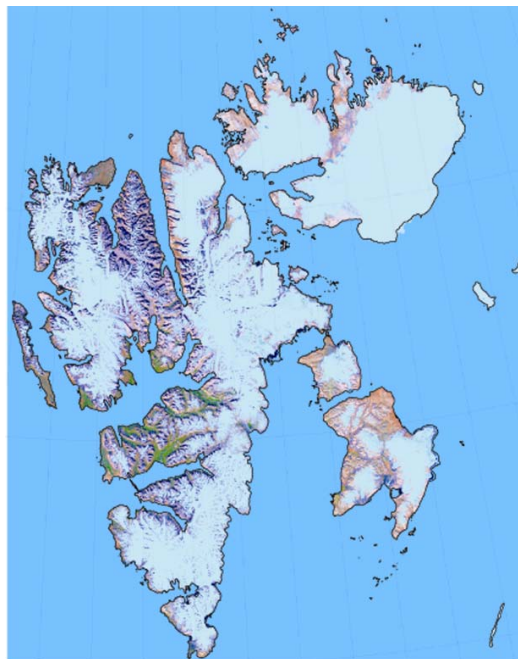


Vegetasjonskart over Svalbard basert på satellittdata

Dokumentasjon av metoder og vegetasjonsbeskrivelser

Bernt Johansen, NORUT
Hans Tømmervik, NINA
Stein Rune Karlsen, NORUT



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

Vegetasjonskart over Svalbard basert på satellittdata

Dokumentasjon av metoder og
vegetasjonsbeskrivelser

Bernt Johansen, NORUT
Hans Tømmervik, NINA
Stein Rune Karlsen, NORUT

Johansen, B., Tømmervik, H. & Karlsen, S.R. 2009. Vegetasjonskart over Svalbard basert på satellittdata. Dokumentasjon av metoder og vegetasjonsbeskrivelser. NINA Rapport 456. 54 s.

Tromsø, mars, 2009

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2025-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Hans Tømmervik

KVALITETSSIKRET AV

Per Arild Aarrestad

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Sidsel Grønvik (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Norsk Polarinstitutt

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

John Richard Hansen

FORSIDEBILDE

Vegetasjonskart over Svalbard

NØKKEWORD

Svalbard, vegetasjonskartlegging, satellitt, metodikk.

KEY WORDS

Svalbard, Vegetation mapping, satellite, methods.

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø
Polarmiljøsentret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00
Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer
Fakkeltgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Johansen, B., Tømmervik, H. & Karlsen, S.R. 2009. Vegetasjonskart over Svalbard basert på satellittdata. Dokumentasjon av metoder og vegetasjonsbeskrivelser. - NINA Rapport 456. 54 s.

I plantegeografisk sammenheng inndeles vegetasjonen på Svalbard i tre plantegeografiske soner. Den mellom-arktiske tundrasone (MATZ) er i hovedsak lokalisert til fjordområdene i midtre deler av Spitsbergen. Den nord-arktiske tundrasone (NATZ) utgjør store areal langs vestkysten, mens en arktisk polarørkensone (APDZ) er lokalisert til de nordlige og østlige deler av øygruppa. Variasjonen i vegetasjonsdekket er størst i MATZ, mens polarørkensonen er karakterisert ved et sparsomt vegetasjonsdekke og et fåtall arter. Den arktiske vegetasjonen på Svalbard er tidligere delt inn i følgende hovedtyper: reinroseheier, rødsildre-lavmark, mosetundra, polarvier-polarsnellemark, fuglefjellvegetasjon, fjellbunkemark, våtmark og strandenger.

Basert på Landsat data er det i dette prosjektet framstilt et vegetasjonskart over Svalbard med en oppløsning på 30 meter. Det er samtidig utarbeidet to "postere" basert på dette datasettet – ett over hele øygruppa i målestokk 1:500 000 og ett over Nordenskiöld Land i målestokk 1:100 000. Produksjonen av kartet kan inndeles i 6 ulike trinn: (1) klassifikasjon av enkeltscener, (2) spektral analyse av separabilitet og spektral likhet mellom utskilte klasser, (3) generering av klassifisert, sømløs mosaikk, (4) analyse mot tilleggsdata, (5) korleksjon av klasser basert på analyse av tilleggsdata med påfølgende sammenslåing eller oppsplitting av klasser eller subklasser, (6) standardisering og fargesetting av det endelige sluttproduktet.

Gjennom prosjektet "Vegetasjonskart – Svalbard" er det for første gang gitt en kartografisk framstilling av vegetasjonen på øygruppa på en generalisert, konsistent og sømløs form. Oppløsningen i kartet er på 30 meter, noe som bidrar til at det kan produseres kart av god kvalitet i målestokker ned til 1:50 000. Kartet er framstilt i UTM-projeksjon, sone 33, WGS84. Kartnøkkelen er inndelt i tre nivå. På overordnet nivå er kartet inndelt i 5 hovedgrupper: a) Areal uten vegetasjonsdekke; b) Våte arealtyper med sluttet til tett vegetasjonsdekke; c) Bakker og tørre enger; d) Heier med sluttet til tett vegetasjonsdekke og e) Polarørken og ekstrem vegetasjon. Neste inndeling er tilpasset en kartlegging i regional skala og inneholder 19 klasser. Det mest detaljerte nivået er tilpasset en lokal kartlegging og inneholder 37 klasser. Kartnøkkelen gir en beskrivelse av naturtyper og vegetasjonsheter på et regionalt nivå med en detaljert beskrivelse av vegetasjonstyper som inngår i hver klasse.

Isbreer, bart fjell og lite vegeterte områder utgjør 85 % av arealet på Svalbard, mens resterende arealer er mer eller mindre vegetert. Bare 3,2 % av arealet har noenlunde frodig vegetasjon (mosetundra, våtmarker, frodige snøleier samt grasheier) mens 11,7 % av arealet består av heivegetasjon, frytlemark, pionersamfunn og polarørken. Når en ser på ulike delområder viser det seg at Nordaustlandet har minst vegetasjon med 11,4 % av totalarealet. Nordaustlandet har også lite av grasrike vegetasjonstyper (< 1 %). De frodigste øyene er Prins Karls Forland og Edgeøya som henholdsvis har 28,3 % og 26,5 % vegetasjon av totalarealet. Frodig mosetundra og fuglefjellvegetasjon utgjør prosentvis relativt store arealer på Edgeøya og Barentsøya med henholdsvis 19,5 % og 14 %, mens denne typen kun utgjør 3,4 % av det vegeterte området på hele Svalbard. På Spitsbergen utgjør den grasdominerte vegetasjonen 1331 kvadratkilometer (13 % av vegetert område) eller 3,5 % av totalområdet. For Svalbard totalt utgjør den grasrike vegetasjon ca. 12 % av det vegeterte arealet eller 3,2 % av totalarealet.

Vegetasjonskartet vil i framtida ha anvendelser på flere ulike områder. Fra dette kartet kan en eksempelvis få en mer detaljert framstilling av plantegeografiske soner og seksjoner på Svalbard. Kartet vil kunne tilby grunnlagsdata for beregning av produksjonspotensialet i ulike typer beiteområder for gås og svalbardrein. Videre vil kartet kunne gi viktig arealinformasjon ved studier av klimaendringer og årstidsvariasjoner. Kartet vil videre gi viktig bakgrunnsinformasjon når nye typer av satellittdata skal testes ut og valideres. For villreinforskningen vil ny informasjon om vegetasjonsdekket kunne gi bedre estimater av beiteforhold, produksjon, fødetilgang gjennom året og variasjoner fra år til år. Ved å sette sammen lange tidsserier av satellittbasert informasjon vil en videre kunne analysere trender i utviklingen og dermed gjennomføre tiltak for en forbedret forvaltning.

Bernt Johansen, NORUT, 9294 Tromsø, bernt.johansen@norut.no.
Hans Tømmervik, NINA, 9296 Tromsø, hans.tommervik@nina.no
Stein Rune Karlsen, NORUT, 9294 Tromsø, stein.rune.karlsen@norut.no

Abstract

Johansen, B., Tømmervik, H. & Karlsen, S.R. 2009. Vegetation map for Svalbard based on satellite data. Methods and legends.- NINA Rapport 456. 54 pp.

The overall objective of this report is to present and discuss the recently developed vegetation map for Svalbard, Arctic Norway. In the study a seamless, generalized and consistent vegetation map is developed portraying the entire Svalbard archipelago. Several Landsat TM/ETM+ images were processed through six operational stages: (1) spectral classification, (2) spectral similarity analysis, (3) generation of classified image mosaics, (4) ancillary data analysis, (5) contextual correction, and (6) standardization of the final map products. The three first stages in this process is denoted the pre-classification process, whereas the post-classification process (stage 4 and 5) involves the integration of different types of ancillary data. In the final standardization stage (6) the separated classes were related to map schemes valid for the mapping area. The scale of the map is 1:50.000 and smaller. The accuracy of the developed map is evaluated in areas where access to traditional maps has been available. The accuracy of the new map over Edgeøya is assessed to be 85 % compared with the old vegetation map from 1978. The advantages of using satellite based vegetation maps in different research studies will further be discussed. A preliminary classification of the developed map has already been used in two international papers concerning prediction of the distribution and habitat utilization of Arctic-nesting pink-footed geese under a warmer climate scenario.

85 % of the land area in the Svalbard archipelago comprise of glaciers, barrens and sparsely vegetated areas. The island of Nordaustlandet has only 11.4 % vegetation, while the vegetation covers 28.5 % and 26.5 % of the total area on Prins Karls Forland and Edgeøya, respectively. Only 3.2 % of the total area on Svalbard is covered with rich vegetation such as moss tundra, mires, fens, swamps and grassy heaths. 11.7 % of the total area in Svalbard consists of heaths and polar deserts.

The advantages of using the new satellite based vegetation maps in different research and monitoring studies (e.g. management of geese and reindeer populations) are also discussed in the report.

Bernt Johansen, NORUT, 9294 Tromsø, bernt.johansen@norut.no.
Hans Tømmervik, NINA, 9296 Tromsø, hans.tommervik@nina.no
Stein-Rune Karlsen, NORUT, 9294 Tromsø, stein.rune.karlsen@norut.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	5
Innhold	6
Forord	7
1 Innledning	8
2 Studieområde og vegetasjonsbeskrivelser	9
2.1 Studieområdet.....	9
2.2 Vegetasjonsbeskrivelser – enheter på overordnet nivå.....	12
2.2.1 Vegetasjon på eksponerte rygger og rabber.....	12
2.2.1.1 Åpen vegetasjon på silt-/leirsubstrat.....	12
2.2.1.2 Eksponerte grusrygger og pioneer-vegetasjon.....	12
2.2.1.3 Polarørkentyper.....	13
2.2.2 Moderate rabbesamfunn.....	13
2.2.2.1 Reinrose-bergstarrtypen.....	13
2.2.2.2 Reinrose-kantlyngtypene.....	13
2.2.2.3 Frytlemark (lav- og moserike samfunn).....	14
2.2.3 Skråninger med varmekjær engvegetasjon.....	14
2.2.4 Moderate snøleier.....	14
2.2.5 Ekstreme snøleier.....	15
2.2.6 Moseetundra.....	15
2.2.6.1 Tørr moseetundra.....	15
2.2.6.2 Våt moseetundra.....	15
2.2.6.3 Kyst-moseetundra.....	16
2.2.7 Sump og våtmark.....	16
2.2.8 Strandvegetasjon.....	16
2.2.9 Fuglefjellvegetasjon.....	17
2.2.10 Areal uten eller med meget sparsomt vegetasjonsdekke, som grusvifter, talusskråninger og nakne knauser.....	17
3 Materiale og metode	17
3.1 Vegetasjonskartlegging basert på satellittdata.....	17
3.2 Gammelt vegetasjonskart over Svalbard (FRAGILE).....	18
4 Nytt vegetasjonskart for Svalbard	21
4.1 Tilgjengelige data.....	21
4.2 Produksjonslinje for vegetasjonskart.....	21
4.3 Feltarbeid.....	23
4.4 Klassifisering av de nye bildene.....	24
5 Kart og arealstatistikker	30
5.1 Kart og resultat i prosjektet.....	30
5.2 Utvikling av kartnøkkel.....	31
5.3 Sammenligning med andre vegetasjonskart.....	41
5.4 Arealstatistikker for de ulike deler av Svalbard.....	46
5.5 Vegetasjonskartet lagt over den digitale terrengmodellen.....	49
6 Oppsummering	52
7 Referanser	53

Forord

I 2007/2008 tok Norsk Polarinstitutt (NP) initiativ til å kartlegge og overvåke vegetasjonen på Svalbard. Som ledd i kartleggingen inngikk NP kontrakt med NORUT og NINA for å videreutvikle og forbedre ovennevnte vegetasjonskart med hensikt å bruke dette kartet i forvaltning, overvåking og videre forskning. I den foreliggende rapporten dokumenteres resultatet av dette arbeidet med eksempler av vegetasjonskart over for deler av Svalbard.

Vi takker NP og dets personale med seniorrådgiver John Richard Hansen i spissen for god assistanse under prosjektets gang. Vi takker Elisabeth Cooper og Lennart Nilsen (Universitetet i Tromsø), Inger Greve Alsos (UNIS,) Dagmar Hagen og Per Arild Aarrestad (NINA) for opplysninger og godt samarbeid under feltarbeidet. I tillegg takkes Arve Elvebakk (Tromsø Museum-UiT) for kommentarer til kartet. Til slutt takker vi helikopterselskapet Airlift og dets flygere Hermod Lund og Henry Høgi for ypperlig transport under feltarbeidet/befaringene på Svalbard sommeren 2008.

Tromsø, mars 2009

Bernt Johansen og Hans Tømmervik

(Prosjektledere)

1 Innledning

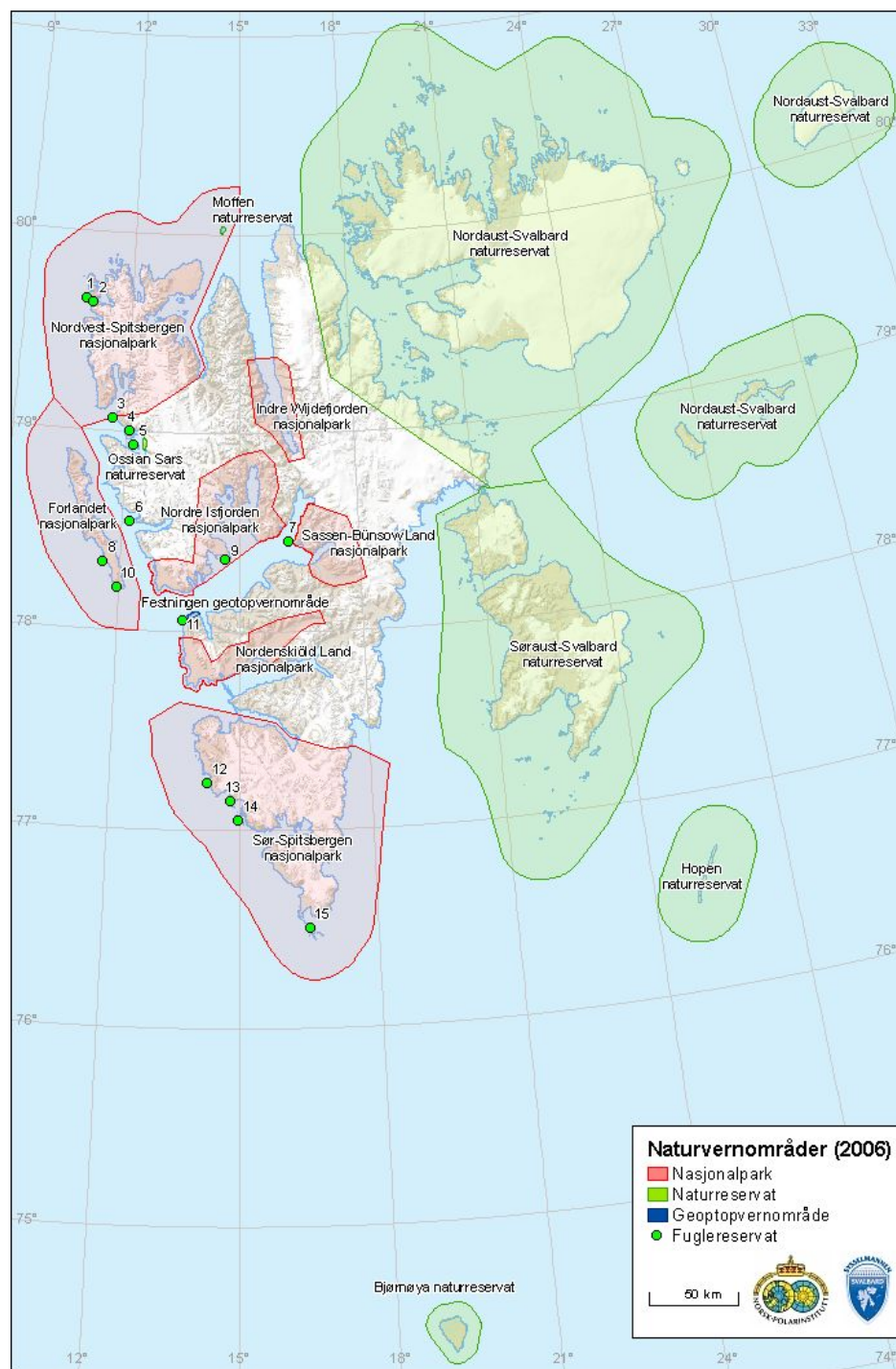
Det har vært gjort flere forsøk på å kartlegge vegetasjonen på Svalbard (Brattbakk og Rønning 1978, Brattbakk 1981, Brattbakk 1985, Elven et al. 1990, Spjelkavik 1995, Nilsen et al. 1999ab, Zonneveld et al. 2004 og Elvebakk 2005) men ingen har prøvd å kartlegge vegetasjonen i detalj på hele øygruppa. I regi av EU-prosjektet FRAGILE ble det i perioden 2003-2005 utviklet et vegetasjonskart for Svalbard. Dette kartet som ble utviklet til å ha 14 klasser ble videre utviklet til et gåsehabitatkart med 6 klasser. Inndelingen trekker opp variasjonen i vegetasjonsdekket på Svalbard fra tørr til våt og fra frodige til åpne/sparsomt vegeterte areal typer. Habitatkartet ble blant annet brukt til å modellere kortnebbgåsas muligheter for å ekspandere på Svalbard (Jensen et al. 2008). Kartet er så langt er brukt som grunnlag for to artikler i internasjonale tidsskrifter (Jensen et al. 2008, Speed et al. 2009).

I 2007/2008 tok Norsk Polarinstitut initiativ til en utvidet kartlegging og overvåking av vegetasjonen på Svalbard. I denne sammenhengen ble det foreslått å supplere Landsat-mosaikken med nye satellittbilder som var tatt senere på året (august), samt en reklassifisering av deler av utgangsmosaikken. Under reklassifiseringen ble det fokusert på å framskaffe nye scener av best mulig kvalitet med hensyn på skydekke og som best mulig gjengir vegetasjonsdekket i en mest mulig utviklet fase. Reklassifiseringen omfatter fem nye scener som i utstrekning dekker de midtre og nordlige delene av øygruppa. Fire av scenene er fra midten av august måned, den femte fra slutten av juli. Denne rapporten dokumenterer metodikken under bearbeidingen av valgte scener og analysene som er utført.

2 Studieområde og vegetasjonsbeskrivelser

2.1 Studieområdet

Studieområdet omfatter hele Svalbard med omkringliggende øyer (**Figur 1**). Unntatt her er Bjørnøya hvor det ikke er foretatt noen feltarbeid og hvor vi også mangler satellittdata fra.



