgør 56 % af arealet, og derfor er mere end fordoblet i udbredelse. Dette svarer således til, hvad der før var en del af de røde områder, hvorfor disse før svarede til 33,9 % af kortet, svarer de derfor nu kun til 10,1 %.

På figur 7.11 ses derfor et eksempel på, hvis alle barrierer, på nær kommuneplanrammer, veje og stier samt større søer, fjernes. Det billede der her gives er dog ikke helt realistisk, især fordi det må forventes, at der ved at fjerne store områder med skov og marker også er mulighed for, at der opstår succession af andre naturtyper end klitnaturen, medmindre der ydes en intensiv indsats. Desuden vil der med tiden formodentligt også kunne opstå klitlavninger på disse nye områder, hvorfor dette vil komme til at forbedre sammenhængen i klitnaturen på de nye områder.

Det skal også pointeres, at det er urealistisk, at man i Nationalpark Thy vil fjerne al skov og marker på én gang, men at dette ville skulle foregå over en længere tidsperiode. Dette skyldes for det første, at der er økonomiske interesser forbundet med markerne og skovplantagerne, hvor blandt andet naturstyrelsen får indtægter gennem denne skovdrift [Pilgaard, 2022a]. Yderligere vil det heller ikke være fordelagtigt at fælde alle træer på én gang, idet dette ville frigive enorme næringspuljer til det omkringliggende miljø, hvilket ville udfordre klitnaturen [Pilgaard, 2022a].

Score	*Andel af areal (km^2)*	*Andel af areal (%)*
100	24,09	9,8
]100-80]	139,54	56,9
]80-60]	32,61	13,3
]60-40]	1,53	0,6
]40-20]	0,06	0,02
]20-0[	0	0
0	24,88	10,1

Tabel 7.11. *Oversigt over arealandele og procentvise arealandele af de forskellige scoreintervaller, når MESK køres for scenariet, hvor landbrug og plantager omdannes til klitnatur. Det tilhørende kort ses på figur 7.11.*

7.5 Opsamling

MESK er i dette kapitel først og fremmest blevet anvendt med dette projekts udvalgte fire faktorer og vægtningen af disse. Resultatet af dette er figur 7.1, der giver et nutidsbillede af klitnaturens grad af sammenhæng i Nationalpark Thy. Det vurderes, at MESK fandt et resultat, der afspejler den eksisterende viden, der er til klitnaturen i Nationalpark Thy. Områder med størst sammenhæng kunne således findes ved kysten med forekomst af nærhed til klitlavninger, samt sandjorder som jordtype, hvor de samlede grønne områder udgjorde 48,2 % af nationalparkens areal. Dog skal det pointeres, at de mørkegrønne områder formodentligt overestimeres, grundet den måde de lysåbne naturtyper er indtegnet på, hvor en del af arealet er klitnaturtyper, og resten er anden natur.

Barriererne kunne findes i den østlige del af nationalparken. Her kan nationalparkens nåletræsplantager blandt andet findes, hvorfor størstedelen af barriererne, der forekommer i Nationalpark Thy er nåletræsplantage. Barriererne til sammen udgjorde samlet 33,9 % af hele nationalparken.

Især ekskluderingen af nærhed til klitlavninger som faktor, resulterede i en større udbredelse af områder, som scorer den højest mulige grad af sammenhæng. Dette skyldes, at nærhed til klitlavninger stiller et yderligere krav til områder med klitnatur, så blot tilstedeværelsen af klitnatur, ikke er tilstrækkelig til at opnå den højeste mulige grad af sammenhæng. Nærhed til klitlavninger sætter således den største begrænsning i forhold til de mørkegrønne områder.

Selvom det er Nationalpark Thys intention at skabe mere sammenhængende klitnatur, er det ikke nødvendigvis målet, at hele kortet skal blive mørkegrønt, da der i forvaltningen af nationalparken ikke kun er interesse for klitnaturen, men der tages også hensyn til de øvrige naturtyper og arealanvendelser. Derfor er omlægningen af landbrug og plantager til klitnatur formentlig ikke et reelt ønske inden for forvaltningen, men i stedet et scenarie, der kan arbejdes med på mindre skala. Det er desuden også urealistisk at fjerne så store områder med skov på én gang, da dette yderligere vil udgøre en trussel for klitnaturen.

Dog er de forskellige anvendelser af MESK i dette kapitel med til at illustrere, at intentionen med modellen er, at der kan opstilles målsætninger for sammenhængen, og derefter køres forskellige scenarier for at undersøge, hvordan den givne målsætning bedst muligt opnås, samt hvilken effekt ændringer kan have.

8 Diskussion

I dette kapitel vil resultaterne af anvendelsen af MESK fra kapitel 7 diskuteres, med henblik på at vurdere, hvorvidt disse stemmer overens med den tilegnede systemforståelse. Først vil valget af faktorer samt tildeling af vægtning diskuteres i forhold til deres indflydelse på graden af sammenhængende klitnatur. Yderligere vil det diskuteres, hvordan de udvalgte faktorers klasser enten kan optræde som broer eller barrierer, samt hvilke valg der skal træffes i anvendelsen af MESK, hvis definitionen af sammenhængende natur udvides til også at inkludere hensyn til dyrelivet, hvilket nødvendiggør hensyn til indikatorarter i modellen.

Gennem analysen af resultaterne fra MESK, er det blevet fremhævet, at valget af faktorer, spiller en væsentlig rolle for det endelige estimat af graden af sammenhæng i klitnaturen. Faktoren, foruden arealanvendelsen, der har den største indflydelse på sammenhængen i klitnaturen er nærheden til klitlavninger. Denne faktor er i modellen blandt andet afgørende for, at al klitnatur ikke blot vurderes til at have den højeste grad af sammenhæng. Inddragelsen af nærhed til klitlavninger vurderes derfor at give et mere nuanceret indtryk af sammenhængen i klitnaturen, da den stiller højere krav til klitnaturen, idet den skal indgå i mosaik med klitlavninger, som er en artsrig klitnaturtype.

Arealanvendelsen var den faktor, der blev tildelt den største vægtning, på 50 %. Hvis det antages, at arealanvendelsen har den største indflydelse på graden af sammenhæng i klitnaturen, er dette ret belejligt, idet arealanvendelsen er den eneste faktor, ud af de resterende faktorer, der reelt vil kunne ændres på gennem forvaltningen. Det kan dog diskuteres, hvorvidt der igennem flere tiltag i forvaltningen også vil kunne oprettes klitlavninger.

Det vurderes desuden, at inddragelsen af mere systembaserede faktorer, såsom jordtype og middelvindhastigheden, også bidrager til et mere nuanceret billede af klitnaturen. Idet modellen i fremtiden gerne skulle kunne opdateres, blandt andet i forbindelse med nye forvaltningsprojekter, bidrager denne systemforståelse også til, at der kan udvælges områder, hvor der er størst succesrate forbundet med at skabe nye områder med klitnatur.

Faktorernes indbyrdes vægtning, har ligeledes en stor betydning for det endelige estimat af graden af sammenhæng. I kapitel 7 er det blandt andet blevet vist, at trods det tydelige skel i vindklasserne, mellem Nationalpark Thys vestlige og østlige del, kommer dette skel ikke tydeligt til udtryk i MESK's samlede kort. Dette skyldes primært den lave vægtning, der tildeles middelvindhastigheden, hvilket giver den minimal betydning. Dette kommer til udtryk i sammenligningen mellem det samlede kort på figur 7.1 og estimatet for sammenhængende klitnatur ved ekskludering af vind på figur 7.5, hvor der ikke kan ses tydelige forskelle. Herved understreges derfor vigtigheden af, at vægtningen af faktorerne

sker på et fornuftigt fagligt grundlag, således at en ellers essentiel faktor, ikke tildeles en for lav vægtning.

Idet der er blevet inddraget systembaserede faktorer i MESK, kan det derfor også være nødvendigt at medtage, hvordan disse faktorer kan have indvirkning på hinanden, hvor et eksempel på dette er middelvindhastigheden og skovbevoksning. Ved sammenligning af det samlede kort på figur 7.1 og kortlægningen af sammenhæng ved ekskludering af middelvindhastigheden på figur 7.5 ses det, at den laveste middelvindhastighed findes, hvor der også ligger plantager i Nationalpark Thy. Det kan derfor diskuteres, om forekomsten af de lavere middelvindhastigheder skyldes, at der på disse områder findes plantage, der giver læ for vinden. Desuden vil flere træsorter ikke overleve de vindforhold, der kan findes helt ude ved kysten, hvorfor dette også kan være en af forklaringerne på, at plantagerne findes længere inde i landet, og dermed hvor vindforholdene er mildere.

Flere af resultaterne fra anvendelsen af MESK viser både gule og lysegrønne områder beliggende inde mellem barriereområder. Det kan her diskuteres, hvor stor værdi det har for sammenhængen, at der inde imellem disse større røde områder kan findes små, spredte områder, med enten nogen grad af sammenhæng eller god sammenhæng i klitnaturen. I kraft af, at barriererne er defineret ved, at de fuldstændigt udelukker forekomsten af sammenhæng, vil klitnaturen ikke kunne bryde igennem barrieren, og derved heller ikke kunne drage fordel af de omkransede områder, som ellers estimeres til at have en nogenlunde eller god grad af sammenhæng.