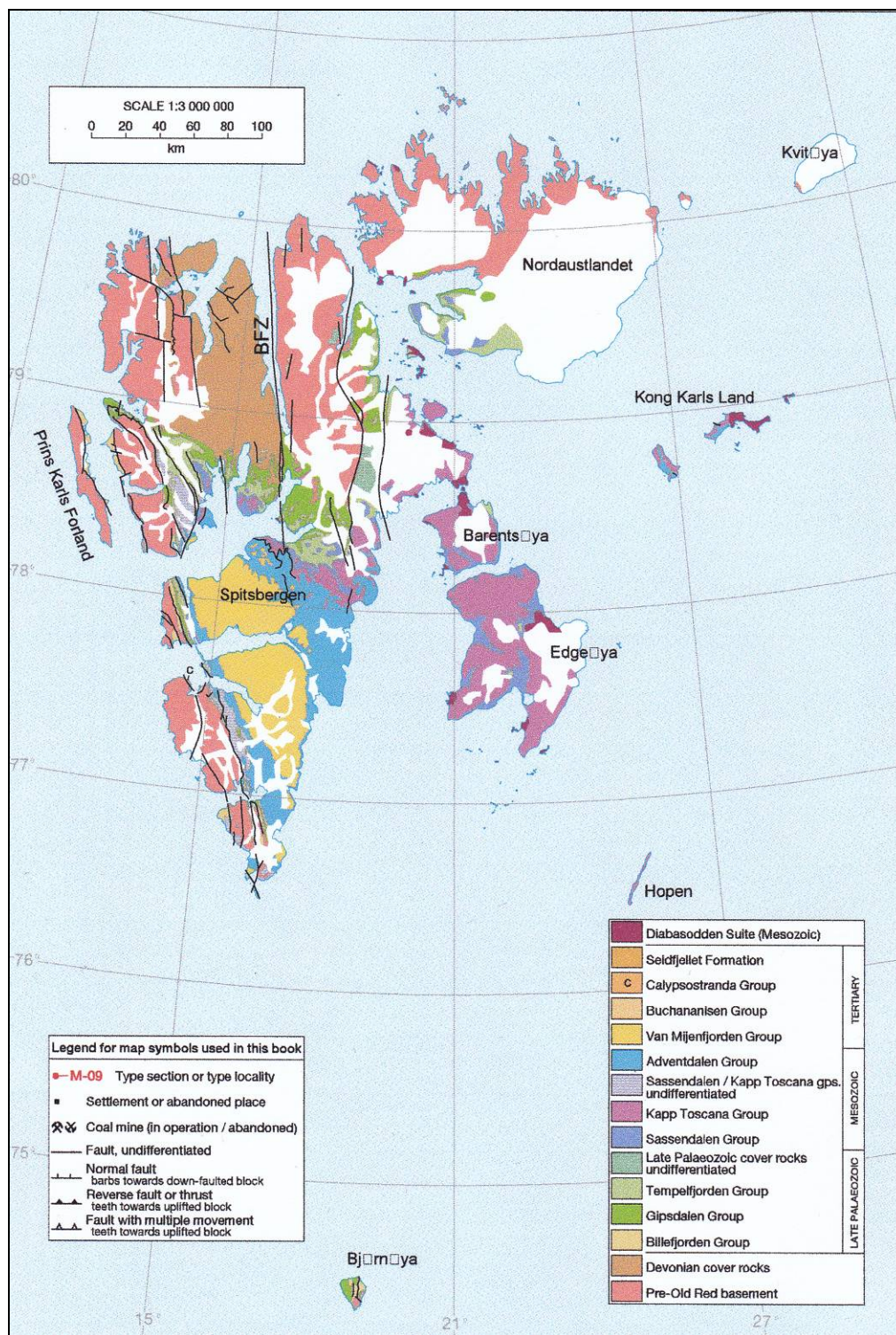
Figur 1. Svalbard – geografisk oversikt med naturvernomsråder. Kilde: Norsk Polarinstittutt. <http://npweb.npolar.no/geografi/svalbard>.

Det meste av landarealet (i underkant av 2/3 deler) på øygruppa har isdekke og mindre enn ti prosent har vegetasjon (Elvebakk 2005). Svalbard er omringet av et grunt sokkelhav. Gjennomsnittsdybden i Barentshavet er 230 meter, og de grunneste områdene er mellom Bjørnøya og Edgeøya. Vest og nord for Svalbard stuper dypet i Norskehavet og Polhavet ned til mer enn 2000 meter (Hisdal 1985 og Hjelle 1993). På Spitsbergen finnes de faste bosetningene Longyearbyen, Barentsburg, Ny-Ålesund og Sveagruva. I tillegg er det mindre forskningsstasjoner og meteorologiske stasjoner i Hornsund, på Hopen og Bjørnøya.

Tatt i betraktning den nordlige beliggenheten er klimaet på Svalbard mildere enn i andre områder på samme breddegrad (Aune 1993, Elvebakk 2005). Årsmiddeltemperaturen i Longyearbyen er på omlag -4°C , men klimaforskjellene på øygruppa er relativt store. Høyeste målte temperatur på Svalbard er 21.3°C , og den laveste minus 46.3°C (Aune 1993). I tillegg er vind i vinterhalvåret, og tåke på sommeren to viktige klimaparametre. Lyset på sommeren og en mørk vinterperiode er videre forhold som i sterk grad påvirker plante- og dyrelivet (Elvebakk 2005).

Fjordene og havområdene nord og øst av Svalbard er islagt 8-9 måneder i året, mens fjordene på vestsida av Spitsbergen kan være isfrie store deler av vinteren. Mesteparten av nedbøren på Svalbard kommer med polar østavind fra Barentshavet, og det faller tre ganger så mye nedbør på sørøstkysten av Spitsbergen som i Longyearbyen og Ny-Ålesund (Elvebakk 2005). Svalbard har et permafrostlag som går ned til 450 meter (Hisdal 1985). Om sommeren tiner bare det øverste laget av jordsmonnet, ned til maksimalt 1 meter (Elvebakk 2005).

På Svalbard finner vi bergarter fra praktisk talt alle geologiske tidsperioder (**Figur 2**). Få steder trer geologien bedre fram enn på Svalbard hvor vegetasjonen er svært sparsom. Dette har begeistret geologene helt siden den første norske geologiske ekspedisjonen til Keilhau i 1827 (Hjelle 1993). I dag ser Svalbard nærmest ut som et landskap mot slutten av istiden. Det er nakent, vegetasjonen er sparsom og over halvparten av landet er dekket av breer som skyver fram morener (Elven et al. 1990). Elvene vasker med seg stein, grus og leire, og massene legger seg som sletteland i dalene og som delta utover i sjøen (Elven et al. 1990).



Figur 2. Oversikt over geologien på Svalbard (Norsk Polarinstitutt; Dallmann 1999).

2.2 Vegetasjonsbeskrivelser – enheter på overordnet nivå

Den arktiske vegetasjonen på Svalbard kan i følge Brattbakk & Rønning (1978) deles inn i følgende hovedtyper: reinroseheier, rødsildre-lavmark, mosetundra, polarviermark, polarsnellemark, fuglefjellvegetasjon, fjellbunkemark, våtmark og strandenger. Vegetasjonsdekket på Svalbard kan videre inndeles i et ulikt antall enheter avhenging av kartutforming i lokal, regional eller global skala. Kartet som er utformet i dette arbeidet, er i en regional skala der kartprodukt av god kvalitet kan tas ut i målestokker fra 1:100 000 – 1:500 000. I denne skalaen er det naturlig å gi en første inndeling av vegetasjonen i økologiske grupper. Denne grupperingen tar hensyn til de dominerende økologiske faktorene som er med på å utforme ulike vegetasjonstyper og grupper av disse. Det er opprettet et hovedskille i materialet mellom tørre og våte vegetasjonstyper, der de tørre enhetene videre er gruppert fra åpne/eksponerte enheter til enheter med et sluttet vegetasjonsdekke. I tillegg er vegetasjonstyper tilknyttet fuglefjell og gåsekolonier skilt ut som en egen gruppe der fuglegjødsel er den dominerende faktor for dannelsen av disse vegetasjonstypene. Det gis her en overordnet beskrivelse av definerte økologiske grupper i materialet.

2.2.1 Vegetasjon på eksponerte rygger og rabber

Denne enheten kan inndeles i tre ulike vegetasjonssamfunn. To av disse er lokalisert til låglandet, den tredje (2.2.1.2) mest i fjellet. Enhetene i låglandet utvikles på ulike typer substrat; henholdsvis finkornet leir-/siltsubstrat og mer grovkornet sand og morenemateriale.

2.2.1.1 Åpen vegetasjon på silt-/leirsubstrat

Åpen vegetasjon på silt-/leirsubstrat er karakterisert ved de to høgarktiske artene puterapp (*Poa abbreviata*) og tuemure (*Potentilla pulchella*). Andre arter som er vanlige i denne type samfunn er strirapp (*Poa hartzii*), polarsaltgras (*Puccinellia angustata*), hårsvingel (*Festuca baffinensis*), rødsvingel (*F. rubra*), nålearve (*Minuartia rubella*) og svalbardvalmue (*Papaver dahlianum*). Moser som sotmoser (*Andreaea* spp.), begermoser som *Pottia hemii*, polarbråtemose (*Funaria arctica*) og klobleikmose (*Sanionia uncinata*) kan inngå.

På høyarktiske stepper/heier og siltrygger kan "Tuemure-Polarsalt-Jøkelrapp-steppe-heier" inngå som egne typer i Wijdefjorden (Elvebakk & Nilsen 2002).

2.2.1.2 Eksponerte grusrygger og pioneer-vegetasjon

Eksponerte grusrygger med "rublom-sildre-snøarvesamfunn" og pioneer-vegetasjon: "tørr hare-rug-rødsildretype". Dette er pioneervegetasjon på ustabile substrater (Elvebakk 1994, 2005).

Mer grusrike rabber kan inndeles fra tilnærmet vegetasjonsfrie samfunn karakterisert ved lavar-
tene blankkrinlav (*Melanelia stygia*) og svartberglav (*Melanelia hepaticum*) til areal med et noe
tettere vegetasjonsdekke. Åpne heier dominert av reinrose (*Dryas octopetala*) og bergstarr
(*Carex rupestris*) er den mest vanlige utforming her. Frytlemark karakteriseres av vardefrytle
(*Luzula confusa*) og snøfrytle (*Luzula arctica*). Den mest vanlige utformingen av eksponerte
rabbesamfunn i fjellet er sildrerike utforminger karakterisert av artene rødsildre (*Saxifraga op-
positifolia*), tuesildre (*Saxifraga cespitosa*) og knoppsildre (*S. cernua*). Flere lavararter som blant
andre snøskjerpe (*Cetrariella delisei*) inngår i utformingen til fjells.

2.2.1.3 Polarørkentyper

Denne typen kan grovt deles inn i to typer: A), Polarørkenområder med spredt dekning av var-
defrytlemark og polarvier (*Salix polaris*) på surt substrat som er karakterisert av blokkmark og
grovt materiale. Moser og lav kan ha større dekning (Elvebakk 1994, Elvebakk 2005). B). Tørre
og åpne polarørkenområder på kalkrike og svakt sure substrater. Her er det spredte forekom-
ster av svalbardvalmue (*Papaver dahlianum*). På områder med litt mer snø blir svalbardvalmuen
byttet ut med polararve (*Cerastium regelii*) og snøgras (*Phippisia* spp.).

2.2.2 Moderate rabbesamfunn

Denne økologiske enheten består i hovedsak av ulike typer reinroseheier. Fire ulike utforming-
er kan skilles ut:

2.2.2.1 Reinrose-bergstarrtypen

Hovedtypen innen enheten er tette og delvis homogene bestand dominert av reinrose (*Dryas
octopetala*) og bergstarr (*Carex rupestris*), navngitt som *Rupestri-Dryadetum* av Rønning
(1996). Enheten er lokalisert til terrasser, skråninger og rygger med et moderat snødekke om
vinteren. Enheten opptrer både i låglandet og til fjells i Indre-Isfjord området. Bestander til fjells
har ofte et sterkt innslag av svalbardvalmue (*Papaver dahlianum*) og kan dels oppfattes som
egne valmuesamfunn.

2.2.2.2 Reinrose-kantlyngtypene

Det er grunnlag for å skille ut to andre utforminger dominert av reinrose – en med tette matter
av reinrose med arter som laven *Lecidea ramulosa* og dubbestarr (*Carex misandra*) som høg-
frekvente arter og - en annen hovedutforming med sterk innslag av kantlyng (*Cassiope tetra-
gona*). Utforminger dominert av kantlyng har et klart snøleiepreg. Arter som polarvier (*Salix po-*

laris), harerug (*Bistorta vivipara*) og snømure (*Potentilla nivea*) finnes i denne typen. På fuktig substrat inngår tundragrass (*DuPontia pelligera*).

2.2.2.3 Frytlemark (lav- og moserike samfunn)

Dette er vardefrytlemark som kan være dominert av heigråmose (*Racomitrium lanuginosum*), gulskinn (*Flavocetraria nivalis*) og lys reinlav (*Cladonia mitis*). I tillegg til de nevnte utforminger av reinroseheier, utgjør ulike typer av rødsildre-mark en viktig enhet her. Enheten dekker stedvis store areal på rabber, lesider og i grunne forsenkninger med et moderat snødekke. Enheten er stedvis sterk lavholdig, spesielt i områder som i liten grad utsettes for beite fra reinsdyr og her kan lav som gulskinn (*Flavocetraria nivalis*), fjellreinlav (*Cladonia mitis*) og fjellkorke (*Ochrolechia frigida*) dominere. I enheten inngår stedvis moser som heigråmose (*Racomitrium lanuginosum*) og einerbjørnemose (*Polytrichum juniperinum*). Den brune lavarten snøskjerpe (*Cetrariella delisei*) er i enkelte områder med på å gi denne enheten sin karakteristiske brunfarge i terrenget på hei og i forsenkninger.

2.2.3 Skråninger med varmekjær engvegetasjon

Grasdominert vegetasjon/grasenger dominert av fjellrapp (*Poa alpina*), jervrapp (*P. arctica*) og rødsvingel (*Festuca rubra*) kan dominere i disse typene i tillegg til typer karakterisert av svar-taks (*Trisetum spicatum*) og tuearve (*Minuartia biflora*), samt en varmekjær type dominert av hårsvingel (*Festuca baffinensis*).

2.2.4 Moderate snøleier

En av hovedtypene innen denne enheten er ulike utforminger av grasrik vegetasjon med arten fjellbunke (*Deschampsia alpina*) som den mest karakteristiske. Hos Rønning (1996) er enheten benevnt fjellbunke-mark. Denne vegetasjonstypen utvikles på lokaliteter med et godt til moderat snødekke på vinteren. Karakteristisk for enheten er høy grunnvannstand gjennom store deler av vekstsesongen. Dette gir enheten sin karakteristiske utseende med dammer og vasspytter i kombinasjon med tuer av fjellbunke. Mellom tuene opptrer stedvis tette mosematter, og flere grasarter inngår her.

En annen utforming som også er knyttet til areal med et visst snødekke går under betegnelsen "polarvier-åker-/polarsnelle-mark" (Brattbakk 1985). Fysiognomisk er også denne enheten en småtuert vegetasjonstype som i første del av vekstsesongen er karakterisert ved pytter og overflatevann. Enheten opptrer på flatt til svakt skrånende terreng med noe bedre dreneringsforhold sammenlignet med fjellbunke-mark.

"Fjellrapp-polarvesnøleier" er representert i områder med langvarig snødekning (vår og sommer). Denne typen dekker store områder på Reinsdyrflya (Brattbakk 1985).

2.2.5 Ekstreme snøleier

De mest ekstreme snøleiene er lokalisert til fjellområder i søkk og forsenkninger med et betydelig snødekke. Videre er snøleiene ofte lokalisert i nedre kant av bratte taluskråninger. Enhetene i fjellet er karakterisert av arter som polarvier (*Salix polaris*), sprikesnøgras (*Phippisia concinna*) og polararve (*Cerastium regelii*). Utformingene i låglandet er karakterisert ved artene fjellsyre (*Oxyria digyna*) og polarvier (*Salix polaris*) (Elven et al. 1990). "*Salix polaris* and *Onchophorus wahlenbergia*"-vegetasjon inngår også (Møller 2000).

2.2.6 Mosetundra.

Vegetasjon definert som mosetundra er karakterisert ved tette mosematter av arter som gullmose (*Tomentypnum nitens*) og blodnøkkemose (*Warnstorfia sarmentosa*). Utforminger av mosetundra opptrer hovedsaklig i låglandet og langs med kysten, men har også forekomster i fjellområder. Tre hovedtyper kan utskilles – to etter grader av fuktighet, en tredje er ofte lokalisert til vestkysten.

2.2.6.1 Tørr mosetundra

I låglandet er det grunnlag for å skille ut flere utforminger avhengig av dreneringsforhold. En av utformingene opptrer på svakt skrånende og forholdsvis tørt substrat med arter som tundragras (*Dupontia pelligera*), polarsnelle (*Equisetum arvense*), polarreverumpe (*Alopecurus alpina*) og polarivier (*Salix polaris*) feltskiktet. Bunnskiktet er dominert av gullmose (*Tomentypnum nitens*). Finnes i hellende terreng og som et overgangssamfunn rundt våt mosetundra, myr og våtmarksområder. Områdene brukes som beiteområder av rein om vinteren.

2.2.6.2 Våt mosetundra

En annen mer sesonghygrofil utforming opptrer i mer flatt terreng med arter som blankstarr (*Carex saxatilis*), ishavstarr (*C. subspathacea*), snøull (*Eriophorum scheuzerii*) og svartull (*E. triste*) som karakteristiske arter. Denne utformingen er moserik med gullhaustmose (*Orthothecium crycesum*), blodnøkkemose (*Warnstorfia sarmentosa*), raudmakkemose (*Scoropodium revolvens*) og klobleikmose (*Sanionia uncinata*) som mest vanlige arter. Våt mosetundra av "småtundragras-snøull-svartull-stivbunketyper" inngår (Brattbakk 1981 også i denne hovedtypen som forekommer på grunnlendt våtmark med et manglende eller dårlig utviklet

mosesjikt, men med dominans av gras og myrull. Inkluderer også "polarsnelle-åkersnellemyr" (Brattbakk 1981). Utformingen er middels produktiv og fungerer som viktige beiteområder for rein og gås.

2.2.6.3 Kyst-mosetundra

Typen forekommer ofte på strandslette, elveslettetundra og overrislingsmark i kystområder og er ofte dominert av snøull (*Eriophorum scheuchzeri*), ishavstarr (*Carex subspathacea*), gullmose (*Tomentypnum nitens*) og *Saxifraga flagellaris* (Zonneveld 2004).

2.2.7 Sump og våtmark

Denne enheten er kun lokalisert til låglandet til områder med dårlig dreneringsevne. Sump og våtmarker utvikles gjerne som et resultat av utsmelting av det øverste permafrostlaget utover i sommerperioden. Høgvokste gras som hengegras (*Arctophila fulva*) og spriketundragras (*Dupontia psilosanta*) er karakteristiske innen enheten. Av moser er blodnøkkemose (*Warnstorfia sarmentosa*) og (*Scoropodium revolvens*) vanlige (Vanderpuye et al. 2002). Tidlig på sommeren er disse områdene karakterisert ved et islag like under mosedekket. Etter hvert som dette islaget smelter ut øker vannstanden innen enheten, og på seinsommeren kan deler av våtmarka ha en betydelig høy vannstand. Disse områdene utgjør viktige beiteområder for rein og gås.

2.2.8 Strandvegetasjon

Strandvegetasjonen er som navnet sier knyttet til areal nær havet. Det er derfor grunnlag for å skille ut to hovedtyper av strandvegetasjon, grusstrender og sandstrender. Grusstrender opptrer i hovedsak med et sparsomt vegetasjonsdekke. Sandstrender er oftest lokalisert til flate partier nær stranda, ofte knyttet til laguner og lune viker. Strandenger er karakterisert av gras- og halvgrasarter. Karakteristisk for strandvegetasjonen er saltpåvirkningen fra havet. Denne avtar med avstanden fra havet. Arter på havstrand er i ulik grad tilpasset saltvannspåvirkningen. Dette resulterer i flere ulike vegetasjonssoner dominert av arter med ulik salttoleranse. Det er grunnlag for å skille ut flere dominansformer av strandvegetasjon. En utforming dominert av teppesaltgras (*Puccinellia phryganodes*) opptrer i lune viker og laguner og oversvømmes regelmessig av havvann. En annen hovedtype dominert av ishavstarr (*Carex subspathacea*) og isbjørnstarr (*Carex ursina*) opptrer på et noe høyere nivå med mer uregelmessig oversvømmelse. Denne enheten er mer artsrik med arter som ishavsstjerneblom (*Stellaria humifusa*) og mjølruiblom (*Draba arctica*).

2.2.9 Fuglefjellvegetasjon

Dette er en usedvanlig frodig vegetasjonstype (Brattbakk & Rønning 1978). Den utvikles først og fremst under fuglefjell hvor fugleguanoen gir rikelig tilgang på næringsstoffer, men også på øyer og holmer med mye fugl kan det utvikle seg lignende vegetasjon. Vegetasjonen forekommer i tykke matter ofte dominert av arter som rødsvingel (*Festuca rubra*), fjellrapp (*Poa alpina*) og urter som skjørbuksurt (*Cochlearia groenlandica*). En gunstig eksposisjon gjør at plantene blomstrer rikelig og blir betydelig større enn vanlig på Svalbard. Mosearter som kobleikmose (*Sanionia uncinata*) kan inngå.

2.2.10 Areal uten eller med meget sparsomt vegetasjonsdekke, som grusvifter, talusskråninger og nakne knauser

Dette er stort sett vegetasjonsløse områder, men moser som sotmoser (*Andreaea* spp.) begermoser som *Pottia hemii* og polarbråtemose (*Funaria arctica*), samt lav på berg og stein kan inngå.

3 Materiale og metode

3.1 Vegetasjonskartlegging basert på satellittdata

Kartlegging av naturlig vegetasjon ved hjelp av optiske data har vært gjennomført siden den første Landsat satellitten ble skutt opp tidlig på 70-tallet (Hoffer et al. 1975, Wilson & Tueller 1987). Det fysiske grunnlaget for å kunne drive fjernmåling av våre omgivelser, er at de fleste naturlige objekter vekselvirker ulikt med elektromagnetisk stråling. I praksis vil det si at ulike vegetasjonstyper har sine særegne spektralsignaturer som varierer med bølgelengden av strålingen (Nilsen & Pedersen 1983).

Ulik refleksjon fra forskjellige vegetasjonstyper gir grunnlag for å skille vegetasjonstypene fra hverandre gjennom spektral klassifisering. Det som i hovedsak klassifiseres er ulike økologiske forhold knyttet til vegetasjonsdekket (tetthet, frodighet, vanninnhold, struktur m.m.). Det klassifiserte produktet utformes i sin tur til kartografisk form. I denne prosessen tolkes utskilte spektralklasser til ulike natur- og vegetasjonstyper.

Tilgangen på data fra ulike typer satellitter har økt betraktelig gjennom de siste tiår. I dag er det mulig å kjøpe inn data med en geografisk oppløsning fra flere kilometer til beste oppløsning på 61 cm. Satellittdata som er bearbeidet i dette arbeidet, er fra satellittene Landsat 5/TM og

Landsat 7/ETM+, begge med en oppløsning på 30 meter og sensorer i den synlige og i den nær- og midlere infrarøde delen av spekteret. Videre har Landsat satellittene en sensor i termisk infrarødt. Denne kanalen er ikke bearbeidet i dette prosjektet.

3.2 Gammelt vegetasjonskart over Svalbard (FRAGILE)

For å dekke hele Svalbard med skyfrie bilder rundt årtusenskiftet så måtte vi bruke i alt 13 geograferte Landsat bilder (**Tabell 1** og **Figur 3**). Dette viser hvor vanskelig det var å dekke Svalbard med skyfrie Landsat bilder fra en sesong.

Ved "hyperclustering" i alt 255 klasser (Myers & Shelton 1998, Myers et al. 1999) klarte vi å produsere et vegetasjonskart med i alt 41 klasser. Dette ble videreutviklet til et kart (**Figur 3**) som besto av i alt 14 klasser (**Tabell 2**) som tar høyde for at grunnlagsbildet besto av en mosaikk av i alt 13 bilder tatt til litt ulik tid av sommeren i perioden 2000-2002.

Tabell 1. Satellittbilder brukt i produksjonen av første versjon av vegetasjonskartet (FRAGILE). Dette produktet er et resultat av mosaikking av i alt 13 Landsat-bilder.

Satellitt	Sensor	Track/frame	Dato	Solvinkel i grader
Landsat 7	ETM +	208/004	2002-07-12	33.6
Landsat 7	ETM +	208/005	2002-07-12	34.9
Landsat 7	ETM +	210/003	2002-07-10	32.6
Landsat 7	ETM +	212/004	2002-06-22	35.1
Landsat 7	ETM +	212/005	2002-06-22	36.3
Landsat 7	ETM +	215/002	2001-07-10	31.3
Landsat 7	ETM +	215/003	2002-07-13	32.2
Landsat 7	ETM +	217/004	2000-07-26	32.4
Landsat 7	ETM +	223/001	2000-06-16	31.1
Landsat 7	ETM +	220/003	2000-07-26	29.7
Landsat 7	ETM +	218/003	2000-07-10	32.6
Landsat 7	ETM +	222/002	2000-07-24	28.9
Landsat 7	ETM +	214/002	2000-08-17	24.8

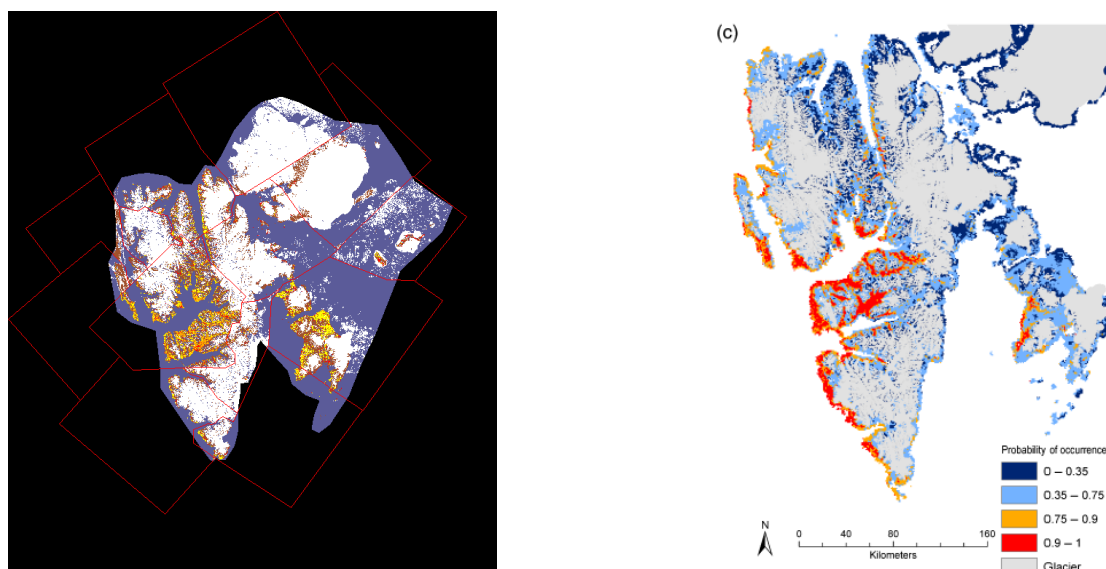
Vegetasjonskartet ble validert mot det flyfotobaserte vegetasjonskartet for Edgeøya (Zonneveld et al. 2004) samt satellitt- og flyfotobaserte vegetasjonskart for Reindalen, Gipsdalen, Sassendalen og Brøggerhalvøya (Elven et al. 1990, Nilsen et al. 1999a,b, Spjelkavik 1995).

Vegetasjonskartet ble videre utviklet til et "gåsehabitatkart" (Jensen et al. 2008) med 6 klasser (**Tabell 3**). For Edgeøya klarte vi å oppnå en overordnet nøyaktighet på 86 % (**Tabell 3**) mel-

lom gåsehabitatkartet og det tradisjonelle vegetasjonskartet (**Figur 23**) utarbeidet av Zonneveld et al. (2004). Beregningen følger metodikk i van Genderen et al. (1978) og Reichert & Crown (1984).

Tabell 2. Kartnøkkel (engelsk) og arealstatistikk for vegetasjonskartet FRAGILE med 14 klasser (se Figur 3).

Klasser/enheter (engelsk navnssetting)	km ²
WA Sea, rivers, lakes, shadows	59308,0
CL Clouds	3197,6
GL Glacier, ice and snow	48255,0
BX Barrens; xeric	5148,0
PAP Papaver communities; sparsely vegetated - Barrens	2283,3
BXS Barrens. Plains, fans, vegetation in succession	906,2
BMHH Barrens, mesic and hydric-hygric vegetation	2701,4
VXL Vegetated, xeric, level	1345,9
VXS Vegetated, xeric, sloping	667,5
VM Vegetated, mesic	772,7
DVHH Dense vegetation, hydric-hygric vegetation	659,8
FP Flood plains	1103,4
OVHH_VM Open vegetation. Hydric-hygric vegetation	538,3
VXS_BX Vegetated, xeric, sloping	460,7
Totalt areal	127348,8



Figur 3. Til venstre: Mosaikk av Landsat bilder (13 bilder) over Svalbard lagt over vegetasjonskartet (FRAGILE) med i alt 14 klasser. I alt ble 13 satellittscener brukt i produksjonen av dette kartet. Til høyre: Kart basert på gåsehabitatkartet (**Tabell 3**) over sannsynlige hekkeområder for kortnebbgås på Svalbard ved en temperaturøkning på 2 grader (Jensen et al. 2008).

Tabell 3. Kartnøkkel (engelsk tekst) og arealstatistikk for gåsehabitatkartet for Svalbard (Jensen et al. 2008 -gammel klassifisering). Klassifikasjonsnøyaktigheten basert på landskapskartet fra Edgeøya (Zonneveld et al. 2004) er presentert.

Name	Land cover types	Area in km ²	Classification accuracy in percent
Bare ground, sparsely vegetated	Barrens, xeric; Plains, fans and sparse vegetation in succession Barrens, mesic and hydric-hygic formations Papaver communities Flood plains	12142	94 %
Dry heath vegetation	Vegetated, xeric, level Vegetated, xeric, sloping Vegetated, xeric, sloping	2474	83 %
Moist luxuriant Vegetation and luxuriant vegetation	Vegetated, mesic Open vegetation, hydric-hygic vegetation formations	1311	81 %
Moss-fen	Dense vegetation, hydric-hygic vegetation, mainly moss fens	660	86 %
Sea, lakes, water, shadows		59308	
Glacier, snow, clouds		51452	
Total area		127348	
Overall classification accuracy			86 %

4 Nytt vegetasjonskart for Svalbard

4.1 Tilgjengelige data

Da vegetasjons- og gåsehabitatkartene fra 2005 var influert av skyer i vest og snø i nord-øst besluttet vi å kjøpe inn nye bilder for å forbedre vegetasjonskartet i disse områdene. For å forbedre utgangsklassifikasjonen, spesielt i de nordlige og vestlige områder, er det gjort innkjøp av 5 bilder som ikke inngår i utgangsproduktet. Nye scener som er brukt i oppdateringen av kartet, er oppsummert i **Tabell 4**.

Tabell 4. Satellittbilder brukt i produksjonen av det nye vegetasjonskartet i tillegg til de som er nevnt i Tabell 1.

Satellitt	Sensor	Track/frame	Dato	Solvinkel i grader
Landsat 5	TM	221/3	1987-07-27	27
Landsat 5	TM	218/2	1998-08-16	24
Landsat 5	TM	218/3	1998-08-16	24
Landsat 7	ETM +	214/003	2000-08-17	24,8
Landsat 7	ETM +	214/004	2000-08-17	24,8

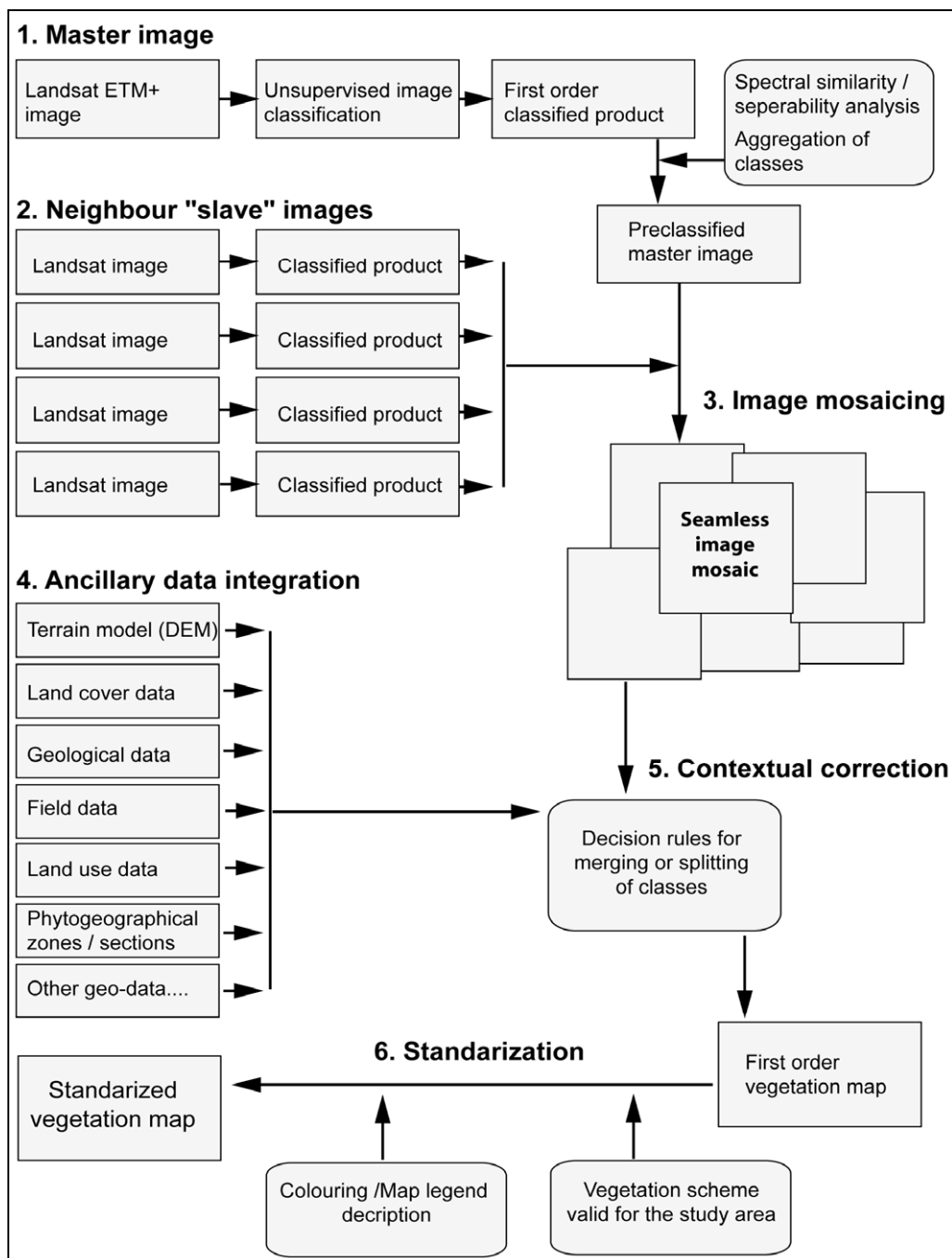
Bildene er alle av middels god til meget god kvalitet og ble innarbeidet i utgangsproduktet. En digital terrengmodell, samt topografiske kart utarbeidet og levert av Norsk Polarinstitutt, ble brukt for å kartkorrigere satellittbildene. Alle bilder er korrigert til UTM, sone 33, WGS84.

4.2 Produksjonslinje for vegetasjonskart

Produksjon av vegetasjonskart over store areal ved bruk av satellittdata skjer gjennom en serie av ulike arbeidsoperasjoner som i neste omgang settes sammen til en full produksjonslinje. I dette arbeidet er det grunnlag for å dele produksjonslinja inn i seks ulike deloperasjoner:

- (1) Første ledd i denne prosessen, ofte omtalt som pre-klassifikasjon, omfatter spektral klassifikasjon av utvalgt "master" scene. Utskilte klasser i dette produktet gjennomgår deretter en analyse med hensyn på spektral likhet og spektral separabilitet. Denne analysen legger grunnlaget for bestemming av klasseantallet og for en første ordens tolkning av "master" scenen.
- (2) I andre ledd i prosessen gjennomgår naboscenen til "master"-scenen tilsvarende bearbeiding og analyse. Klassifiserte naboscener registreres deretter til master scenen og føyes sammen til en sømløs mosaikk.

- (3) Klassifikasjon og mosaikking av naboscener fortsetter deretter til hele det kartlagte området er framstilt som et pre-klassifisert produkt.
- (4) I det fjerde trinnet i prosessen tilrettelegges utvalgte tilleggsdata for analyse. Dette skjer ved at den sømløse mosaikken og aktuelle tilleggsdata registreres til samme kartprojeksjon slik at produktene kan analyseres mot hverandre.



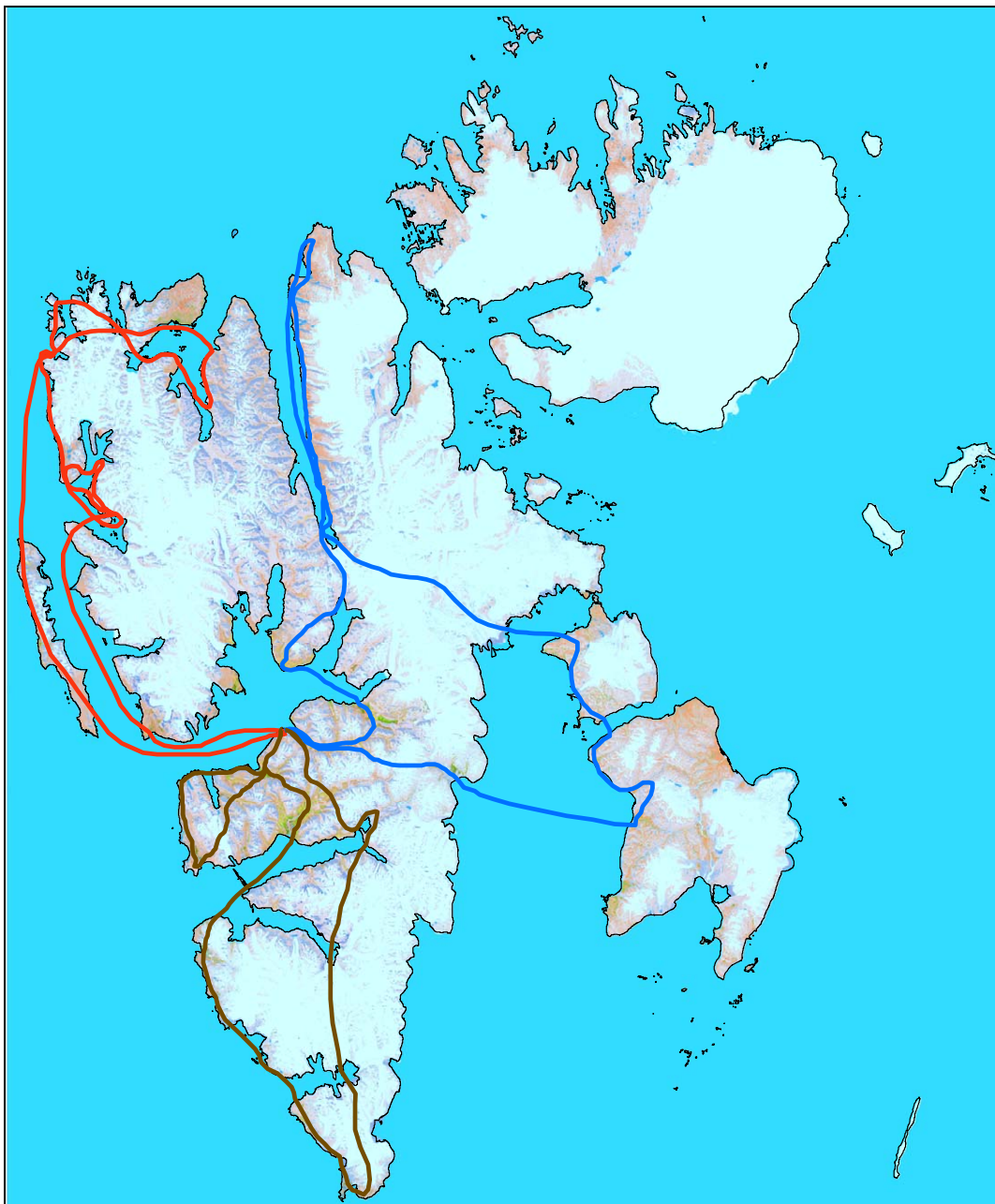
Figur 4. Flytdiagram som oppsummerer produksjonslinje for utarbeiding av satellittbaserte vegetasjonskart. Prosessen omfatter i alt 6 ulike steg der de tre første omtales som pre-klassifikasjon. Steg 4 og 5 omfatter post-klassifikasjon, mens det i steg 6 skjer en standardisering av det endelige sluttproduktet.