Derved kan det diskuteres, hvorvidt områder der komplet omsluttes af barrierer, ligeledes bør designeres som barrierer i modellen, da deres grad af sammenhæng reelt ikke er til gavn for klitnaturen. Omvendt kan det, fra et forvaltningsperspektiv, være fordelagtigt, at de omkransede områder i modellen beholder deres estimerede grad af sammenhæng, og ikke per automatik konverteres til barrierer. I naturforvaltningsprojekter, med henblik på at skabe mere sammenhæng omkring barriererne, vil disse omkransede områder være et godt udgangspunkt, hvis finansielle midler er begrænsede. I disse tilfælde vil det ikke være nødvendigt at rydde barriererne i hele området, men der kan i stedet arbejdes mod at skabe korridorer, der går igennem de omkransede områder.

Igennem projektet skelnes der imellem klasser, der betragtes som henholdsvis broer og barrierer. Barrierer er i dette projekt defineret ved, at deres forekomst i et område fuldstændigt udelukker sammenhæng i klitnaturen, mens begrebet bro er mere vagt defineret. Eksempelvis er bevoksninger med løvskov blevet tildelt en sammenhængsscore på 40, hvormed de ikke betegnes som barrierer ligesom nåleskov, men heller ikke scorer synderligt højt, sammenlignet med en række af de øvrige typer af arealanvendelse, der ville betegnes som broer, såsom eksisterende klitnatur og rigkær. Derved vil løvskov i områder, der ellers besidder en høj grad af sammenhæng i klitnaturen, om end ikke fremstå som barriere, men i hvert fald virke begrænsende for den samlede grad af sammenhæng. Omvendt vil løvskov i områder med ringe sammenhæng kunne fungere som en bro for klitnaturen. Hvorvidt klasser indenfor de forskellige faktorer betegnes som broer eller ej, kan derfor argumenteres for at være lokalitetsbestemt.

Projektet arbejder på en skala, som dækker hele Nationalpark Thy og identificerer større elementer i landskabet, der kan bidrage til, eller hindre, sammenhæng i klitnaturen.

Den store skala resulterer i, at veje og stier i dette projekt ikke optræder som store barriereområder, grundet det faktum, at vejene stort set ikke er til at se på kortlægningen. Såfremt der arbejdes på mindre skala, vil forekomst af veje være af større betydning.

I udviklingen af MESK er der ikke valgt at inddrage indikatorarter, da fokusset har været på klitnaturen generelt som habitat. Såfremt det anses som en nødvendighed for sammenhængende klitnatur, at en bestemt indikatorarts behov tilfredsstilles, ville dette influere valget af inddragede faktorer. Eksempelvis ville inddragelsen af sommerfuglearten ensianblåfugl som indikatorart for klitnaturens grad af sammenhæng, nødvendiggøre medtagning af bufferzoner omkring veje og urbane områder, da denne sommerfugleart er mere påvirkelig overfor forstyrrelser [Pilgaard, 2022a].

Ligeledes vil det være relevant at undersøge områdets topografiske forhold i højere grad, da dette kan have større betydning for insektarter, som vil opleve stejle terrænhældninger i landskabet, som en barriere [Pilgaard, 2022a]. Omvendt vil valget af fuglearten tinksmed som indikatorart kræve inkluderingen af afstand til træforekomster i modellen, da denne fugleart ikke yngler inden for 300 meter af bevoksninger af træ [Pilgaard, 2022a]. Dette er også et eksempel på, at udvælgelsen af en indikatorart vil kunne ændre metoden, da varierende topografi generelt anses som positivt for klitnaturen som helhed, men kan være problematisk for bestemte arter.

Grundet inputdata og valget om at undersøge hele Nationalpark Thy er modellen derfor specialiseret til at undersøge en stor skala. Hvis mindre områder ønskes at blive undersøgt i nationalparken, kan der derfor passende inddrages andre klasser i MESK, eksempelvis læhegn, som ellers ikke fremgår særligt tydeligt på vores skala, da de her ville være meget små områder.

Såfremt modellen skulle forbedres, anbefales de hydrologiske forhold at være repræsenteret som en faktor i modellen. Disse er kun vagt repræsenteret i den nuværende version af MESK med faktoren nærhed til klitlavninger, da disse som oftest er fugtige naturtyper. Ved inddragelse af data om afvandingsgrøfter eller grundvandsstanden, kunne der potentielt være givet en mere virkelighedsnær estimering af graden af sammenhæng i klitnaturen.

Konklusion 9

Dette projekt har haft til formål at udvikle en Model til Estimering af Sammenhængende Klitnatur (MESK), med udgangspunkt i Nationalpark Thy. Med inspiration fra metoden i Beier et al. [2007], er der på baggrund af data om arealanvendelse, jordtype, nærhed til klitlavninger og middelvindhastighed, estimeret graden af sammenhæng i klitnaturen i Nationalpark Thy, på en skala fra 0 til 100.

Resultatet af MESK viser, at 48,2 % af nationalparkens areal, har sammenhængsscorer på 60 eller derover, hvor omkring 10 % af nationalparken scorer den højest mulige sammenhængsscore. Desuden udgøres 33,9 % af nationalparkens areal af barrierer, hvormed de opnår en sammenhængsscore på 0. Den største barriere for sammenhængen i nationalparkens klitnatur er nåletræsplantager.

Den største begrænsning for udbredelsen af områder, der scorer den højeste grad af sammenhæng, er faktoren nærhed til klitlavninger. Udelukkelsen af denne faktor får arealandelen af områder med sammenhængsscorer på 100 til at stige fra 9,3 % til 28,5 %. Det vurderes, at inkluderingen af nærhed til klitlavninger som faktor er af særlig betydning, da den tilføjer et yderligere krav til klitnaturen, således at forekomsten af en hvilken som helst form for klitnatur i sig selv ikke er tilstrækkelig for at opnå den højeste score af sammenhæng.

Ved at simulere forskellige forvaltningsscenarier i MESK kan det undersøges, hvordan forskellige forvaltningstiltag vil påvirke graden af sammenhæng i nationalparken. Procentdelen af områder, der scorer 60 eller derover øges, hvis Nationalpark Thys nåleskove omlægges til løvskov. Hvis der i forvaltningen besluttes, at alt landbrug og skovbrug skal ophøre i nationalparken, vil dette ifølge MESK medføre, at 80 % af nationalparkens areal, vil opnå en sammenhængsscore på 60 eller derover, hvilket betyder, at der her kan findes god sammenhæng i klitnaturen.

I forbindelse med udviklingen af MESK har det været nødvendigt at definere, hvad dette projekt forstår ved sammenhængende klitnatur, da der ikke findes en konkret definition herpå. Gennem undersøgelser af, i hvilke sammenhænge Nationalpark Thy selv arbejder med dette begreb samt i korrespondance med biolog Jeppe Pilgaard, projektleder ved Nationalpark Thy, er dette projekts definition på sammenhængende klitnatur blevet grundlagt. Definitionen hedder sig, at klitnatur optræder som en mosaik af forskellige klitnaturtyper, som forekommer ubrudt af barrierer, som enten helt forhindrer eller begrænser udbredelsen af de for klitnaturen karakteristiske arter.

MESK kan med fordel anbefales forvaltningsenheder i Nationalpark Thy, da modellen egner sig til både at give et nutidsbillede af, i hvor høj grad klitnaturen er sammenhængende, men at MESK også er en model, der kan illustrere fremtidsscenarier og ønsker indenfor den fremtidige forvaltning af Nationalpark Thy.

Litteraturliste

Abesser, C., Clarke, D., Hughes, A. G. og Robins, N. S. (2017). "Modelling small groundwater systems: experiences from the Braunton Burrows and Ainsdale coastal dune systems, UK". I: *Journal of Coastal Conservation* Volume 21, issue 5, s. 595–614.

Andersen, E. Østergaard et al. (2016). *Nationalparkplan 2016-2022 for Nationalpark Thy*. Tekn. rap. ISBN: 978-87-993799-5-8. Nationalparkfond Thy.

Andersen, S. og Sjørring, S. (1992). *Geologisk Set – Det Nordlige Jylland. En beskrivelse af områder af national geologisk interesse*. 87-7702-055-3. Geografforlaget, Skov- og Naturstyrelsen, s. 111.

Aude, E., HabitatVision A/S og Frederiksen, R. Fuglsang (2015). *Mosserne i Nationalpark Thy*. Tekn. rap. 978-87-998308-0-0. HabitatVision.

Beier, P., Majka, D. og Jenness, J. (2007). *Designing Wildlife Corridors with ArcGIS*. Tekn. rap. CorridorDesign.org.

Buxton, R. T. et al. (2017). "Noise pollution is pervasive in U.S. protected areas". I: *Science* Volume 356, issue 6337, s. 531–533. DOI: DOI:10.1126/science.aah4783.

Christensen, S. N. (2016). *Strand- og tørklitplanternes tilpasninger*. Tilgået: 22-04-2022. https://naturenidanmark.lex.dk/Strand-_og_t%C3%B8rklitplanternes_tilpasninger.

COWI (2020). *Naturkonsekvensanalyse af vandreruter i Nationalpark Thy*. Tekn. rap. COWI.

Danmarks Nationalparker (u.d.). *Hvad er en dansk nationalpark?* Tilgået: 26-04-2022. https://danmarksnationalparker.dk/hvorfor-nationalparker/hvad-er-en-dansk-nationalpark/.

Davy, A. J., Groontjans, A.P., Hiscock, K. M. og Petersen, J. (2006). *Development of eco-hydrological guidelines for dune habitats - Phase 1*. Tekn. rap. English Nature Research Reports.

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi (u.d.[a]). *Enebærklit 2250*. Tilgået: 07-03-2022. https://novana.au.dk/naturtyper/kystklitter/enebaerklit-2250.

– (u.d.[b]). *Forklit (2110)*. Tilgået: 07-03-2022. https://novana.au.dk/naturtyper/kystklitter/forklit-2110.

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi (u.d.[c]). *Grå/grøn klit (2130)*. Tilgået: 07-03-2022. https://novana.au.dk/naturtyper/kystklitter/graagroen-klit-2130.