Basert på disse analysene formuleres spesifikke beslutningsregler for oppspritting og en påfølgende reallokering av underklasser.

- (5) I femte steg skjer selve korreksjonen. Nye klasser som defineres legges i første omgang til det opprinnelige klasseantallet. Det nye produktet gjennomgår deretter en ny analyse av spektral likhet og separabilitet med påfølgende sammenslåing av klasser.
- (6) I siste steg i prosessen relateres klassene i sluttproduktet til en standardisert kartnøkkel for det aktuelle kartleggingsområdet. En oversikt over bearbeidingsprosessen i sin helhet, er vist i **Figur 4**.

4.3 Feltarbeid

I forbindelse med utarbeiding av gåsehabitatkartet over Svalbard var det lite midler til feltarbeid og validering av basiskartet. For å kontrollere holdbarheten til det nye vegetasjonskartet ble det i perioden 21. juli til 25. juli 2008 utført en feltvalidering av vegetasjonen over større deler av Svalbard ved hjelp av helikopterbefaring og kontroll av flere bakkepunkter. **Figur 5** viser ruten for helikopterbefaringen. Nordaustlandet var imidlertid mer eller mindre fullstendig dekket av snø, og det ble besluttet å ikke foreta befaringer på denne øya. Når det gjelder de andre områdene så ble stort sett alle forhåndsklarerte landinger utført, men i Agardhdalen og nord-øst på Edgeøya måtte landinger avbrytes på grunn av tåke. Dette gjaldt også Prins Karls Forland. I tillegg ble det utført befaringer i Adventdalen, Gruve 7-området, Endalen og i Bjørndalen.



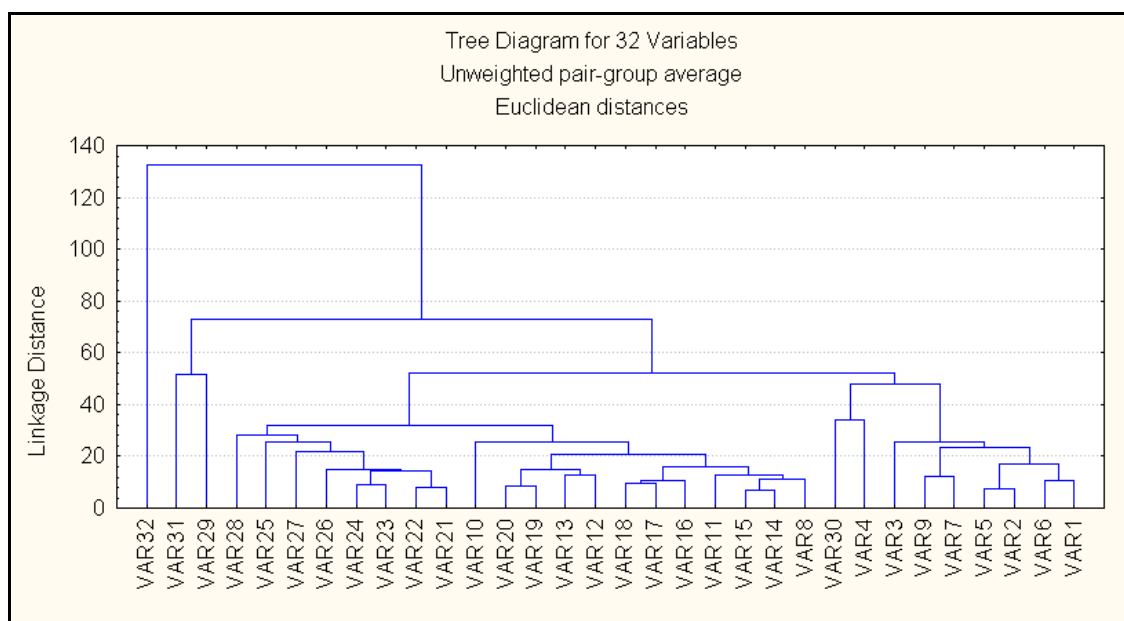
Figur 5. Kart som viser flyruten for feltarbeidet sommeren 2008. Dag 1 er angitt i rødt; dag 2 i blått og dag 3 i brunt.

4.4 Klassifikasjon av de nye bildene

Klassifikasjon av nye scener er gjort etter produksjonslinja skissert i **Figur 4**. Scene 214/4, fra 17. 08. 2000 er her valgt ut som "master-scene". Denne er inndelt i 32 klasser basert på automatisk klustering av materialet. Til "master-scenen" er nye klasser addert til etter hvert som nye scener er klassifisert. Det endelige sluttproduktet for hele Svalbard er på i alt 38 klasser. Det er utarbeidet to dendrogram for "master-scenen" basert på sammenslåingsalgoritmene "unweighted pair-group-average method" (**Figur 6**) og "Ward's-method" (**Figur 7**). I begge tilfellene er

"Euclidean distance" brukt som likhetsmål mellom klassene. Begge dendrogrammene gir en god oversikt over oppsplitting av materialet i "clusters". Spesielt dendrogrammet uarbeidet etter Wards metode gir et godt grunnlag for sammenslåing av klassene og dermed reduksjon av antall klasser til naturtyper eller landskapsklasser.

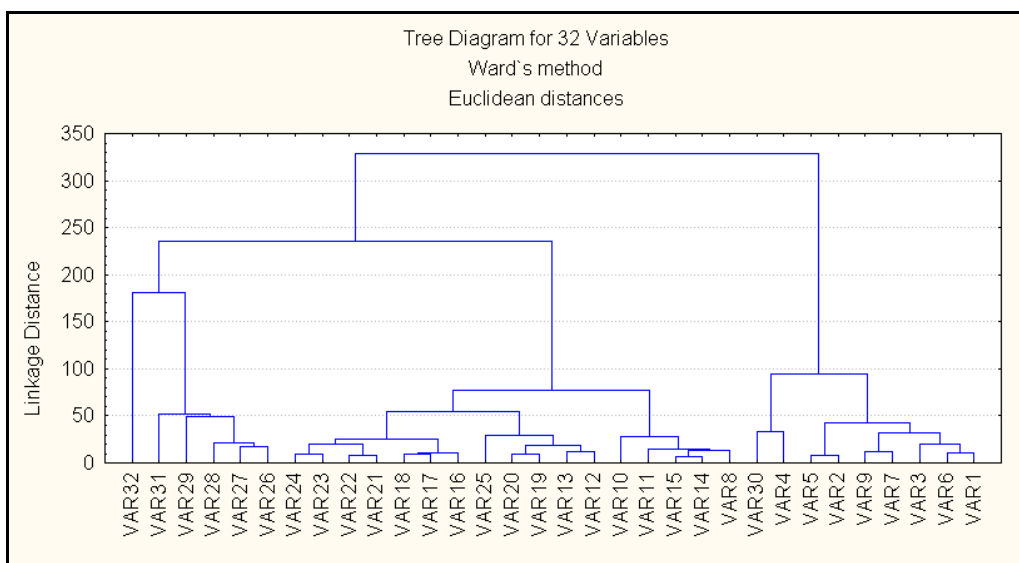
Ved å sammenholde klasseinndelingen i begge dendrogrammene med et trekanals bilde av "master-scenen" (kanalkombinasjon 453), kan en lett få et bilde av hovedinndelingen i materialet. Begge dendrogrammene gir tilnærmet samme inndeling på overordnet nivå. Både i **Figur 6** og **Figur 7** er klasse 32 klart adskilt fra det øvrige materialet. En visuell tolkning bestemmer innholdet av denne klassen til breer og seint utsmelta snøleier. Lengst til høyre i begge dendrogrammer framkommer en hovedgruppering av klassene 1-7, 9 og 30. En overordnet tolkning av denne gruppen utgjør hav, vann, utsmeltingsområder og skyggeområder. Alle klassene i denne gruppen er videre angitt med lave NDVI-verdier (**Tabell 5**). I andre del av dendrogrammet er inndelingen noe forskjellig. Ved å følge Wards metode, utskilles klassene 26-29 og 31 i en egen hovedgruppe. En visuell tolkning av denne gruppen viser vegetasjonsfrie areal av ulike slag. Et gjennomgående trekk igjen er lave NDVI-verdier, med negative tall for våte areal.



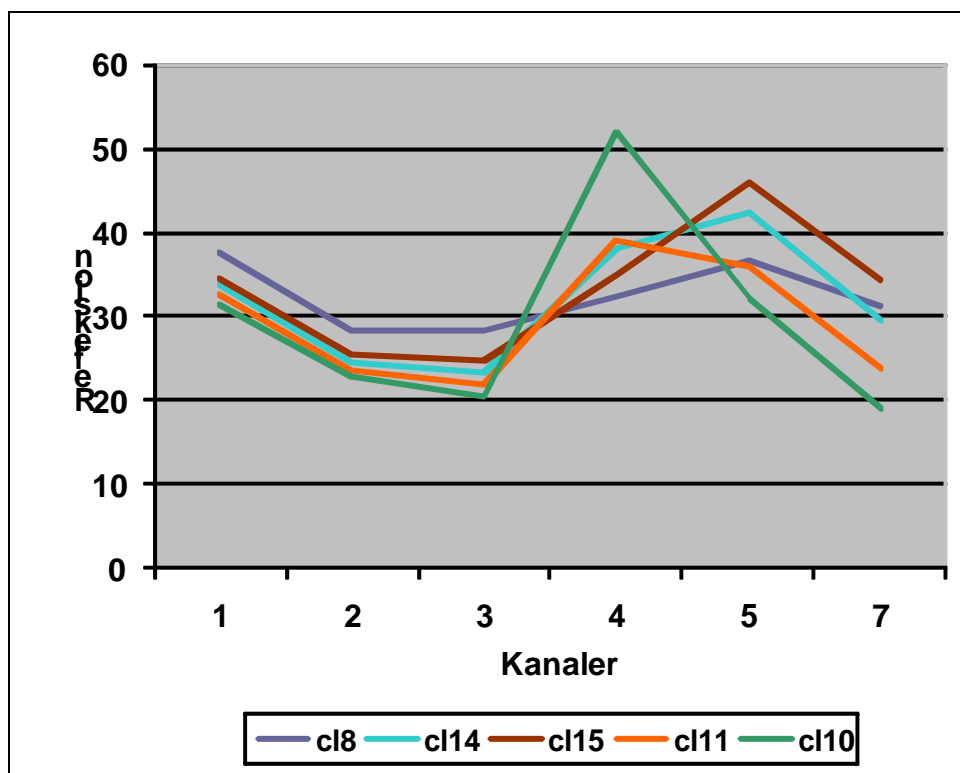
Figur 6. Dendrogram av "master-scenen" basert på sammenslåing etter UWPGA-metodikk.

I dendrogrammet basert på Wards metode (**Figur 7**) skilles ulike typer våte areal til høyre i dendrogrammet, mens isbreer/snø og vegetasjonsfrie areal skilles ut til venstre. Gruppen i midten, som da gjenstår, utgjør vegeterte areal i ulike utforminger. En tolkning av klasser innen denne gruppen er gjort ved en nærmere studie av spektralmønstre for ulike klasser, visuell

tolkning, bakkeregistreringer under feltarbeidet, samt publiserte og upubliserte kilder når det gjelder vegetasjonsbeskrivelser og vegetasjonskart. I **Figur 8-10** har vi presentert spektralkurvene for de ulike hovedtyper av vegetasjon. Disse kurvene blir studert inngående ved tolkning av vegetasjonskartet.



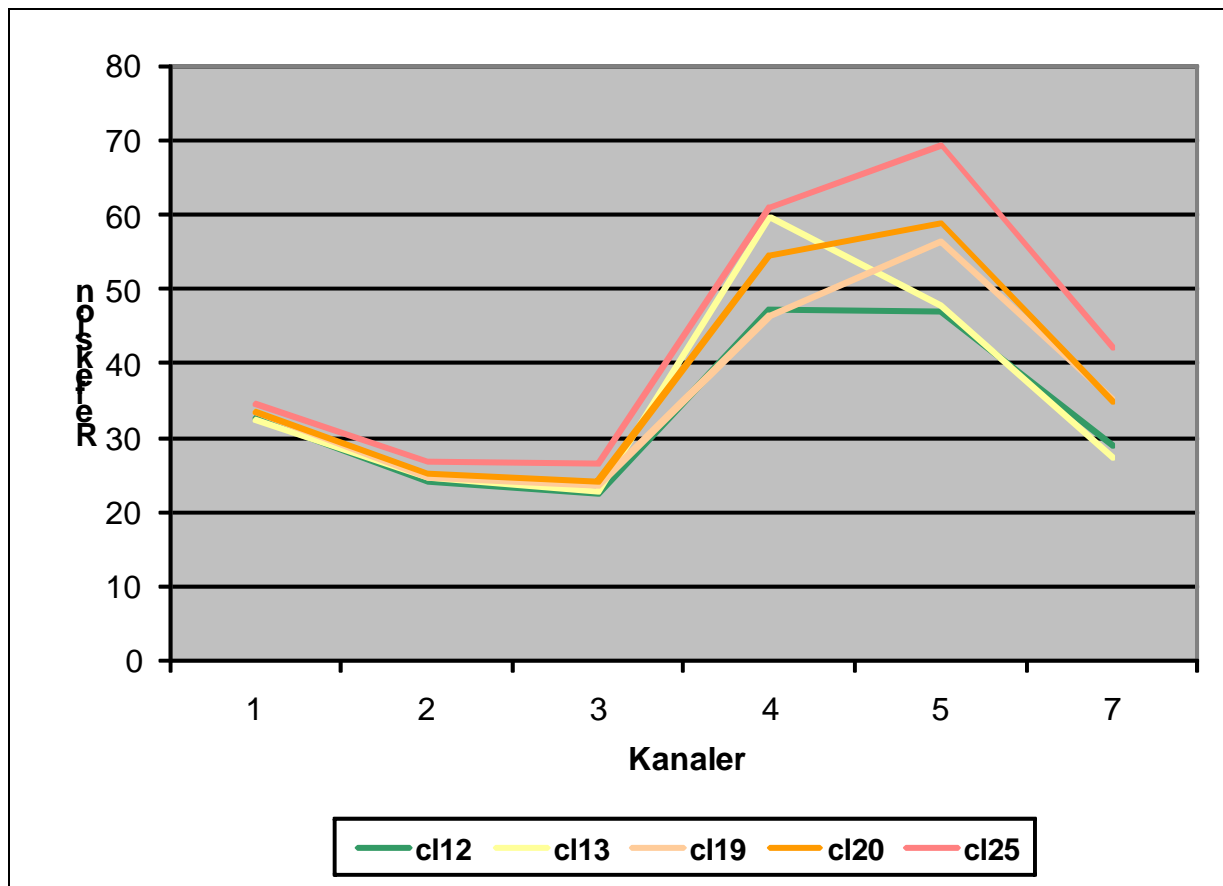
Figur 7. Dendrogram av "master-scenen" basert på sammenslåing etter Wards metode.



Figur 8. Spektralkurver (Landsat TM 1-5 og 7) for originalklassene: klasse 8 Utsmeltingssoner i isbreer; klasse 10 Åpne, våte leirflater, elveløp, våt strandeng og rasskråninger; klasse 11 Snøleier av fjellrapp-, polararve-, fjellbunke type; overrislingsflater og delvis etablerte elvevifter; klasse 14 Våt mosetundra med tett mosedekke og klasse 15 Frodig mosetundra. Merk at dette tilsvarer klassene 10-14 etter Wards metode (**Figur 7**).

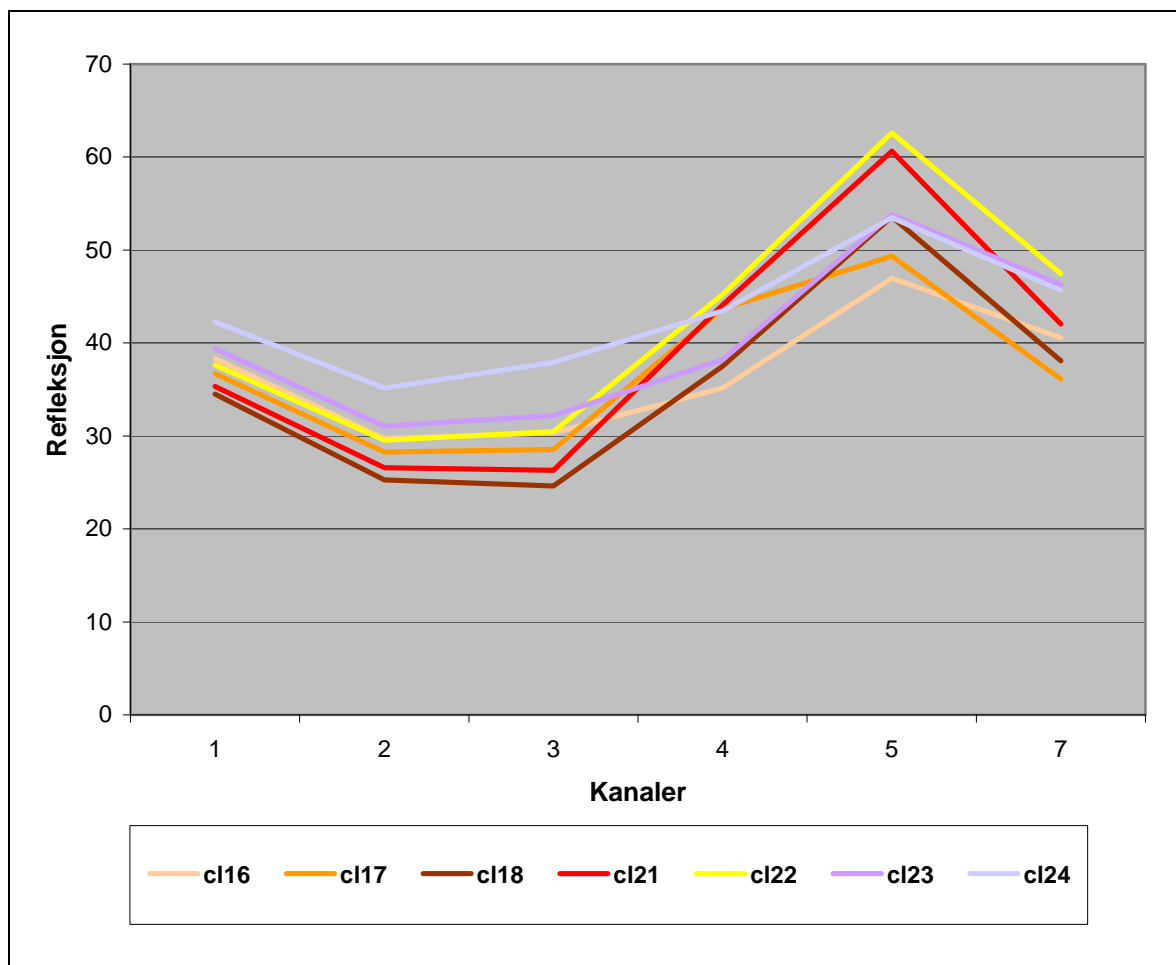
Tabell 5. Tolkning av utskilte klasser fra "master-scenen", 214/4, 17. 08. 2000.på bakgrunn av Wards metode og originalklassifikasjonen.

Wards metode	Original		Første ordens tolkning av klasser i "master-scenen"
Nr	Nr	NDVI	
1	1	-0,30	Innlandsvann, tjern, dammer og vannflater
2	6	-0,38	Isbre i utsmeltingsfase, skyggeområder og vassflater
3	3	-0,45	Elver, slamsjøer, utsmeltningssoner i isbreer
4	7	-0,10	Elveløp og grusflater/utsmeltningsområder (midtmorene i breer)
5	9	0,12	Våte grusflater, i hovedsak uten eller med sparsomt vegetasjonsdekke.
6	2	-0,23	I vegetert form som åpen fjellbunkemark, åpne snøleier og åpne strandflater
7	5	-0,16	Hav
8	4	-0,57	Skyggeområder, inkludert enkelte typer våte areal
9	30	-0,10	Utsmeltningssoner i isbreer
10	8	0,13	Sparsomt vegeterte leirflater som i vegetert form opptrer som åpen rødsildremark og åpne områder med polarvier.
11	14	0,29	Åpne, våte leirflater, elveløp, våt strandeng og rasskråninger
12	15	0,30	Snøleier av fjellrapp-, polararve-, fjellbunke type; overrislingsflater og delvis etablerte elvevifter
13	11	0,24	Tørre grasbakker; fuglefjellvegetasjon; gras- og urterike heisamfunn og tørre utforminger av samfunn med våtmarkspreget karakterisert av arter som snøull og ishavstarr (Edgeøya)
14	10	0,22	Våt mosetundra; utforminger av smalstarr/blankstarr type og våt snøleiemark i nordhellinger
15	12	0,35	Våt mosetundra med tett mosedekke. Lik foregående klasse i utforming, men lokalisert til areal med stagnerende vann
16	13	0,36	Frodig mosetundra; lokalisert til skrånende terreng og anrikingssoner i ller og etablerte elvevifter
17	19	0,41	Frodig mosetundra av småtundragras/snøull type, oftest lokalisert til øvre del av ller og skråninger med overrislingseffekt. I enheten inngår frodig og grasrik fuglefjellvegetasjon
18	20	0,42	Rødsildremark; stedvis med et visst lavinnhold (<i>snøskjerpe og gulsinn</i>). Opptrer på strandflater, langs elveløp og på elvevifter i en etableringsfase
19	25	0,44	Tørre engsamfunn og tørre, frodige utforminger av fuglefjellvegetasjon
20	16	0,21	Åpne tørrgrasheier og åpne rabbesamfunn på siltholdig substrat, ofte karakterisert ved arter som <i>tuemure</i> , <i>puterapp</i> og <i>strirapp</i> .
21	17	0,27	Sildremark, oftest lokalisert til grus/siltflater langs elver og elvevifter. Opptrer til fjells som tilnærmet vegetasjonsfrie areal
22	18	0,37	Tørr mosetundra, frytlemark og gråmose/lavhei (Krossfjorden), Gipsdalen: etablert grusvifte
23	21	0,39	Frytlemark og reinrosesamfunn med sluttet vegetasjonsdekke.
24	22	0,35	Reinrose/Polarvierhei; Klasse 121a i Gipsdalen. Delvis sluttet vegetasjon.
25	23	0,25	Reinrose-bergstarrheier, Gipsdalen: Åpen utforming
26	24	0,17	Åpne reinrosesamfunn på tørr silt-/grusholdig substrat. I nord og øst frytlemark og valmue-mark med delvis sluttet vegetasjonsdekke
27	26	0,28	Raskråninger, grusvifter og talluskråninger med sparsomt vegetasjonsdekke
28	27	0,13	Åpne reinrose-bergstarrheier. Gipsdalen: Åpen reinrose-mark, på rygger: gråmoseholdig frytlemark (Dunderdalen).
29	28	0,30	Sparsomt vegeterte leirflater, stedvis med innhold av rødsildre; I indre Isfjordenområdet – sparsomt vegeterte arealer på åpne elvevifter
30	29	-0,03	Åpen vegetasjon med svalbardvalmue og forekomster av reinrose og høg fjellskarse (Edgeøya) I indre Isfjordenområdet: åpne grus-/rasmarker, Widjefjorden: Steppeppesamfunn av <i>tuemure-puterapp</i> -typen.
31	31	0,30	Våt snø/breis
32	32	-0,72	Bart fjell, grus
			Isbreer



Figur 9. Spektralkurver (Landsat TM 1-5 og 7) for originalklassene: klasse 12 Tørre grasbakker; fuglefjellvegetasjon; klasse 13 Våt mosetundra; utforminger av smalstarr/blankstarr type og våt snøleiemark i nordhellinger; klasse 19 Åpne tørrgrasheier og åpne rabbesamfunn på siltholdig substrat; klasse 20 Sildremark, oftest lokalisert til grus/siltflater langs elver og elvevifter og klasse 25 Åpne reinrosesamfunn på tørr silt-/grusholdig substrat. I nord og øst frytlemark og valmueemark med delvis sluttet vegetasjonsdekke. Merk at dette tilsvarer klassene 15-19 etter Wards metode (Figur 7).

Når det gjelder bakgrunnsdata så vil vi spesielt henvise til vegetasjonskartet over Edgeøya (Zonneveld et al. 2004), vegetasjonskartet fra Gipsdalen (Elven et al. 1990), vegetasjonskartet til Elvebakk for hele Svalbard i målestokk 1:3.500 000 (Elvebakk 2005) og vegetasjonskartene til Brattbakk (Brattbakk 1981, 1985). Disse kartene er laget for Brøggerhalvøya og Reinsdyrflya i målestokk 1:10 000. En annen viktig informasjonskilde under tolkningsarbeidet har vært et utkast til vegetasjonskart for Sassendalen som kun foreligger som inntegnede polygoner på sort-hvite flybilder. Disse registreringene ble gjort i årene 1987-1990 og omfatter arealavgrensninger på flybilder og forslag til kartleggingssystem. Systemet som ble utviklet for Sassendalen er gjennomført i Gispdalen (Elven et al. 1990). Vi brukte også den digitale terrengmodellen over Svalbard, samt topografiske kart under dette tolkningsarbeidet. Av satellittbaserte produkt finnes et utkast til vegetasjonskart for Nordenskiöld Land (Linn Bryn Jacobsen og Reidar Elven upublisert) og flere kartprodukt fra Brøggerhalvøya.



Figur 10. Spektralkurver (Landsat TM 1-5 og 7) for originalklassene: klasse 16 Frodig mose- tundra av småtundragras/snøull type; klasse 17 Rødsildremark; stedvis med et visst lavinnhold (*Cetraria delisei/nivalis*); klasse 18 Tørre engsamfunn og tørre, frodige utforminger av fugle- fjellvegetasjon; klasse 21 Tørr mosetundra, frytlemark og gråmose/lavhei og klasse 22 Frytle- mark og reinrosesamfunn med sluttet vegetasjonsdekke; klasse 23 Reinrose/polarvierhei; del- vis sluttet vegetasjon og klasse 24 Reinrose-bergstarrheier. Merk at dette gjelder klassene 20- 26 etter Wards metode (**Figur 7**).

5 Kart og arealstatistikker

5.1 Kart og resultat i prosjektet

Kartprodukter og øvrige resultat som er utviklet i dette prosjektet, kan oppsummeres til følgende:

- 1) Sømløst vegetasjonskart for hele øygruppa i digitalform, inndelt i 38 klasser. Kartet er basert på Landsat TM/ETM+ data med oppløsning 30 meter. Produktet er levert til oppdragsgiver, Norsk Polarinstitut, på digital form. Kartnøkkelen inngår i denne rapporten.
- 2) Poster – "Vegetasjonskart Svalbard, 1:500 000". I posteren gjengis kart over hele øygruppa i målestokk 1:500 000. Til kartet er det knyttet en kartnøkkel inndelt i 19 klasser med referanser til klassene (0-37) i originalklassifikasjonen. Posteren oppsummerer videre arealtall for hele øygruppa og tilsvarende tall for øyene: Prins Karls Forland, Spitsbergen, Nordaustlandet, Barentsøya og Edgeøya. Arealdata er inndelt i 5 hovedgrupper.
- 3) Poster – "Vegetasjonskart Nordenskiöld Land, 1:100 000". Posteren gir en kartografisk framstilling av vegetasjon og arealtyper for dette delområdet. I posteren presenteres samme kartnøkkel som for hele øygruppa (19 klasser), samt arealtall.
- 4) Rapport som oppsummerer "Vegetasjonskart – Svalbard". Rapporten beskriver materiale og metode som er benyttet i prosjektet. Videre gir rapporten en oppsummering av resultat og kartproduktet.
- 5) Kartprodukt som inngår i denne rapporten oppsummeres til følgende: a) Vegetasjonskart – Svalbard, målestokk 1:2,5 mill; Kartutsnitt – Sassendalen-Gipsdalen, målestokk 1:250 000; Vegetasjonskart over Adventdalen, Colesdalen og Reindalen, målestokk 1:250 000; Vegetasjonskart over Kongsfjorden – Brøggerhalvøya, målestokk 1:250 000; Vegetasjonskart over Isfjord radio, Kapp Linné. Målestokk 1:50 000; Vegetasjonskart over Sassendalen. Målestokk 1:50 000.

Under klassifikasjonen er ulike arealtyper inndelt i 38 klasser, som omfatter både naturtyper og vegetasjonstyper. De første 32 klassene er et resultat av en automatisk klassifisering av "master-scenen", 214/4, 17.08.2000. Klassene 33-38 er kommet til etter hver som nye scener er addert til "masterproduktet". I tillegg til kartprodukt som presenteres i denne rapporten er kartet for hele landet levert Norsk Polarinstitut på digital form. Dette kartet har en oppløsning på 30 meter. Kartprojeksjonen er i UTM, sone 33.

5.2 Utvikling av kartnøkkel

Under utformingen av kartnøkkel er det klassifiserte satellittproduktet sett i forhold til eksisterende tilordninger av vegetasjon og arealtyper på Svalbard. Denne tilordningen av materialet tar i hovedsak utgangspunkt i vegetasjonskart utarbeidet for Gipsdalen etter tradisjonell metodikk (Elven et al. 1990). Det er utarbeidet en kartnøkkel for kartproduktet som dekker hele øygruppa. Den samme kartnøkkel er også gyldig for delutsnitt som presenteres i dette arbeidet. Kartnøkkel kan inndeles i fem hovedgrupper/habitater:

Gruppe I: Areal uten vegetasjonsdekke. Gruppen inneholder i alt 11 klasser fra hav og isbreer til blokk- og grusmark i fjellet. Klasse 0 som i hovedsak er uklassifiserte areal og utsmeltingsområder på isbreer utgjør en 12' te klasse i denne gruppen

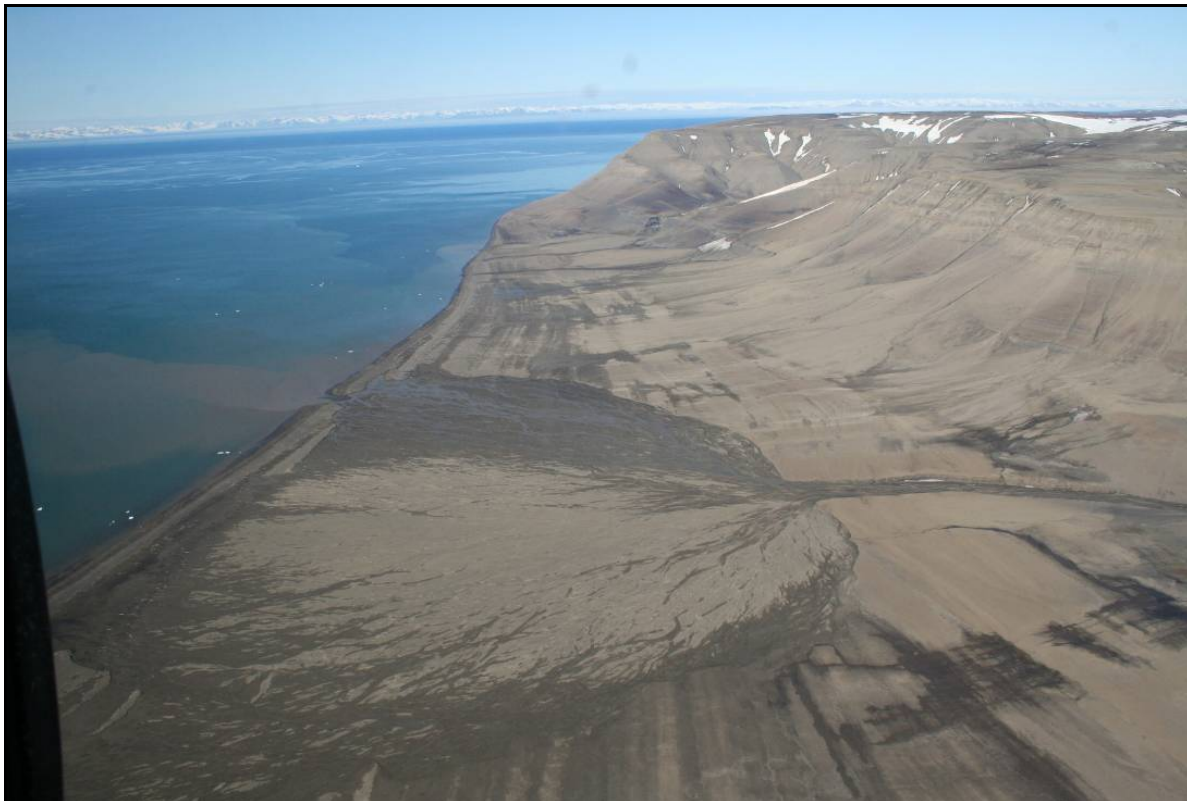
Gruppe II: Våte arealtyper med sluttet til tett vegetasjonsdekke. I denne gruppen inngår ulike utforminger av mosetundra, sumpmark, snøleier og frodig fuglefjellvegetasjon.

Gruppe III: Bakker og tørre enger. I denne gruppen inngår ofte varmekrevende arealklasser, ofte med et høgt artsinnhold. I denne gruppen finner vi klasser med de høyeste NDVI-verdier. Vegetasjonstyper i denne gruppen er i hovedsak lokalisert til indre Isfjordenområdet.

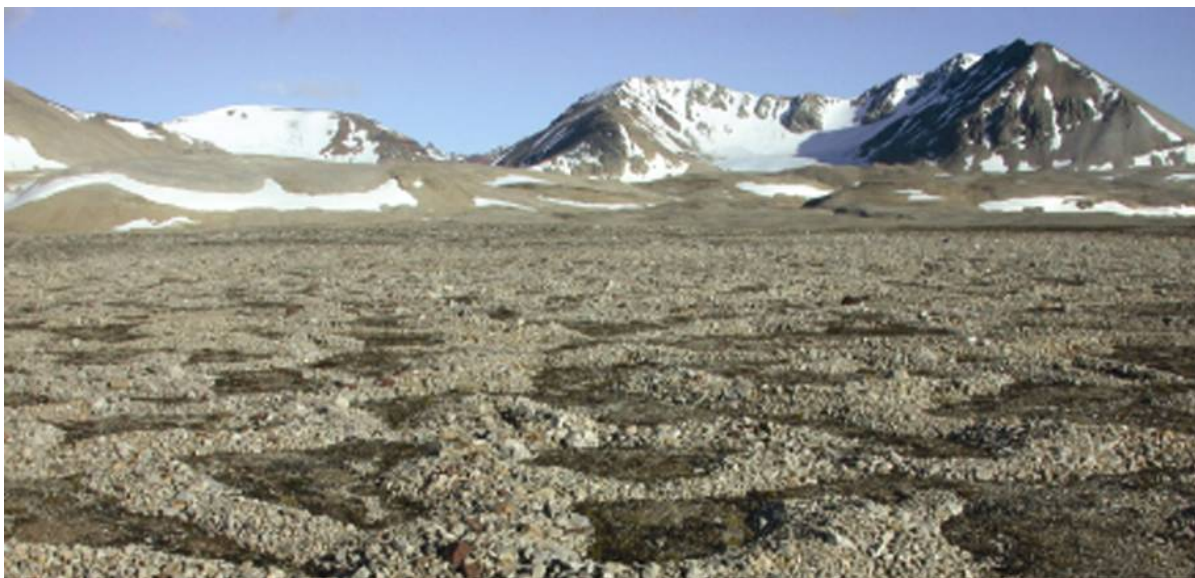
Gruppe IV: Heier med sluttet til tett vegetasjonsdekke. Heisamfunn dominert av reinrose utgjør hoveddelen av denne gruppen. Denne heitypen er inndelt i åpne og mer sluttete utforminger. I gruppen inngår også frytlemark.

Gruppe V: Polarørken og ekstrem vegetasjon. Gruppen er karakterisert ved arealtyper med et sparsomt vegetasjonsdekke. Hovedforekomstene er i de østlige og nordlige deler av øygruppen.

I **Tabell 6** er det gitt en fullstendig beskrivelse av utskilte arealklasser (0-37) fordelt på i alt 19 naturtyper. I **Figur 11** presenteres et eksempel på tørre og våte områder som er lite vegetert fra Edgeøya. **Figur 12** viser et landskap karakterisert ved polarørken. **Figur 13** gjengir oversiktskartet (vegetasjonskartet) over øygruppa (kartnøkkel i **Tabell 6**).




Figur 11. Svalbard – sparsomt vegeterte areal på Edgeøya. (Foto: Bernt Johansen – 2008). Større arealer av klasse 30 er dominerende.










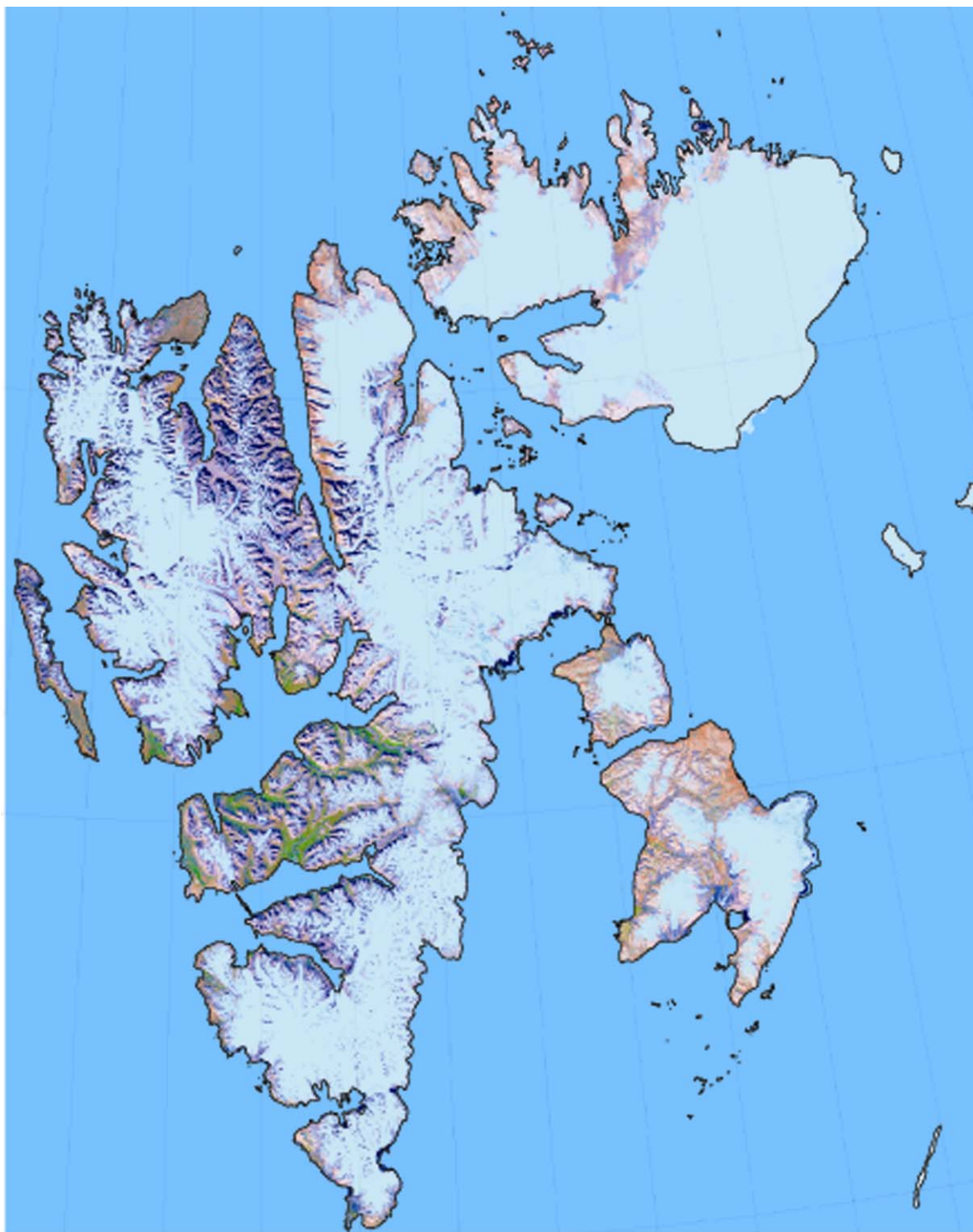
Figur 12. Polarørken med polygonmark tatt i Engelsbukta ved Forlandsundet. Foto: Bjørn Erik Sandbakk.