– (u.d.[d]). *Hvid klit (2120)*. Tilgået: 07-03-2022. https://novana.au.dk/naturtyper/kystklitter/hvid-klit-2120.

– (u.d.[e]). *Klithede (2140)*. Tilgået: 17-02-2022. https://novana.au.dk/naturtyper/kystklitter/klithede-2140/.

– (u.d.[f]). *Klitlavning (2190)*. Tilgået: 07-03-2022. https://novana.au.dk/naturtyper/kystklitter/klitlavning-2190.

– (u.d.[g]). *Kystklitter*. Tilgået: 07-03-2022. https://novana.au.dk/naturtyper/kystklitter.

Degn, H. J. (2013). *De danske heder bliver mere våde*. Tekn. rap. 20. årgang nr. 4. Vand & Jord, s. 148–152.

Espersen, L. Skov og Søchting, U. (2018). *Laver i Nationalpark Thy*. Tekn. rap. 20. årgang nr. 4. Vand & Jord.

European Environment Agency (u.d.). *Habitat Annex I Directive hierarchical view: (higher levels are for grouping only)*. Tilgået: 08-03-2022. https://eunis.eea.europa.eu/habitats-annex1-browser.jsp?expand=10036%2C10037%2C10048&fbclid=IwAR0ksynte7kbTcrwUyp8h89S50GSNBpvWu6obdAzpUs0qer1X8jeu_p2ZQI#level_10048.

Garès, P. A. og Pease, P. (2015). "Influence of topography on wind speed over a coastal dune and blowout system at Jockey's Ridge, NC, USA". I: *Earth Surface Processes and Landforms* Journal 40, s. 853–863.

Geocenter Danmark (2013). *Jordbund*. Tekn. rap. ISSN: 1604-8172.

Granat, H. J. og Secher, K.n (2006). *Geologi og Jordbund - Thys statsskovdistrikt*. Tekn. rap. Skov- og Naturstyrelsen/Danmarks og Grønlands geologiske undersøgelse.

Hald-Mortensen, P. (2018). *Skovvegetationens forhistorie i Thy*. Tekn. rap. Naturstyrelsen.

Jones, M. L. M, Sowerby, A, Williams, D. L og Jones, R. E (2008). "Factors controlling soil development in sand dunes: evidence from a coastal dune soil chronosequence". I: *Plant and Soil* Vol. 307 (1/2).DOI: 10.1007/s11104-008-9601-9, s.219–234.

Jungerius, P.D. og Meulen, F. van der (1988). "Erosion Processes in a dune landscape along the dutch coast". I: *CATENA* Journal 15, s. 217–228.

Jungerius, P.D., Witter, J.V. og Boxel, J.H. van (1991). "The effects of changing wind regimes on the development of blowouts in the coastal dunes of The Netherlands". I: *Landscape Ecology* Vol. 6 issue 1.DOI: 10.1007/BF00157743, s. 41–48.

Jurksiene, G., Janusauskaite, D. og Baliuckas, V. (2020). "Microbial Community Analysis of Native Pinus sylvestris L. and Alien Pinus mugo L. on Dune Sands as determined by Ecoplates". I: *Forests* Vol. 11, s. 1.

Kirca, V. S. Ozgur, Saghebian, S. M., Roushangar, K. og Yagcia, O. (2020). "Influence of surface roughness of dune bedforms on flow and turbulence characteristics". I: *International Journal of Sediment Research* Volume 35, Issue 6, s. 666–678.

Knudsen, K. (2008). *Sjældnere og særegne blomsterplanter og karsporeplanter i Nationalpark Thy*. Tekn. rap. Biologisk Forening for Nordvestjylland.

Kristensen, H. Shødt (2020). *Nationalpark Thy - Læhegn*. TV midtvest.

Kuhlman, H. (2016). *Klit*. Tilgået: 17-02-2022. `https://denstoredanske.lex.dk/klit`.

Laursen, E. Vaarby (2012). *Technical Report 12-19 - Weather Statistics for Airports, 2003-2012*. Tekn. rap. ISSN: 1399-1388. DMI.

Leege, L. M og Murphy, P. G (2001). "Ecological effects of the non-native Pinus nigra on sand dune communities". I: *Canadian journal of botany* Vol.79 (4).ISSN: 1480-3305, s. 429–437.

Leira, M. et al. (2019). "Holocene sea level and climate interactions on wet dune slack evolution in SW Portugal: A model for future scenarios?" I: *The Holocene* Volume 29, issue 1, s. 26–44.

Leten, M, Van Nieuwenhuyse, H og Herrier, J. (2005). "Invasive scrub and trees in the coastal dunes of Flanders (Belgium): an overview of management goals, actions and results". I: *AGRIS*.

Lichter, J (1998). "Primary succession and forest development on coastal Lake Michigan sand dunes". I: *Ecological monographs* Vol.68 (4).ISSN: 0012-9615, s. 487–510.

Marshall, J. M. (2014). "Influence of topography, bare sand, and soil pH on the occurrence and distribution of plant species in a lacustrine dune ecosystem". I: *The Journal of the Torrey Botanical Society* Journal 141, s. 29–38.

Maun, M.A. (1998). "Adaptations of plants to burial in coastal sand dunes". I: *Canadian Journal of Botany* Journal 76, s. 713–738.

Miljøministeriet (u.d.). *Strandtudse*. Tilgået: 30-05-2022. `https://mst.dk/natur-vand/natur/artsleksikon/padder/strandtudse/`.

Miljøstyrelsen (2016). *Habitatbeskrivelser, årgang 2016 - Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet (NATURA 2000 typer)*. Tekn. rap. Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen (u.d.). *Klithede - naturen*. Tilgået: 17-02-2022. https://naturstyrelsen.dk/naturbeskyttelse/naturprojekter/klithedeprojektet/klithedenaturen/.

Nationalpark Thy (2010). *Nationalparkplan Thy 2010-2016 - Bilagsoversigt*. Tilgået: 13-05-2022. https://nationalparkthy.dk/media/nst/Attachments/Hoering_NationalparkplanThy2010_web_bilag.pdf.

– (2015). *Hvidbog - Bemærkninger til høringssvar til bestyrelsens forslag til Nationalparkplan 2016-22*. Tilgået: 19-05-2022. https://nationalparkthy.dk/media/175882/hvidbog_nationalparkplan_endelig10dec15.pdf.

– (2016). *Syntese af viden om sårbare arter, naturbeskyttelse og benyttelse*. Tilgået: 19-05-2022. https://docplayer.dk/65995405-Syntese-af-viden-om-saarbare-arter-naturbeskyttelse-og-benyttelse.html.

– (2020). *Redegørelse for udvikling i og omkring Nationalpark Thy samt evaluering af indsatsen i planperioden 2016-2022*. Tekn. rap. Nationalpark Thy.

– (u.d.[a]). *Naturtyper ved Lodbjerg Fyr*. Tilgået: 27-02-2022. https://undervisning.nationalparkthy.dk/media/269358/Naturtyper%20ved%20Lodbjerg%20Fyr_a286.pdf.

– (u.d.[b]). *Sande*. Tilgået: 25-05-2022. https://nationalparkthy.dk/oplev-nationalparken/high5-intro/sande-geo/.

Nationalt Center for Miljø og Energi (u.d.). *Søer og vandløb*. Tilgået: 13-05-2022. https://novana.au.dk/naturtyper/soeer-og-vandloeb.

Naturstyrelsen (u.d.). *Historie - Klitplantagerne i Sydthy*. Tilgået: 02-05-2022. https://naturstyrelsen.dk/naturoplevelser/naturguider/klitplantagerne-i-sydthy/historie/.

Naturstyrelsen (u.d.). *Samlet beskrivelse af Naturstyrelsen Thy*. Tilgået: 19-05-2022. https://naturstyrelsen.dk/drift-og-pleje/driftsplanlaegning/thy/samlet-beskrivelse/.

Nielsen, I. Nord og Andersen, E. Østergaard (2010). *Nationalparkplan 2010-2016 for Nationalpark Thy*. Tekn. rap. ISBN: 978-87-993799-0-3. Nationalparkfond Thy.

Nordstrom, K. F., Bezzi, A. og Fontolan, G. (2009). "Characteristics of Coastal Dune Topography and Vegetation in Environments Recently Modified Using Beach Fill and Vegetation Plantings, Veneto, Italy". I: *Environmental Management* Journal 44, s. 1121–1135.

Nygaard, B., Ejrnæs, R. og Fredshavn, J. R. (2009). *Naturtilstand på terrestriske naturarealer - besigtigelser af § 3-arealer*. Tekn. rap. nr. 736. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet.

– (2021). *Kortlægning af habitatnaturtyper 2019*. Tekn. rap. nr. 419. Institut for Bioscience, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet.

Ott, T. og Aarde, R. J. van (2014). "Coastal dune topography as a determinant of abiotic conditions and biological community restoration in northern KwaZula-Natal, South Africa". I: *Landscape and Ecological Engineering* Journal 10, s. 17–28.

Pilgaard, Jeppe (2022a). *Interview med Jeppe Pilgaard*.

– (2022b). *Jeppe Pilgaard, personlig korrespondence*.

Remke, E. S. og Blindow, I. (2011). "Site specific factors have an overriding impact on Baltic dune vegetation change under low to moderate N-deposition—a case study from Hiddensee island". I: *Journal of coastal conservation* Vol.15 (1).ISSN: 1400-0350, s. 87–97.

Riis, N. (2017). *Landskabshistorisk GIS-analyse*. Tekn. rap. Natur Rådgivningen.