Tabell 6. Kartnøkkel for vegetasjonskart over Svalbard (side 1). Hovedgrupper/habitater (I-V), naturtyper (1-19) og arealklasser (0-37).

Gruppe I: Areal uten vegetasjonsdekke	
	<i>1 Hav, innsjø, breelv, utsmeltingsområder (1,2,3).</i> Hav (1) og innsjøer (2) utgjør størst areal i denne hovedgruppen. Videre skiller elveløp i enkelte av dalførene ut som en egen klasse (3). Klassen omfatter videre utsmeltingssoner på flere av breene.
	<i>2 Skyggeområder; snø/is under utsmelting (5,29).</i> En forrevet topografi og lav solvinkel bidrar til at store areal blir liggende i skygge. Dette gjelder areal i nordskråninger. Karakteristisk for disse arealene er manglende refleksjon fra bakken, spesielt i de infrarøde kanalene. Tilsvarende viser våt snø i breområder samme refleksjonsmønster.
	<i>3 Utsmeltingssoner (0,4,6).</i> Utsmeltingsområdene i denne klassen er lokalisert til isbreer som vann på isbreer, breelver og vassflater.
	<i>4 Leir- og grusflater uten vegetasjonsdekke (30).</i> Enheten opptrer i låglandet på grus- og leirflater lang breelver; i fjellet oftest som breavsetninger i form av ende-, side- eller midtmorene.
	<i>5 Bart fjell, grus og blokkmark, rasmark og talusskråninger (28,31).</i> Areal i hovedsak uten vegetasjonsdekke. I nordlige og østlige deler av øygruppen inngår arealtypen "polarørken" denne enheten. En karakteristikk av denne arealtype er grus-/blokkmark med forekomster av arter som svalbardvalmue, polararve og vardefrytler.
	<i>6 Isbre og snødekt mark (32).</i>
Gruppe II. Våte arealtyper med sluttet til tett vegetasjonsdekke	
	<i>7 Våte leirflater, elveløp, strandeng, snøleier og rasskråninger (7,8,9).</i> Enheten opptrer som en våt arealutforming uten eller med et sparsomt vegetasjonsdekke. På leirflater og langs elveløp inngår pionerarter; på strandeng inngår arter som teppesaltgras, ishavsstarr og bjørnestarr. Åpne leirholdige snøleier av polararve-type utgjør betydelige areal i fjellet og i nordarktiske og polarørken områder. I klassen inngår og åpne utforminger av fjellbunkesnøleier.
	<i>8 Overrislingsflater, elvevifter og våt fjellbunkemark (14,15,33).</i> Klassen opptrer på flater med fuktige leir- og siltholdig substrat og i skrånende terreng med overrislingspreg. I klassen inngår og dammer og grunne tjern med algevekst. Etablerte elvevifter har i denne gruppen et snøleiepreg. Langs vestkysten utgjør tettere utforminger av fjellbunkesnøleier i enheten. I Gipsdalen opptrer klassen som en sesonghygrofil mosetundra type med overrislingspreg.
	<i>9 Snøleier og bunkemark (34,35).</i> Snøleier av fjellbunke-type utvikles på lokaliteter med et godt til moderat snødekke på vinteren. Karakteristisk for enheten er høy grunnvannstand gjennom store deler av vekstsesongen. Dette gir enheten sin karakteristiske utseende med dammer og vasspytter i kombinasjon med tuer av fjellbunke. Mellom tuene opptrer stedvis tette mosematter. Flere grasarter inngår. På reinsdyrfllya har vegetasjonskartet laget av Bartbakk (1985) registrert store areal av fjellrapp-snøleier. Disse samfunne inngår i denne enheten.
	<i>10 Sump, våtmark (10,11,36).</i> Enheten er lokalisert til låglandet, i hovedsak til områder med dårlig dreneringsevne. Enheten opptrer ofte i tilknytning til dammer og tjern. Klasse 10 utgjør utforminger av hogvokste grasarter som hengegras og spriketundragras. Klasse 11 har et større kildepreg og opptrer mer i oversvømmingsområder, langs bekker og i utsmeltingssoner nær breer. Klassen har et betydelig innhold av moser der blodnøkkemose og raudmakkemose er vanlige. Klasse 36 utgjør moserike utforminger med store areal på Reinsdyrfllya.
	<i>11 Mosetundra (12).</i> Vegetasjon definert som mosetundra er karakterisert ved tette mosematter av arter som gullmose, blodnøkkemose m.fl. Utforminger av mosetundra opptrer i hovedsak i låglandet, men har og forekomster i fjells med polarreverumpe som karakteristisk art. Enheter i låglandet opptrer på areal med dårlig dreneringsevne; på etablerte elvevifter, i svakt skrånende terreng med overrislingseffekt.
	<i>12 Frodig mosetundra, fuglefjellsvegetasjon (13,37).</i> Fuktig utforming av mosetundra med sterk dominans av gras og graminoider. Enheten er oftest lokalisert til øvre del av lier og skråninger med overrislingseffekt. Enheten er karakterisert ved sitt frodige preg. I enheten inngår arter som småtundragras, snøull, smalstarr, blankstarr og flere urter. En annen utforming innen enheten er frodige og grasrik samfunn i tilknytning til fuglefjell. En spesialutforming som opptrer på strandflater langs vestkysten er gråmoserike utforming på oppfrysingsmark. Store areal av denne utformingen ble registrert i Dunderdalen (Wedel Jarlsberg Land).

Tabell 6. Kartnøkkel for vegetasjonskart over Svalbard (side 2). Hovedgrupper/habitater (I-V), naturtyper (1-19) og arealklasser (0-37).

Gruppe III: Bakker og tørre enger	
	<i>13 Engelsamfunn (19,20).</i> Frodig og grasrik vegetasjon i ller og på etablerte elvevifter. Enheten opptrer ofte sammen med frodige mosetundra-utforminger, men som en tørrere variant. Mer spesielle utforminger av denne enheten er lesider med lokalt varmekjære arter som raudsvingel, svartaks, hårsvingel og polarløvetann. Disse er knyttet til det mellomarktiske området. I enheten inngår og tørre og frodige utforminger av fuglefjellsvegetasjon.
	<i>14 Tørre grasheier og knauser (25).</i> Åpen vegetasjon på knauser, rabber og elvesletter med finkornet siltsubstrat. Karakteristiske arter innen enheten er tuvemure, putreapp og strirapp. Enheten har et geografisk tyngdepunkt i indre fjordområder av Spitsbergen. Enheten opptrer og i siltholdige rasskråninger, tilnærmet fri for vegetasjonsdekke.
Gruppe IV: Heier med sluttet til tett vegetasjonsdekke	
	<i>15 Åpen heisamfunn (22).</i> Vegetasjon på eksponerte rabber og terrasser uten sluttet vegetasjonsdekke. En av hovedutformingene innen enheten er åpne reinrose-bergstarrheier. Raudsildre-lavheier er en annen utforming innen enheten som utgjør store areal, spesielt på strandflater langs vestkysten av Spitsbergen. Graden av åpenhet i vegetasjonsdekket varierer.
	<i>16 Etablerte reinroseheier (18,21).</i> Reinroseheier med sluttet vegetasjonsdekke opptrer med flere dominansformer; dels som reine reinrosesamfunn med et fåtall andre dominanter; dels som tette utforminger av reinrose-bergstarr heier; dels som reinrose-kantlyngheier. Kantlyngheiene er knyttet til områder med et stabilt snødekke på vinteren. I enheten inngår enkelte utforminger av frytlemark med sluttet vegetasjonsdekke.
	<i>17 Frytlemark (16,17).</i> Tette til åpne vegetasjonssamfunn karakterisert ved arten vardefrytle. Opptrer på næringsfattig berggrunn og utgjør store areal på vestkysten og i nordøstlige deler av øygruppa. Stedvis med et sterkt innslag av gråmose og lav som gulskind og fjellreinlav. Klasse 16 utgjør de mest åpne utforminger, mens 17 har et mer sluttet vegetasjonsdekke. Laven snøskjerpe kan også inngå med betydelige forekomster i dette vegetasjonssamfunnet.
Gruppe V: Polarørken og ekstrem vegetasjon	
	<i>18 Pionervegetasjon (23,24).</i> Enheten omfatter ulike typer åpne vegetasjonstyper i en utviklingsfase. Karakteristisk for pionervegetasjonen er forekomst på ustabil substrat. Elvevifter, grus- og leirflater langs elver og vassig og arealstyper i fjellet er eksempler på denne type areal. Klasse 23 er her knyttet til elvevifter, rasskråninger og ustabile strandflater. I enheten inngår enkeltarter. Klasse 24 er mer åpen og opptrer som ustabile grusbanker, grusskråninger og grusmark i fjellområder.
	<i>19 Oppfrysingsmark, polygonmark og polarørkenområder (26,27).</i> Enheten utgjør sparsomt vegeterte areal på strandflater, leirflater og på elvevifter. I de østlige deler av øygruppa utgjør åpne grusmarker store areal som et resultat av barske klimaforhold. Denne arealtypen benevnes polarørken. I polarørkenområder inngår et fåtall arter som svalbardvalmue, polararve og vardefrytle.



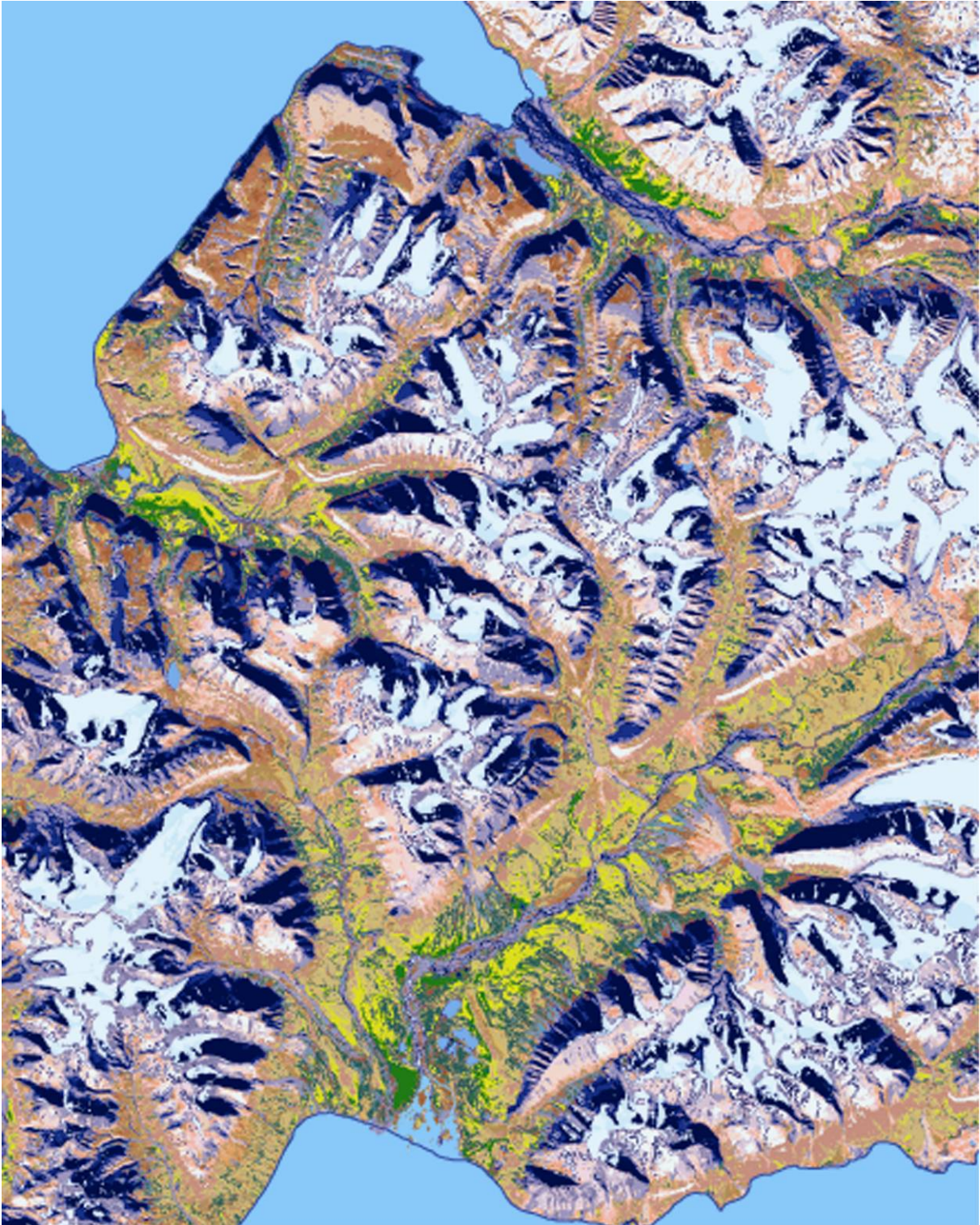
Figur 13. Vegetasjonskart for Svalbard i 38 klasser (basiskartet). Målestokk 1:2,5 mill.

I **Figur 14-18** presenteres de nevnte kartutsnitt som omfatter målestokker fra 1:50 000 til 1:250 000. Kartnøkkelen til disse kartutsnittene finnes i **Tabell 6**, og det er først ved målestokkene 1:50 000 og 1:100 000 en får et mer detaljert inntrykk av de ulike naturtyper og vegetasjonsty-

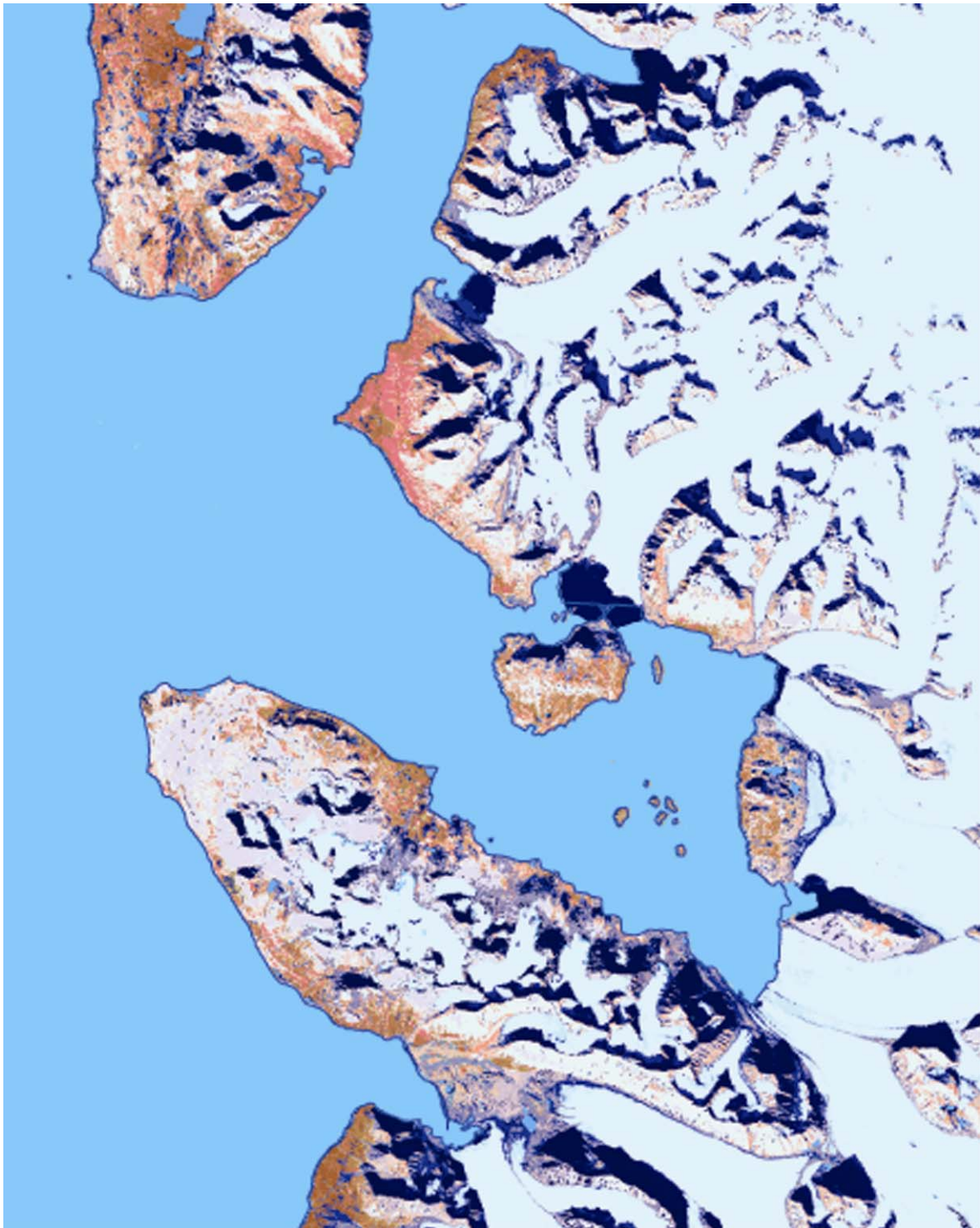
per, mens målestokkene 1:250 000 og grovere kan brukes til å få en oversikt over hvor det finnes vegetasjon på Svalbard.