Riis-Nielsen, T., Søchting, U., Johansson, M. og Nielsen, P. (1991). *Hedeplejebogen - de danske heders historie, pleje og udforskning*. Tekn. rap. ISBN: 87-503-9485-1. Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen.

Skov- og Naturstyrelsen og Danmarks Miljøundersøgelser (2016). *Habitatbeskrivelser, årgang 2016 - Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet (NATURA 2000 typer)*. Tilgået: 13-05-2022. `https://www2.skovognatur.dk/udgivelser/2001/87-7279-400-3/kap23.htm`.

Thompson, B. (2015). "Recreational trails reduce the density of ground-dwelling birds in protected areas". I: *Environmental Management* Journal 55, s. 1181–1190.

Torp, E. K. Badstue, Kristensen, L. Werner og Lundkvist, M. Christiansen (2021). "De danske nationalparker: Et casestudie af to nationalparker og forslag til fremtidig forvaltning". I.

Waldron, E. (u.d.). *Soil and... Sand Dunes?* Tilgået: 22-04-2022. `https://dynamicdunescapes.co.uk/2021/12/world-soil-day-2021/`.

Worm, A. G. (2019). *Rydning og lukning af grøfter samt reetablering af klithede*. Tekn. rap. Nationalpark Thy.

Wu, Q. et al. (2019). "Efficient Delineation of Nested Depression Hierarchy in Digital Elevation Models for Hydrological Analysis Using Level-Set Method". I: *Journal of the American Water Resources Association* Journal 55, s. 354–368.

A Vej- og stibuffer

Da vej og stinettet er angivet som et linjetema laves buffere omkring linjen for at repræsentere veje og stiers rumlige dimensioner. For at kunne lave en repræsentativ buffer findes et gennemsnit af tilfældigt udvalgte veje og stier indenfor hver kategori og bufferen baseres på dette gennemsnit.

Vejtype	*Tilfældigt udvalgte veje (m)*					*Gennemsnit (m)*	*Buffer (m)*
Gennemfartsrute	7,33					7,33	3,67
Adgangsvej	5,7	2,7	3,4			3,93	1,97
Mellemvej	4,3	3,34	3,1	4,4	3,85	3,58	1,79
Fordelingsrute	6,4	6,75	6,54	7,59		6,56	3,28
Anden vej	3	2,6	2,7			2,77	1,38
Lille vej	5,44	3,1	3,5			4,01	2,01

Tabel 9.1. *Grundlag for buffere omkring vejene.*

Stitype	*Tilfældigt udvalgte stier (m)*			Gennemsnit (m)	Buffer (m)
Hovedsti	2	2,63	1,8	2,1	1,1
Mindre sti	1,87	1,85	0,85	1,5	0,8

Tabel 9.2. *Grundlag for buffere omkring stierne.*

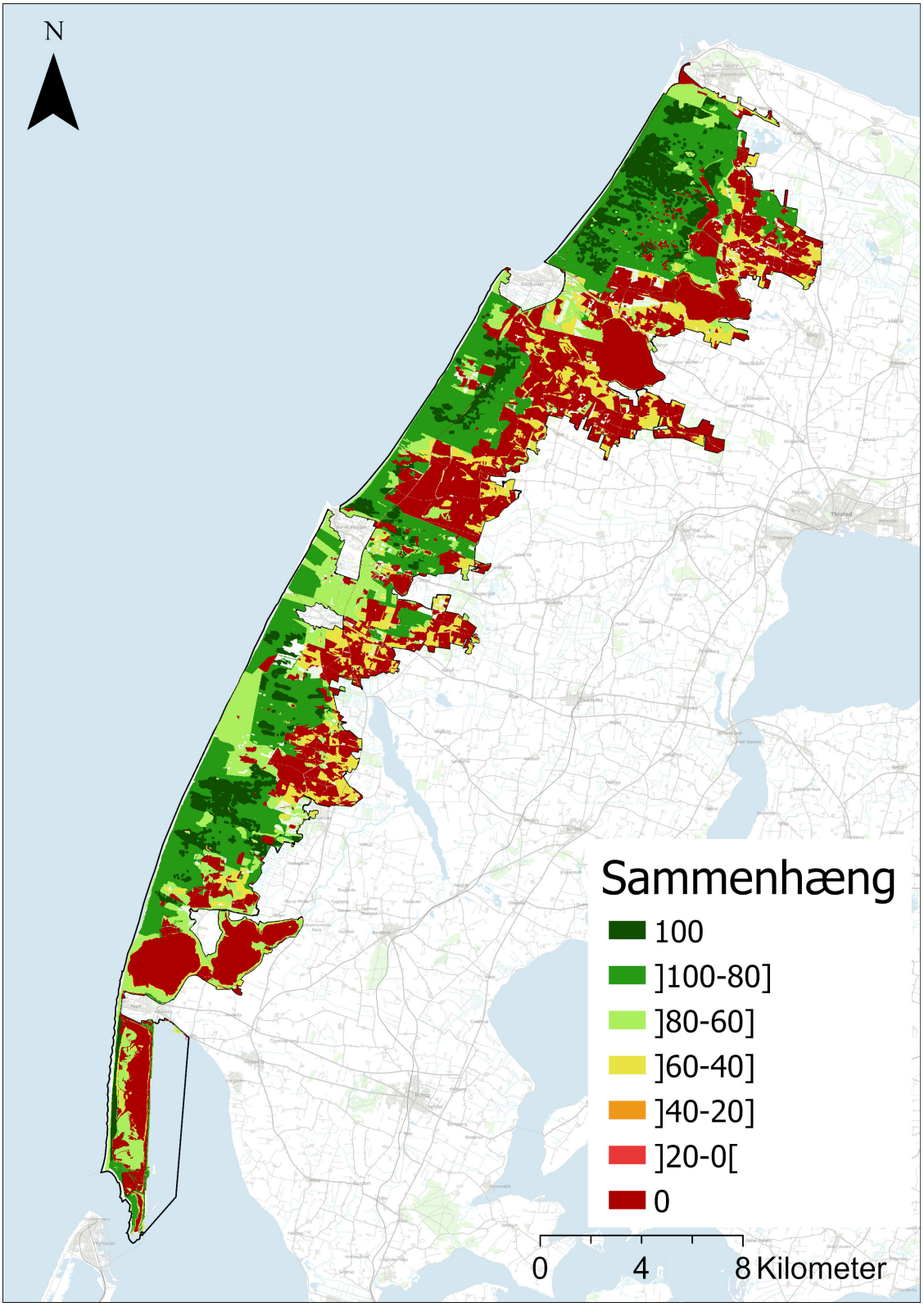
B Opdeling af marker

Marker i drift
Vårrug
Vårhvede
Vårhavre
Vårbyg, helsæd
Vårbyg
Vinterhvede
Vinterbyg
Vinterhybridrug
Silomajs
Grønkorn af vinterrug
Grønkorn af vårbyg
Grønkorn af vårhavre
Havtorn
Juletræer og pyntegrønt
Anden skovdrift
Lavskov
Pil
Rekreative formål
Vintertriticale
Græs med kløver/lucerne, under 50 % bælgpl. (omdrift)
Græs med kløvergræs uden norm, under 50 % kløver (omdrift)
Græs til udegrise, omdrift
Græs uden kløvergræs (omdrift)
Græs under 50 % kløver/lucerne, lavt udbytte (omdrift)
Kløvergræs, over 50 % kløver (omdrift)
Miljøgræs MVJ-tilsagn, omdrift
Miljøtiltag, ej landbrugsarealer
Poppel (0-100 andre træer pr. ha)
MFO-pil
Miljøtiltag, ej landbrugsarealer
MVJ ej udtagning, ej landbrugsareal
Naturarealer, økologiske jordbrug

Græsmarker
Brak, sommerslåning
MFO-brak, sommerslåning
MFO-bræmme, sommerslåning
Miljøgræs MVJ-tilsagn (0 N), permanent
Permanent græs og kløvergræs uden norm, under 50 % kløver
Permanent græs, lavt udbytte
Permanent græs, meget lavt udbytte
Permanent græs, normalt udbytte
Permanent græs, uden kløver
Permanent græs, under 50 % kløver/lucerne
Skovrejsning på tidligere landbrugsjord

C Større versioner af kort fra kapitel 7

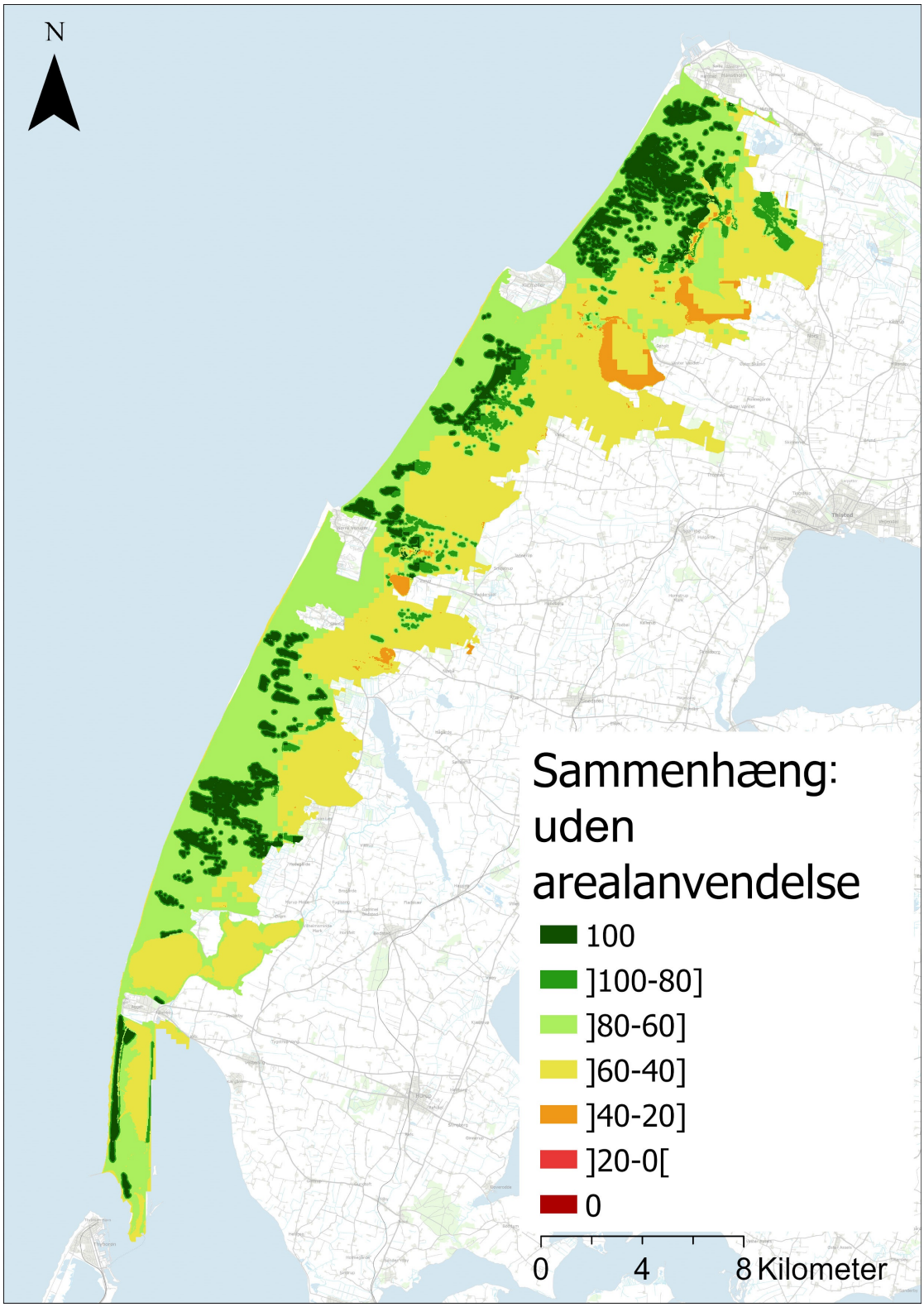
C.1 Kort til resultat af MESK



Figur 9.1. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy.*

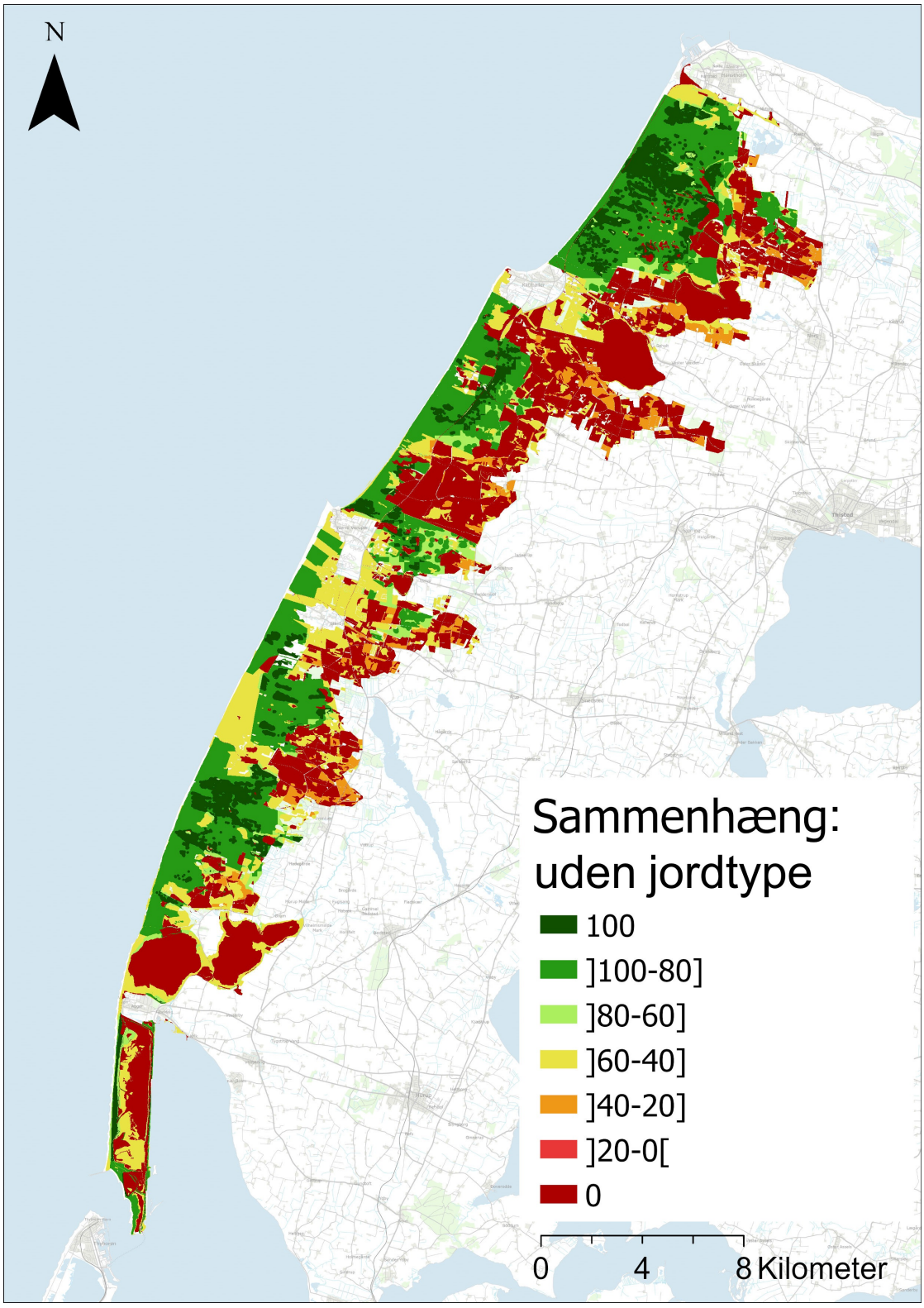
C.2 Kort til resultater af MESK anvendt med kun tre faktorer

Jordtype, nærhed til klitlavninger og middelvindhastighed



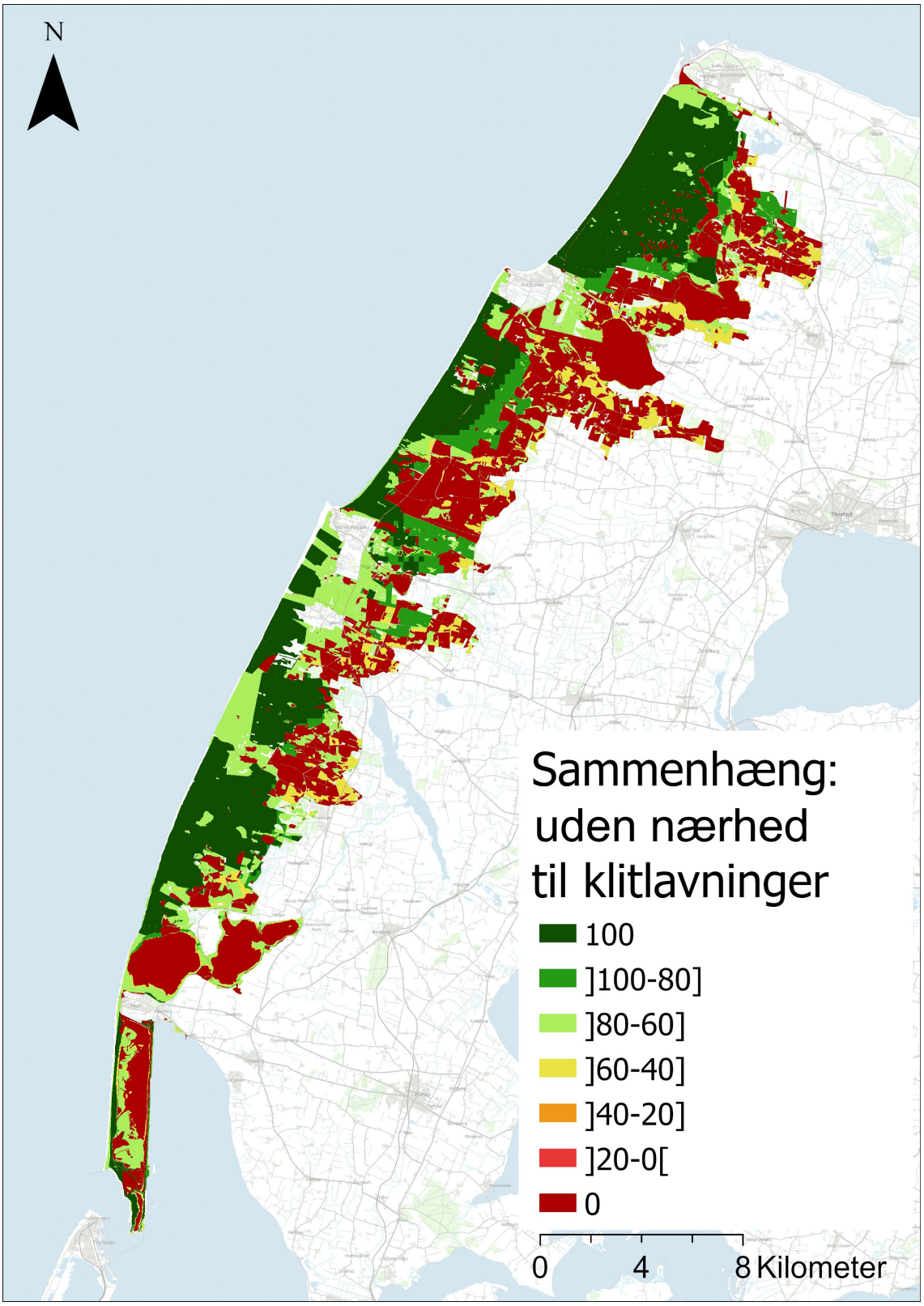
Figur 9.2. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor arealanvendelse som faktor ikke er inkluderet.*