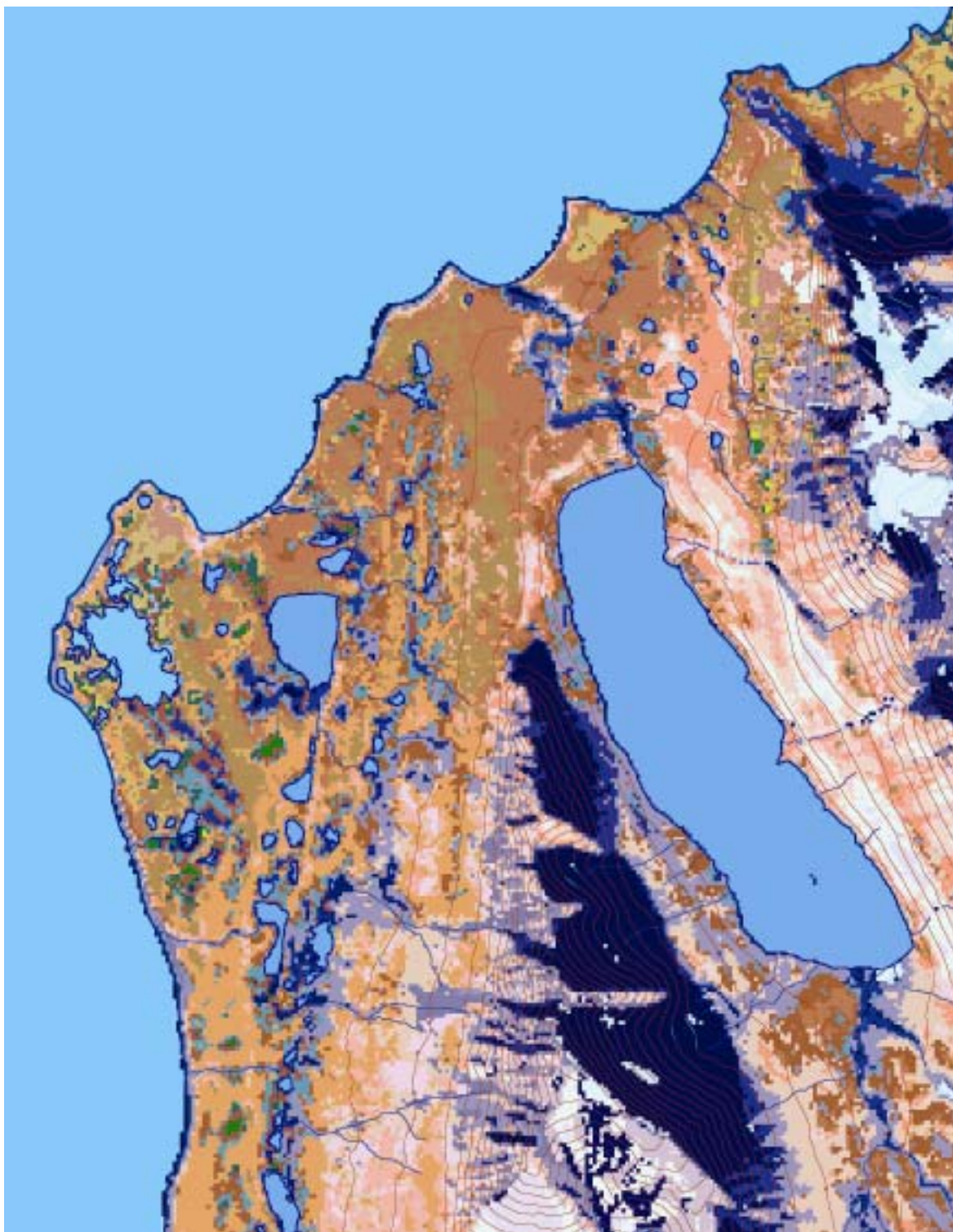
Figur 14. Kartutsnitt 1: Sassendalen – Gipsdalen. Målestokk 1:250 000. Kartnøkkel – se **Tabell 6.**



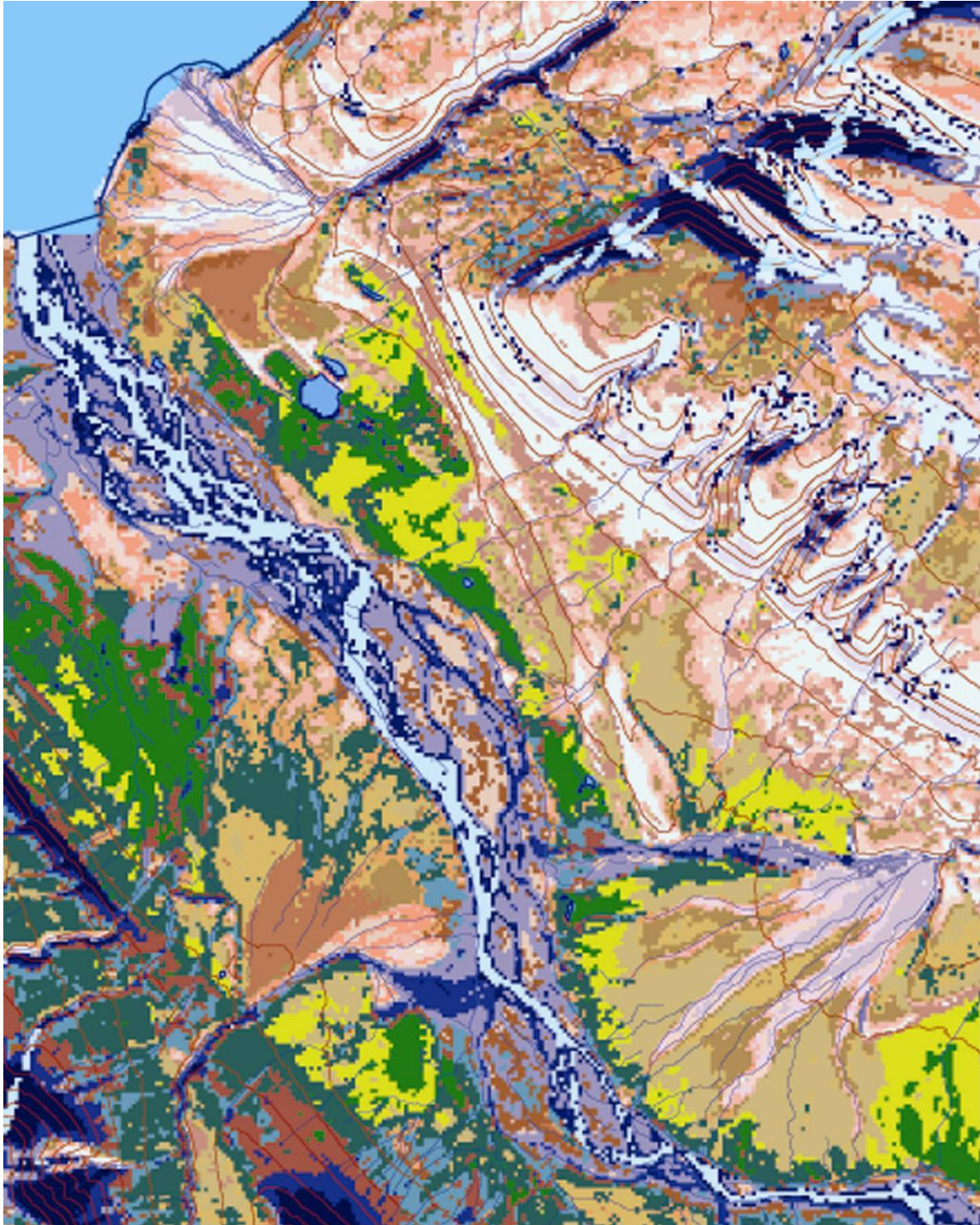
Figur 15. Kartutsnitt 2: Adventdalen, Colesdalen og Reindalen. Målestokk 1:250 000. Kartnøkkel – se **Tabell 6**.



Figur 16. Kartutsnitt 3: Kongsfjorden - Brøggerhalvøya. Målestokk 1:250 000. Kartnøkkel – se Tabell 6.



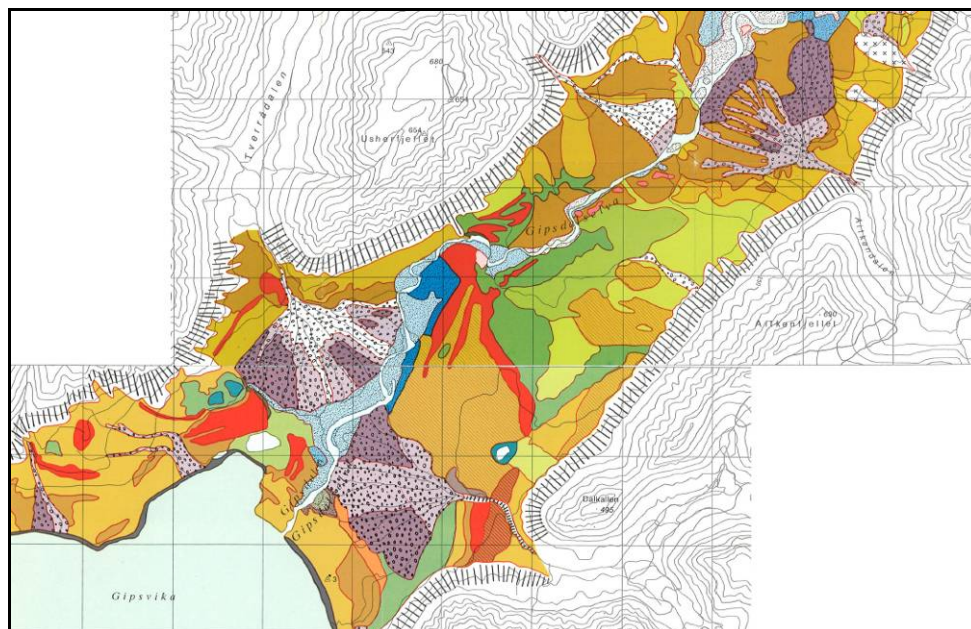
Figur 17. Kartutsnitt 4: Vegetasjonskart - Isfjord radio, Kapp Linné. Målestokk 1:100 000. Kartnøkkel – se **Tabell 6**.



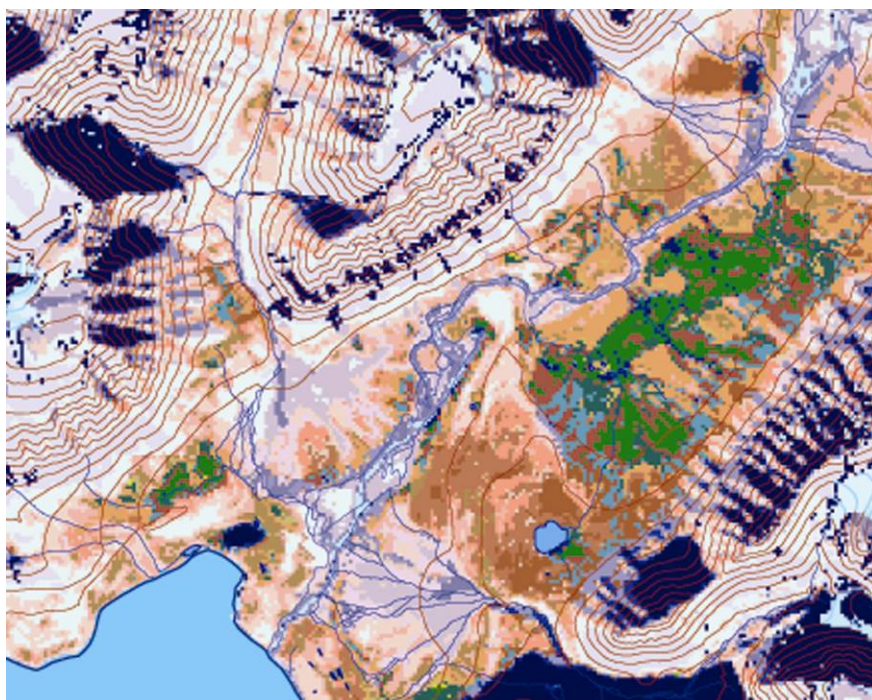
Figur 18. Kartutsnitt 5: Vegetasjonskart over Sassendalen, målestokk 1:50 000. Kartnøkkel – se Tabell 6.

5.3 Sammenligning med andre vegetasjonskart

I **Figur 19** og **Figur 20** presenterer vi en sammenligning mellom det flybildebaserte vegetasjonskartet fra Gipsdalen (Elven et al. 1990) og det foreliggende vegetasjonskart. Vi kan observere at detaljvariasjonen i vegetasjonen er vel så god på vårt kart som det flybildebaserte kartet, noe som bl.a. kan skyldes at man brukte sort-hvite flybilder i tolkningen i 1990.

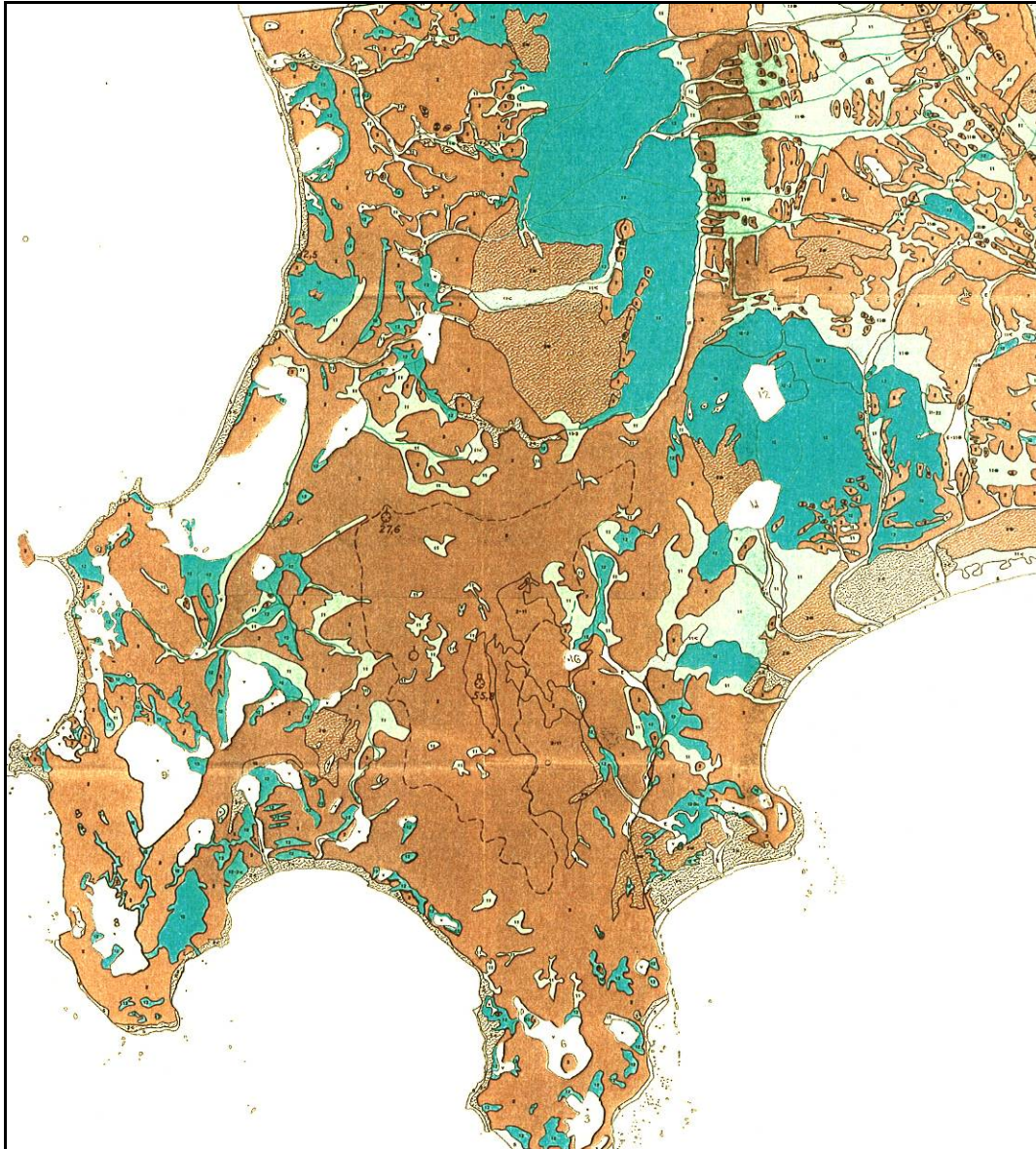


Figur 19. Gipsdalen – tradisjonelt vegetasjonskart i målestokk 1:20.000 (fra Elven et al. 1990).



Figur 20. Gipsdalen – satellittbasert vegetasjonskart i målestokk 1:50.000. Kartnøkkel – se Tabell 6.

I **Figur 21** og **Figur 22** presenterer vi en sammenligning mellom det flybildebaserte vegetasjonskartet fra Lågnesflya (Brattbakk 1985) og vårt kart. Vi kan også her observere at detaljvariasjonen i vegetasjonen er vel så god på vårt kart som det flybildebaserte kartet, noe som bl.a. kan skyldes at man brukte svart- og hvite flybilder i tolkningen i 1985.

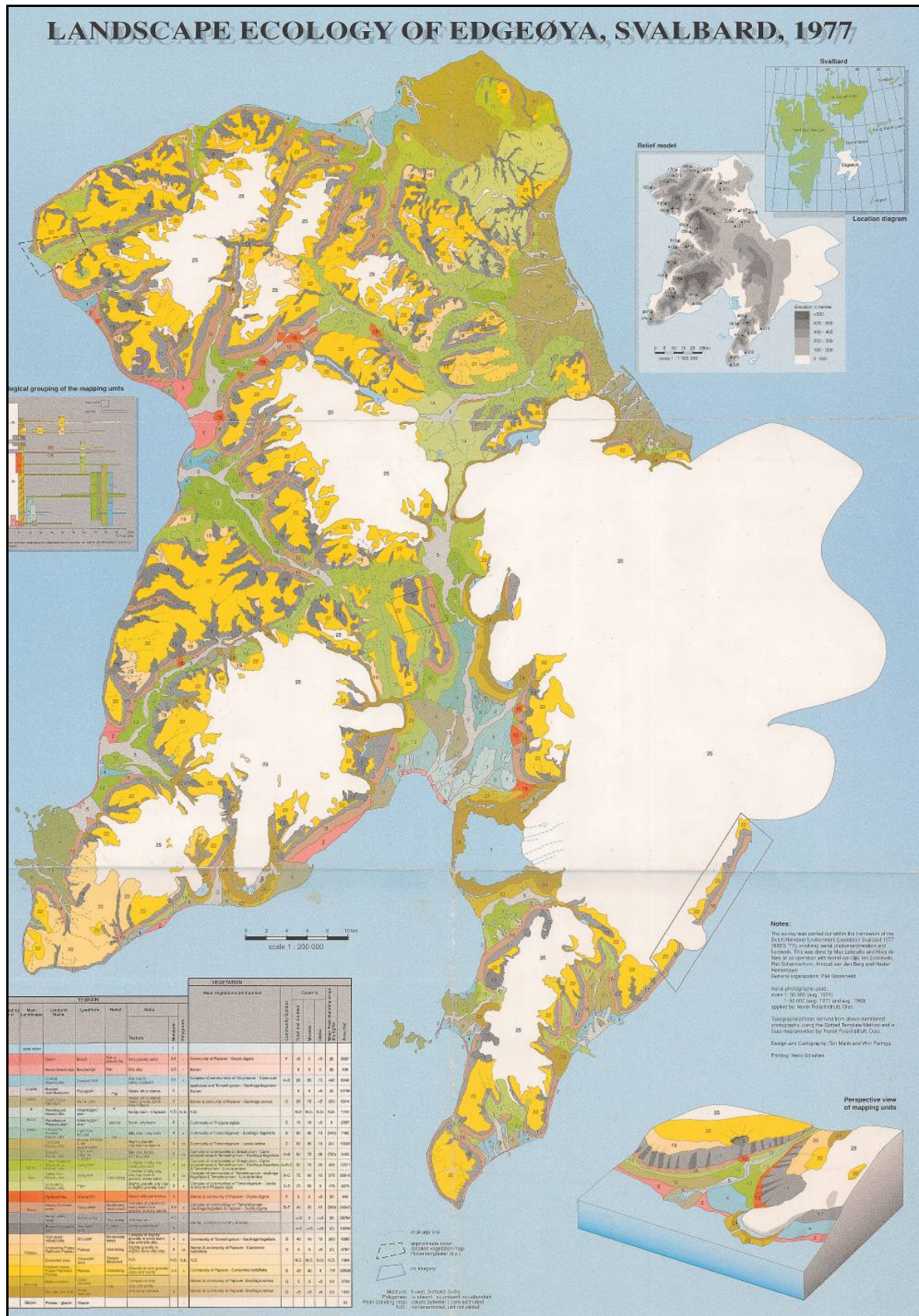


Figur 21. Lågnesflya - vegetasjonskart i målestokk 1:20.000 utarbeidet etter tradisjonell metodikk (Brattbakk 1985).