Arealanvendelse, nærhed til klitlavninger og middelvindhastighed



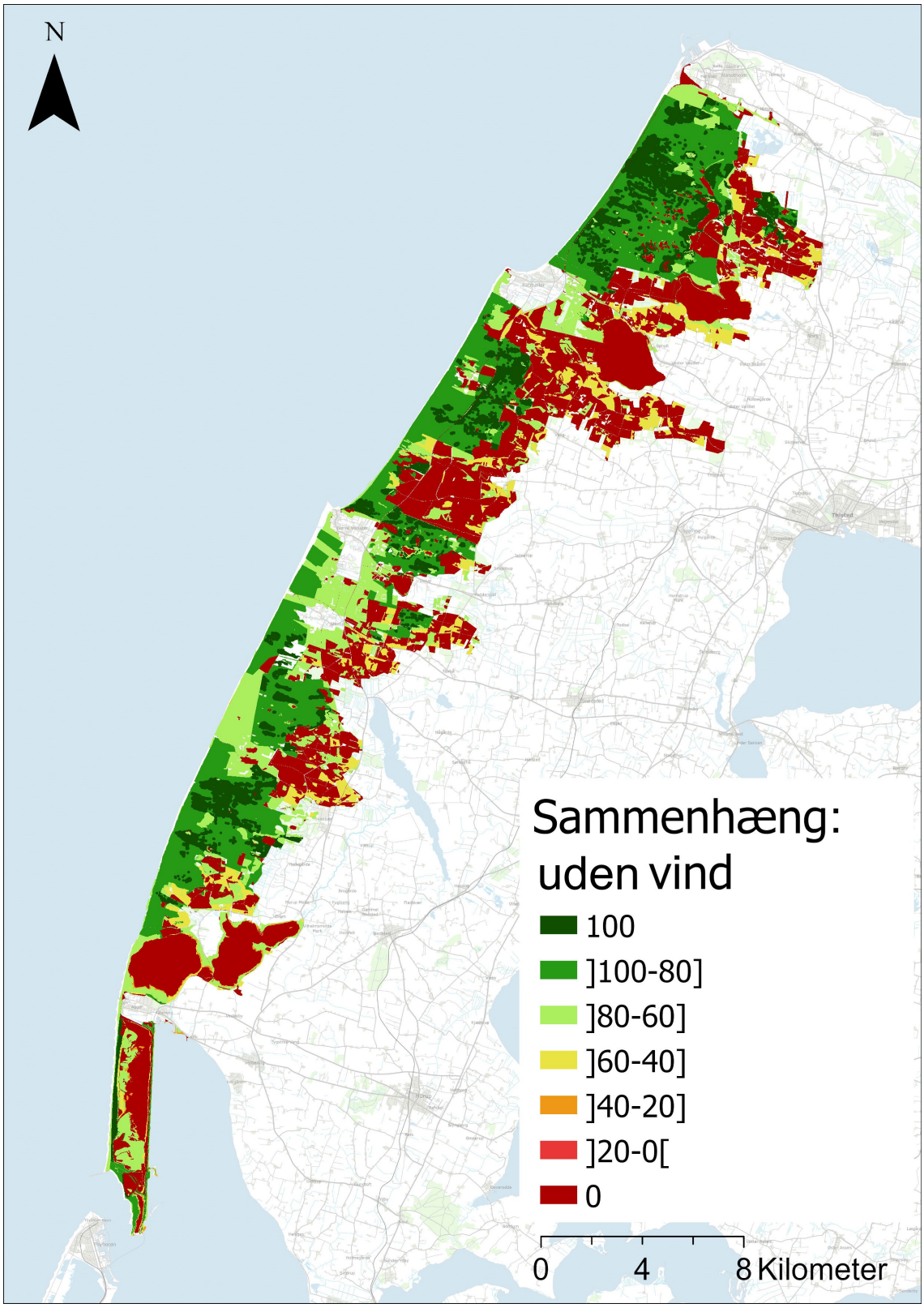
Figur 9.3. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor jordtype som faktor ikke er inkluderet.*

Arealanvendelse, jordtype og middelvindhastighed



Figur 9.4. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor nærhed til klitlavninger som faktor ikke er inkluderet.*

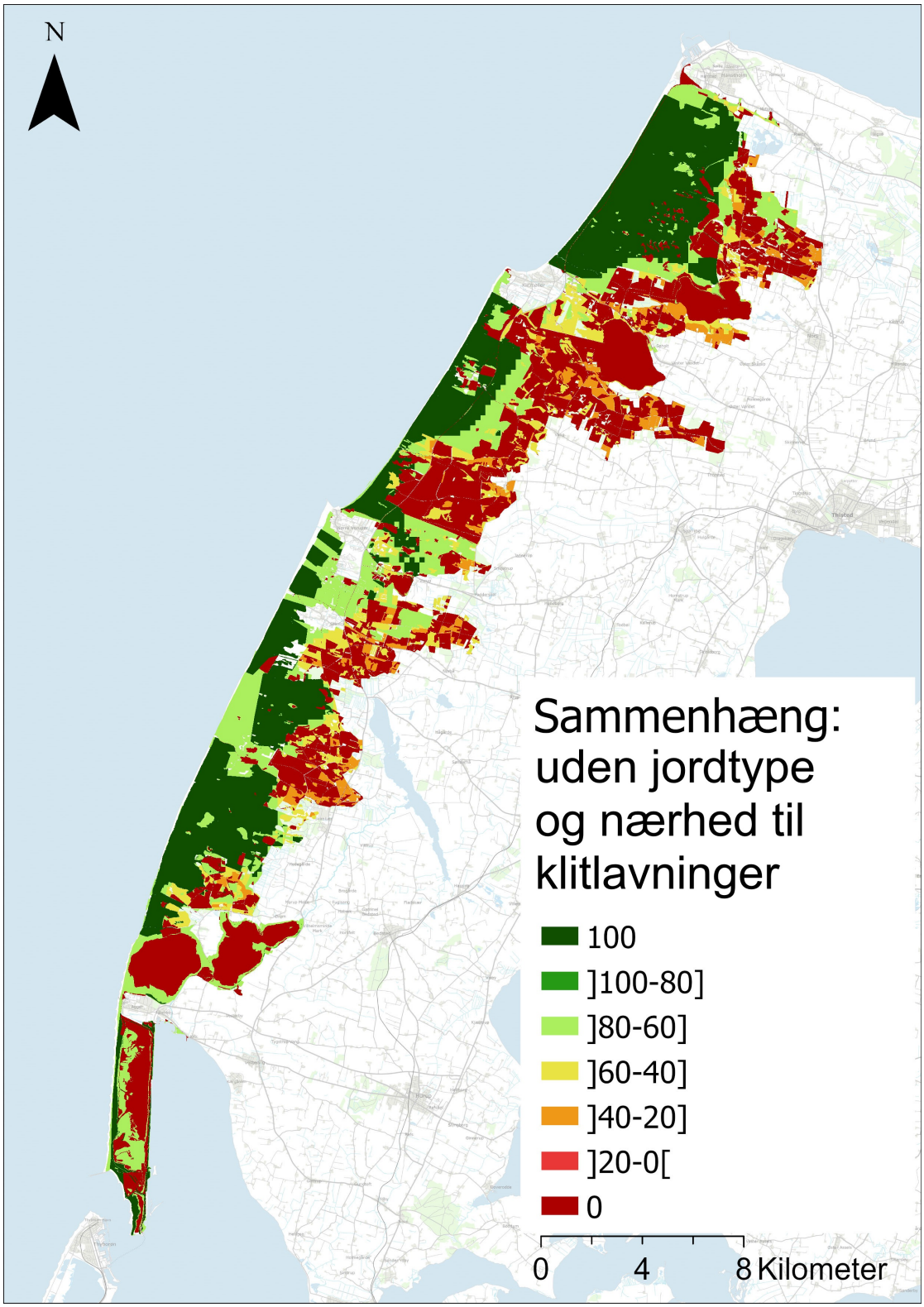
Arealanvendelse, jordtype og nærhed til klitlavninger



Figur 9.5. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor vindhastighed som faktor ikke er inkluderet.*

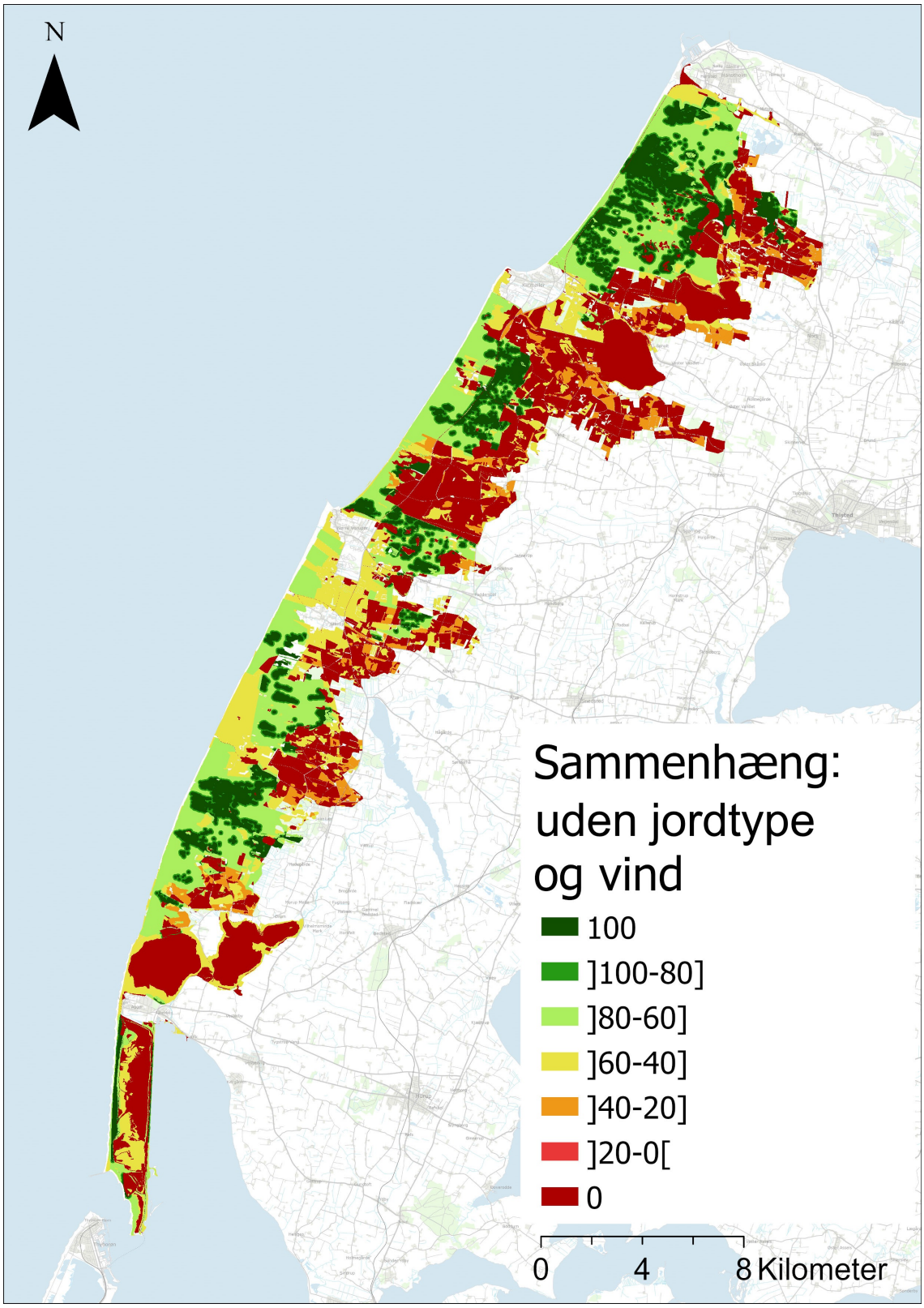
C.3 Kort til resultater af MESK anvendt med kun to faktorer

Middelvindhastighed og arealanvendelse



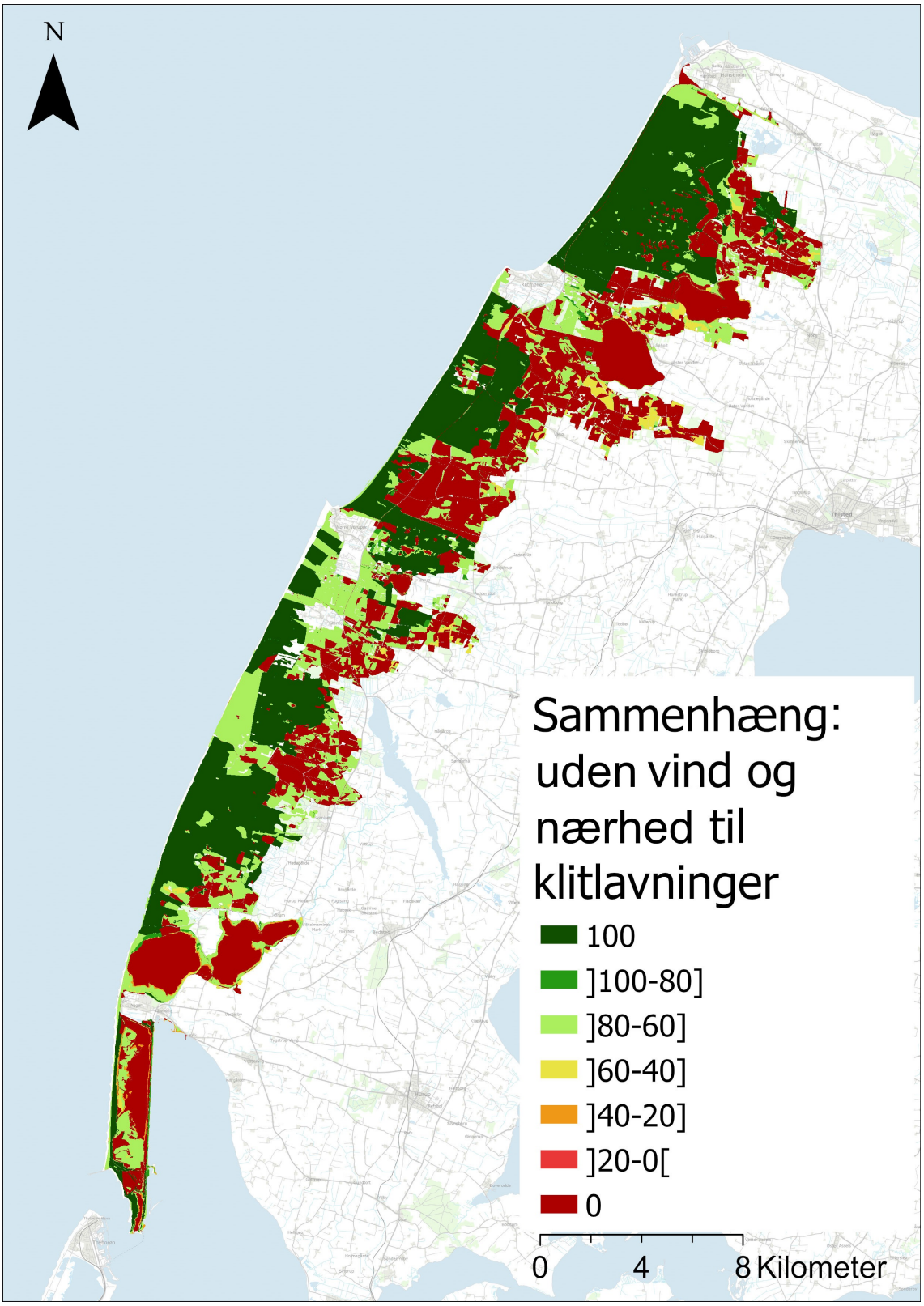
Figur 9.6. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor jordtype og nærhed til klitlavninger som faktorer ikke er inkluderet.*

Nærhed til klitlavninger og arealanvendelse



Figur 9.7. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor vindhastighed og jordtype som faktorer ikke er inkluderet.*

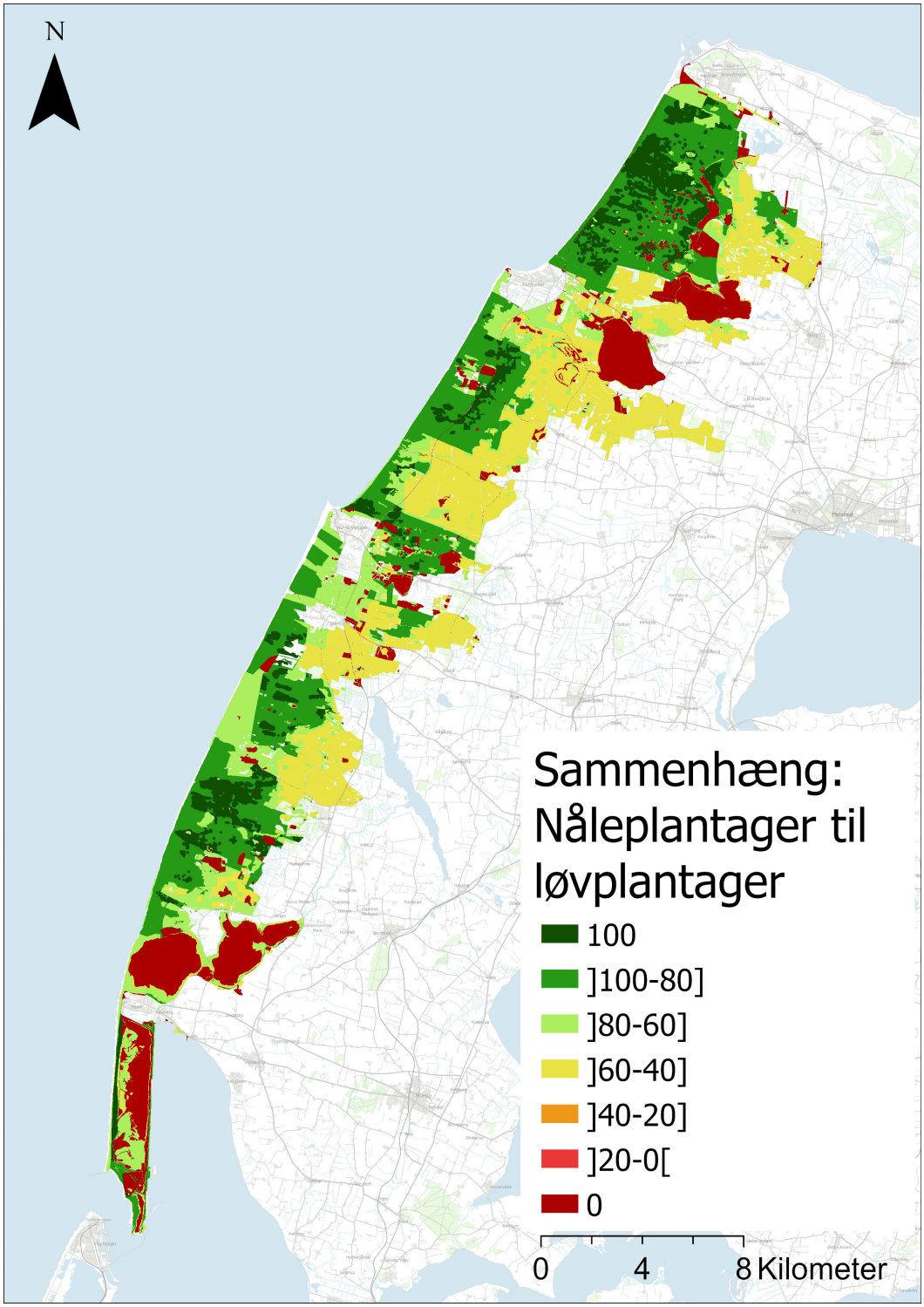
Jordtype og arealanvendelse



Figur 9.8. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor vindhastighed og nærhed til klitlavninger som faktorer ikke er inkluderet.*

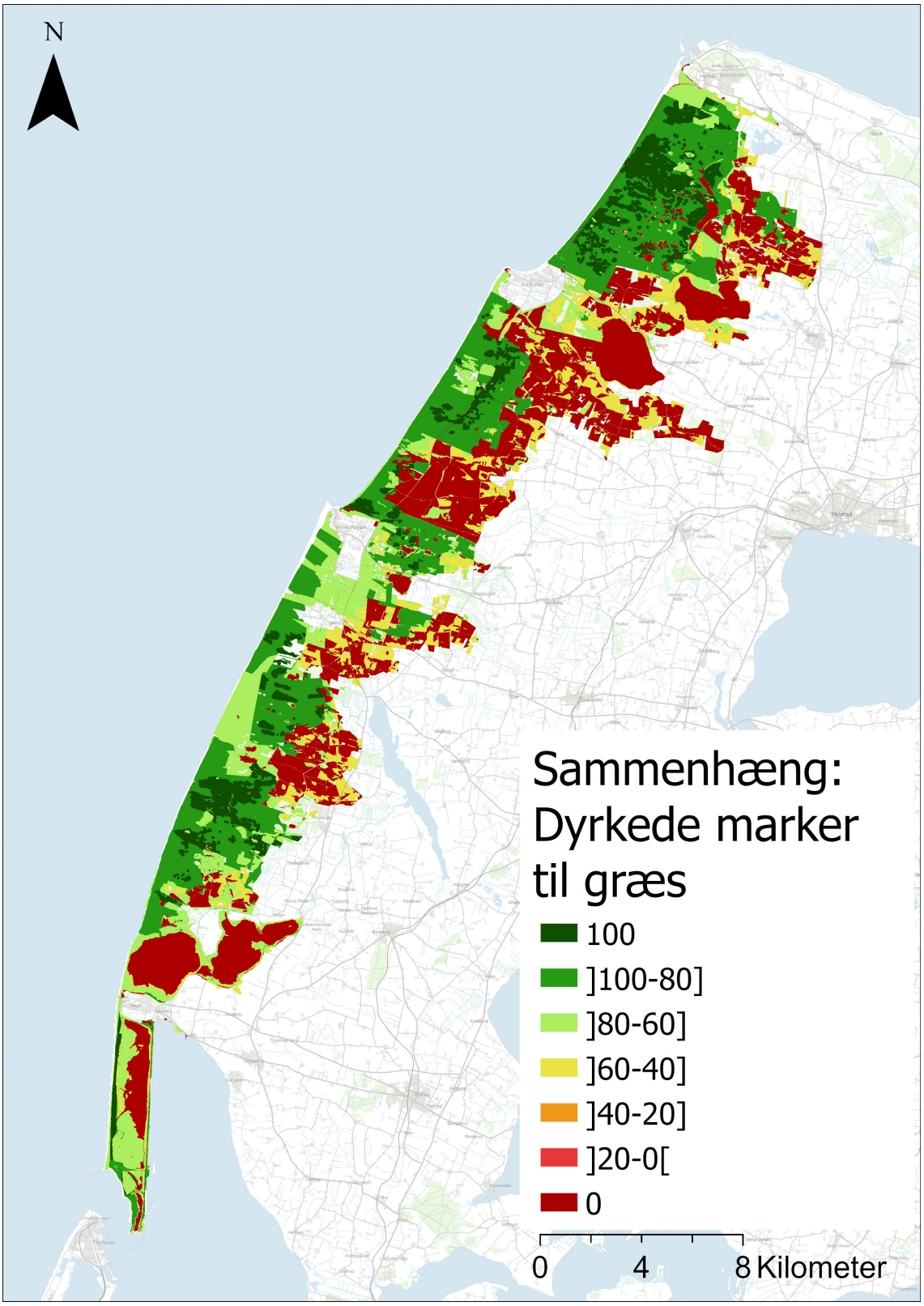
C.4 Kort til MESK anvendt på potentielle fremtidige forvaltningsscenarier

Omlægning af nåletræsplantager til løvtræ, med henblik på genindførsel af hjemmehørende arter



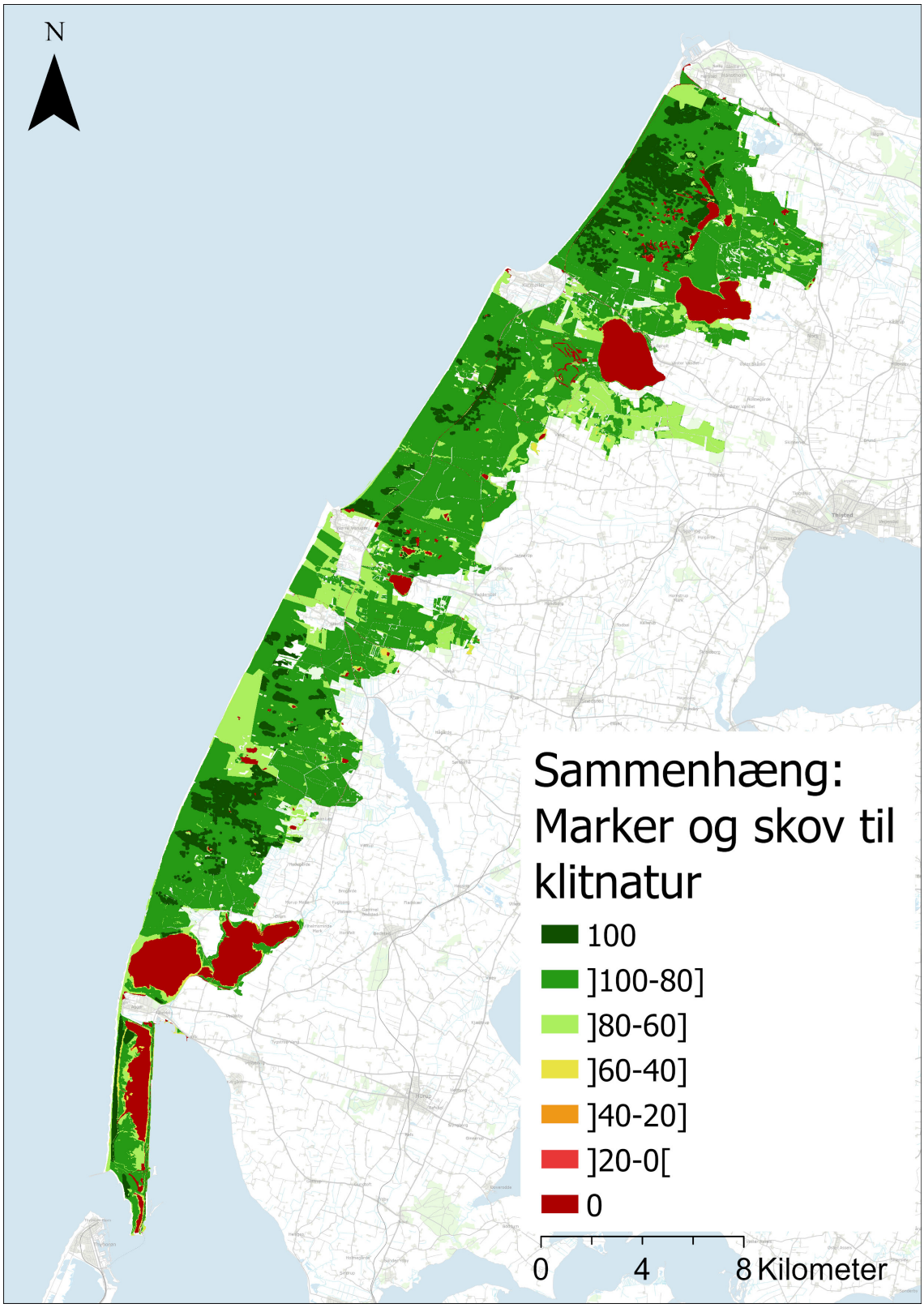
Figur 9.9. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor nåleplantager antages at være løvplantager.*

Omlægning af marker i drift til marker med permanent græs



Figur 9.10. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor dyrkede marker antages at være permanent græs.*

Omlægning af landbrug og plantager til klitnatur



Figur 9.11. *Kort over sammenhængende klitnatur i Nationalpark Thy, hvor marker og skov antages at være omlagt til klitnatur.*