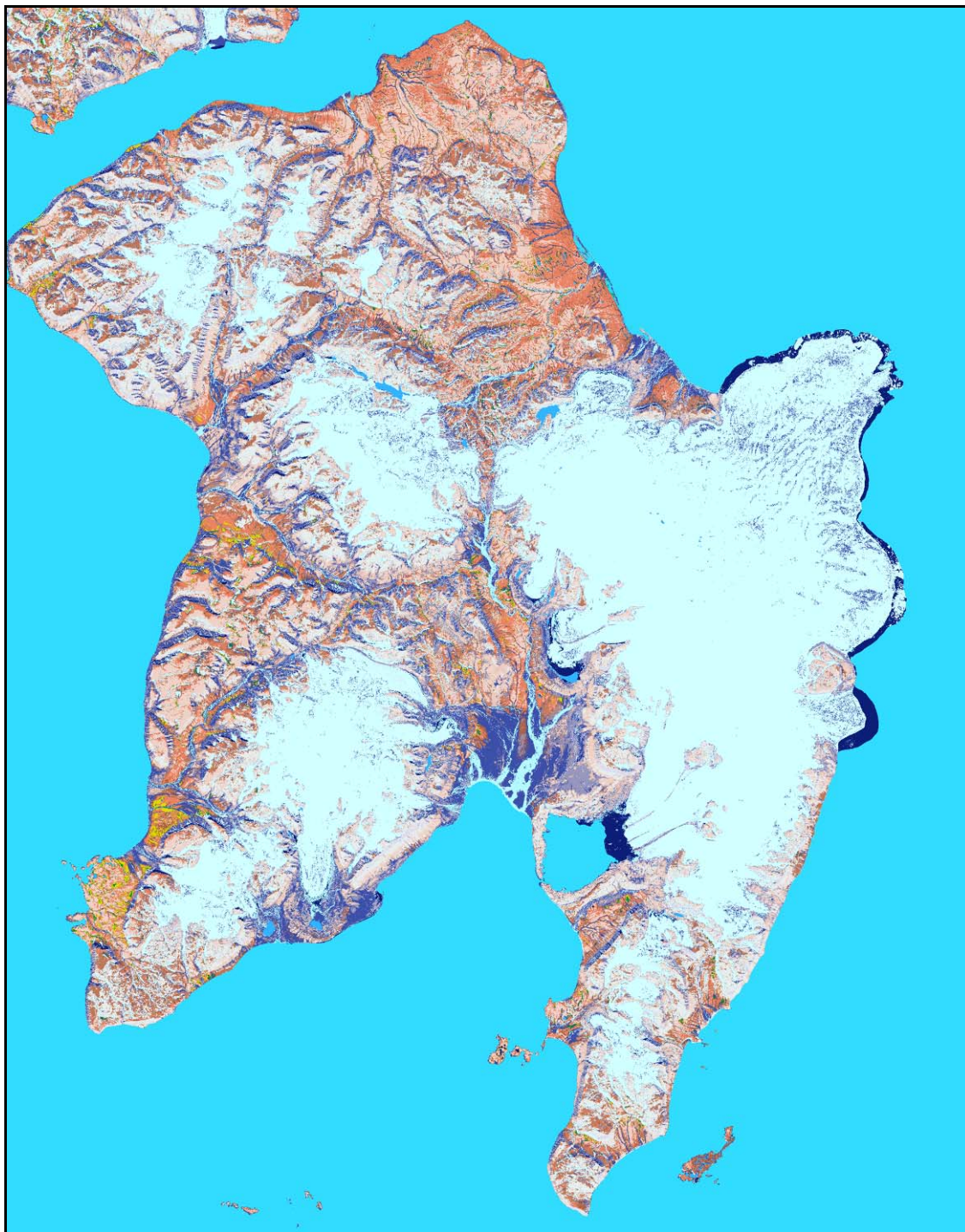


Figur 22. Lågnesflya – satellittbasert vegetasjonskart, målestokk 1:60.000. Kartnøkkel – se Tabell 6.

I **Figur 23** og **Figur 24** presenterer vi en sammenligning mellom det flybildebaserte vegetasjonskartet fra Edgeøya fra 1977 (Zonneveld 2004) og vårt kart. Her viser det seg at blant annet at breene har trukket seg tilbake og nye vegetasjonsområder etableres. Vi har beregnet samsvaret for hovedtypene av vegetasjon for disse to kartene til å være 86 % (**Tabell 3**). Merk også at isbreene har trukket seg en god del tilbake fra 1970-tallet.

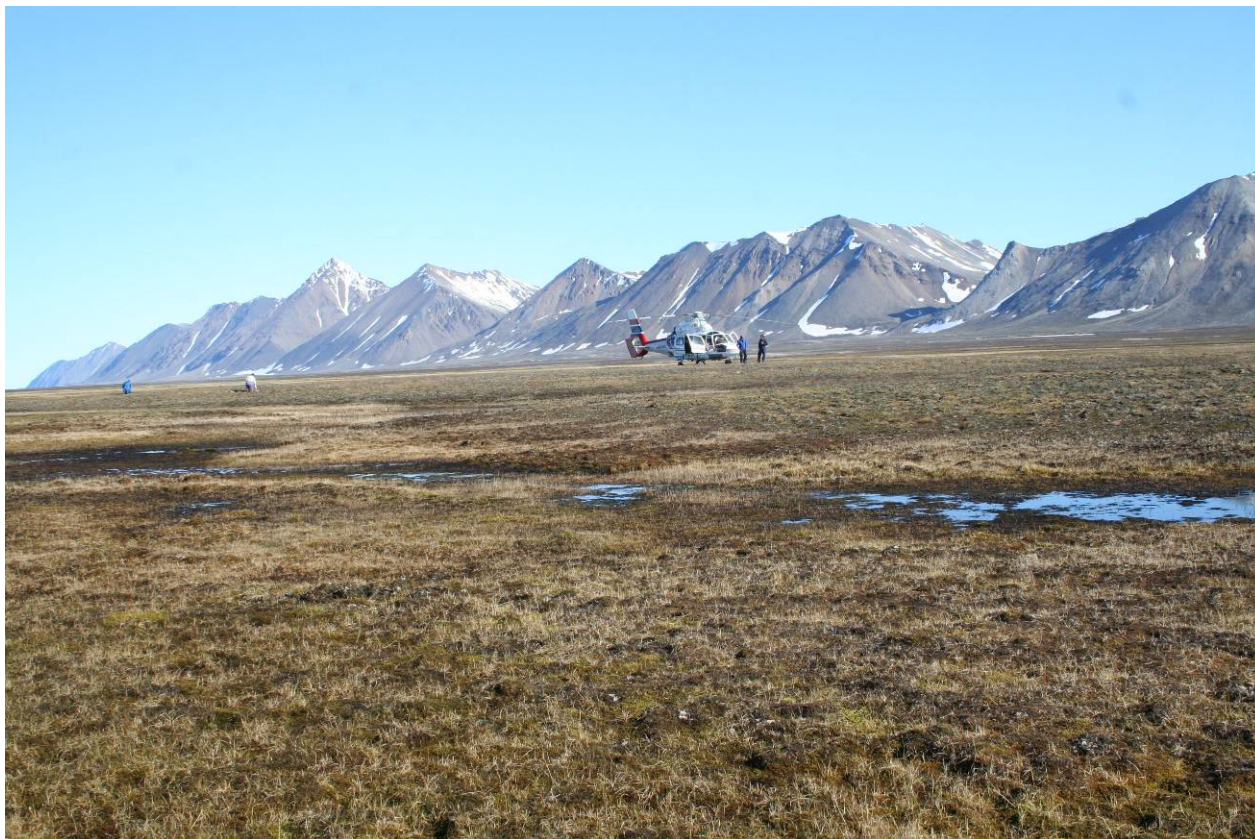


Figur 23. Edgeøya – landskapsøkologisk kart fra 1977 (Zonneveld et al. 2004).



Figur 24. Edgeøya – vegetasjonskart basert på satellittdata 37 klasser. Kartnøkkel – se **Tabell 6**.

I **Figur 25** presenterer vi et bilde fra Diskobukta på Edgeøya. Vegetasjonen på Edgeøya er litt fattigere enn i Reindalen, Gipsdalen og Sassendalen (Isfjordområdet), men består allikevel av relativt frodige mosetundratyper.



Figur 25. Parti fra Diskobukta på vestsiden av Edgeøya. Tørrere mosetundra av "polareverumpetypen". Denne typen utgjør viktige beiteområder for gjess og rein (Foto: Hans Tømmervik).

5.4 Arealstatistikker for de ulike deler av Svalbard

I **Tabell 7** og **Tabell 8** har vi presentert arealstatistikker for de ulike delene av Svalbard. Av **Tabell 8** kan vi se at isbreer, bart fjell og lite vegeterte områder utgjør hele 85 % av arealet på Svalbard, mens de resterende områder er mer eller mindre vegetert. Bare 3,2 % av arealet har frodig vegetasjon (mosetundra, våtmarker, frodige snøleier og grasheier) mens 11,7 % av arealet består av heivegetasjon, frytlemark, pionersamfunn og polarørken. Av delområdene har Nordaustlandet minst vegetasjonsdekke (11,4 %) og minimalt med grasrike vegetasjonstyper (< 1 %). Her utgjøres vegetasjonen hovedsakelig av frytlemark og heivegetasjon som totalt utgjør 4,5 % av området. Resten av de vegeterte områdene på Edgeøya består av polarørken og pionervegetasjon. De frodigste øyene er Prins Karls Forland og Edgeøya med henholdsvis 28,3 % og 26,5 % vegetasjonsdekke.

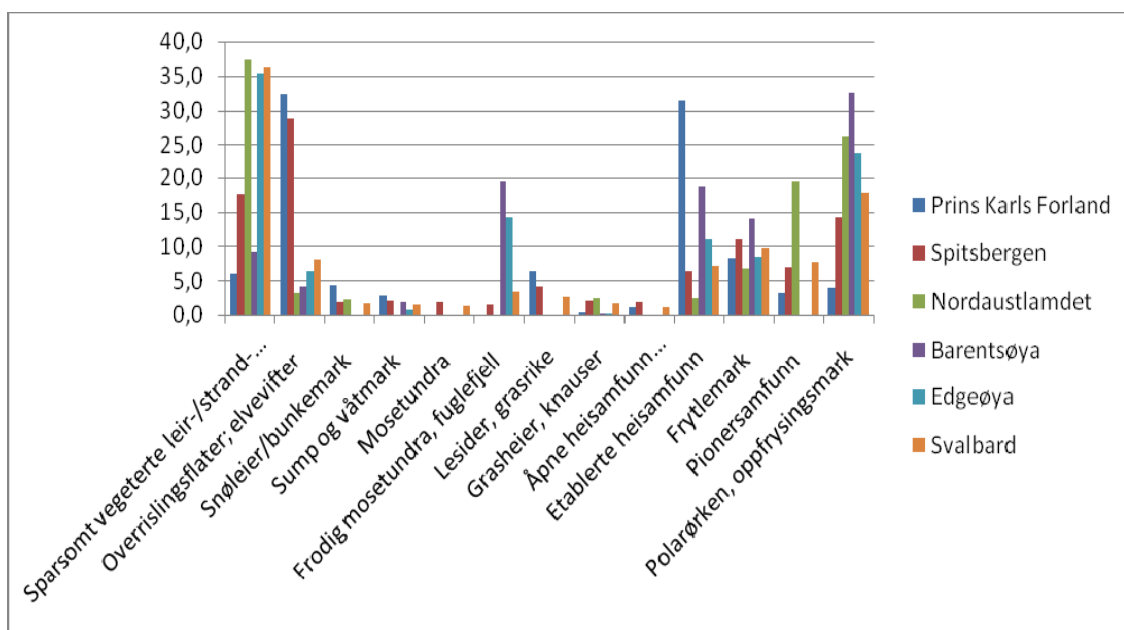
Tabell 7. Areal tall for ulike arealklasser (naturtyper og vegetasjonstyper) i delområder på Svalbard. Areal tallene er angitt i kvadratkilometer og i prosent av totalarealet for området.

Nr		1		2		3		4	
Område		Prins Karls Forland		Spitsbergen		Nordaustlandet		Barentsøya	
Nr	Arealklasser	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
1	Innsjø, elver	17	2,7	1773	4,7	1054	7,1	34	2,6
2	Skygge, utsmeltingsområder	91	14,8	2887	7,6	90	0,6	15	1,2
3	Utsmelting av breer	2	0,3	510	1,3	1082	7,3	0	0,0
4	Nakne leir og grusflater	9	1,5	1207	3,2	355	2,4	93	7,2
5	Bart fjell, grus- og blokkmark	26	4,2	1700	4,5	289	1,9	39	3,0
6	Isbre	83	13,5	19515	51,2	9726	65,7	545	41,8
7	Sparsomt veg. Leir-/strand-/grusflater	143	23,2	4260	11,2	386	2,6	204	15,6
8	Overrislingsflater; elvevifter	71	11,5	876	2,3	150	1,0	49	3,8
9	Snøleier/bunkemark	12	1,9	181	0,5	63	0,4	0	0,0
10	Sump og våtmark	8	1,3	198	0,5	0	0,0	7	0,6
11	Mosetundra	0	0,1	197	0,5	0	0,0	0	0,0
12	Frodig mosetundra, fuglefjell	0	0,0	143	0,4	0	0,0	72	5,6
13	Lesider, grasrike	18	3,0	404	1,1	0	0,0	0	0,0
14	Grasheier, knauser	1	0,2	208	0,5	68	0,5	1	0,1
15	Åpne heisamfunn (reinrose/bergstarr)	3	0,4	187	0,5	0	0,0	0	0,0
16	Etablerte heisamfunn	88	14,3	645	1,7	69	0,5	69	5,3
17	Frytlemark	23	3,8	1104	2,9	188	1,3	52	4,0
18	Pionersamfunn	9	1,4	688	1,8	546	3,7	0	0,0
19	Polarørken, oppfrysingsmark	11	1,8	1436	3,8	739	5,0	120	9,2
Totalt		616	100,0	38119	100,0	14805	100,0	1303	100,0

I **Figur 26** har vi presentert et diagram som viser fordelingen av natur-/vegetasjonstypene som prosent av de vegeterte områder innen adskilte delområder og for Svalbard som helhet. De mer sparsomt vegeterte naturtypene (polarørken og ulike heisamfunn) utgjør størst andel av de vegeterte områdene. Frodig mosetundra og fuglefjellvegetasjon utgjør relativt store arealer på Edgeøya og Barentsøya med henholdsvis 19,5 % og 14 % av øyenes vegeterte areal, mens typen kun utgjør 3,4 % av det vegeterte området på Svalbard. På Spitsbergen utgjør den grasdominerte vegetasjonen 1331 kvadratkilometer (13 % av vegetert område) eller 3,5 % av totalområdet. Når det gjelder Svalbard totalt så utgjør den grasrike vegetasjonen omlag 12 % av det vegeterte arealet eller 3,2 % av totalarealet.

Tabell 8. Areal tall for ulike arealklasser (naturtyper og vegetasjonstyper) på Edgeøya og for Svalbard totalt. Areal tallene er angitt i kvadratkilometer og i prosent av totalarealet for området.

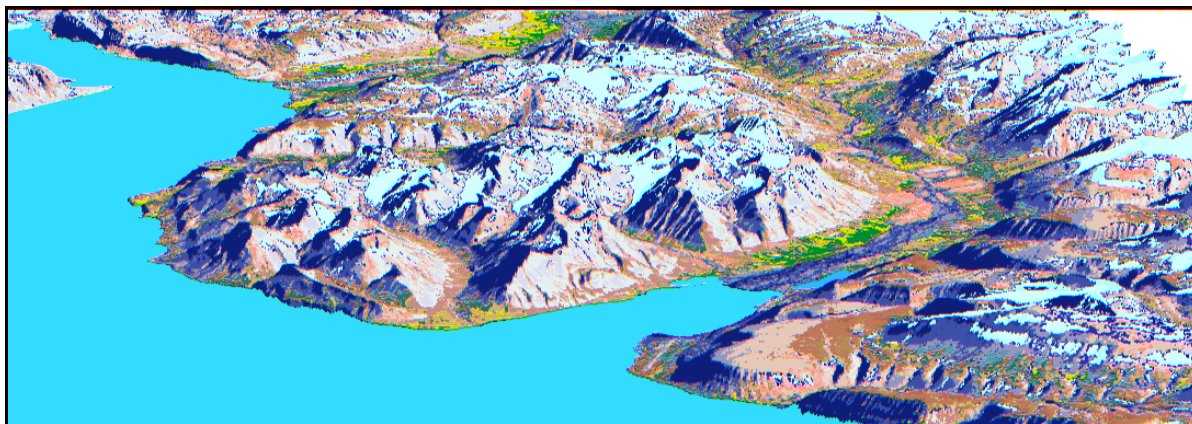
Nr		5		6	
Område		Edgeøya		Svalbard hele	
Nr	Arealklasser	km ²	%	km ²	%
1	Innsjø, elver	132	2,6	3010	5,0
2	Skygge, utsmeltingsområder	89	1,7	3173	5,3
3	Utsmelting av breer	0	0,0	1594	2,7
4	Nakne leir og grusflater	442	8,7	2107	3,5
5	Bart fjell, grus- og blokkmark	126	2,5	2180	3,6
6	Isbre	1988	39,0	31856	53,2
7	Sparsomt veg. leir-/strand-/grusflater	818	16,1	5810	9,7
8	Overrislingsflater; elvevifter	149	2,9	1296	2,2
9	Snøleier/bunkemark	0	0,0	255	0,4
10	Sump og våtmark	16	0,3	230	0,4
11	Mosetundra	0	0,0	198	0,3
12	Frodig mosetundra, fuglefjell	327	6,4	542	0,9
13	Lesider, grasrik	0	0,0	423	0,7
14	Grasheier, knauser	5	0,1	283	0,5
15	Åpne heisamfunn (reinrose/bergstarr)	0	0,0	190	0,3
16	Etablerte heisamfunn	254	5,0	1125	1,9
17	Frytlemark	196	3,8	1564	2,6
18	Pionersamfunn	0	0,0	1242	2,1
19	Polarørken, oppfrysingsmark	552	10,8	2859	4,8
Totalt		5093	100,0	59936	100,0



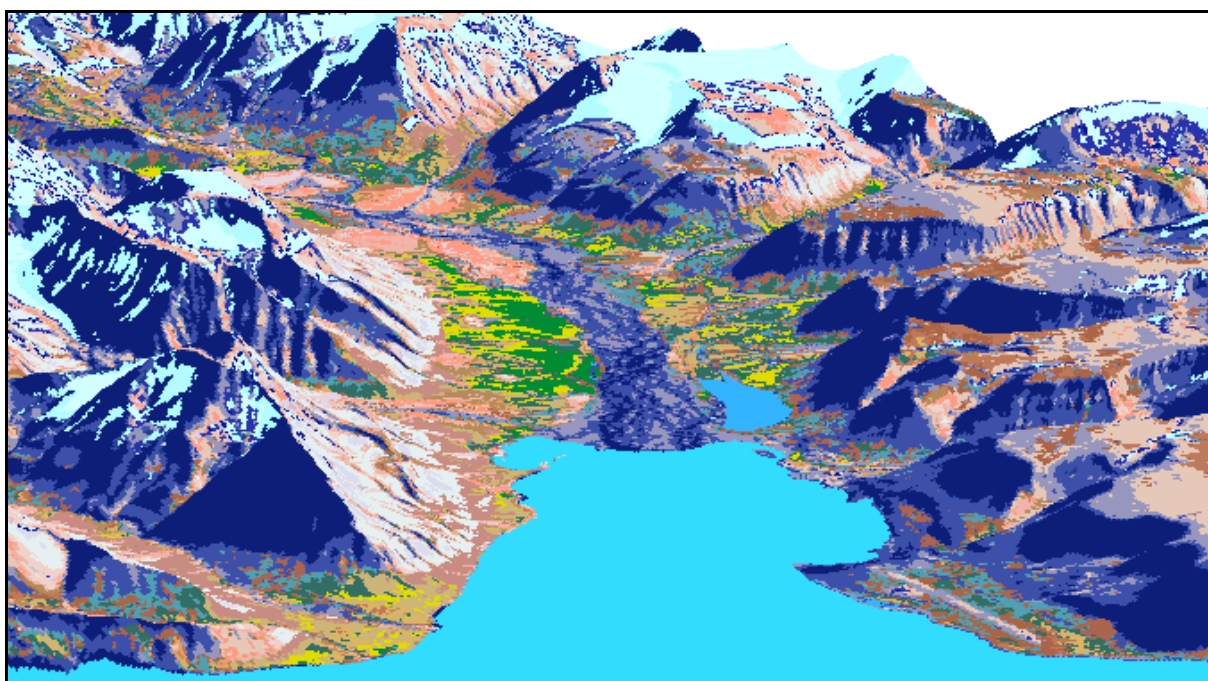
Figur 26. Prosentvis fordeling av naturtyper relatert til vegeterte områder på Svalbard.

5.5 Vegetasjonskartet lagt over den digitale terrenngmodellen

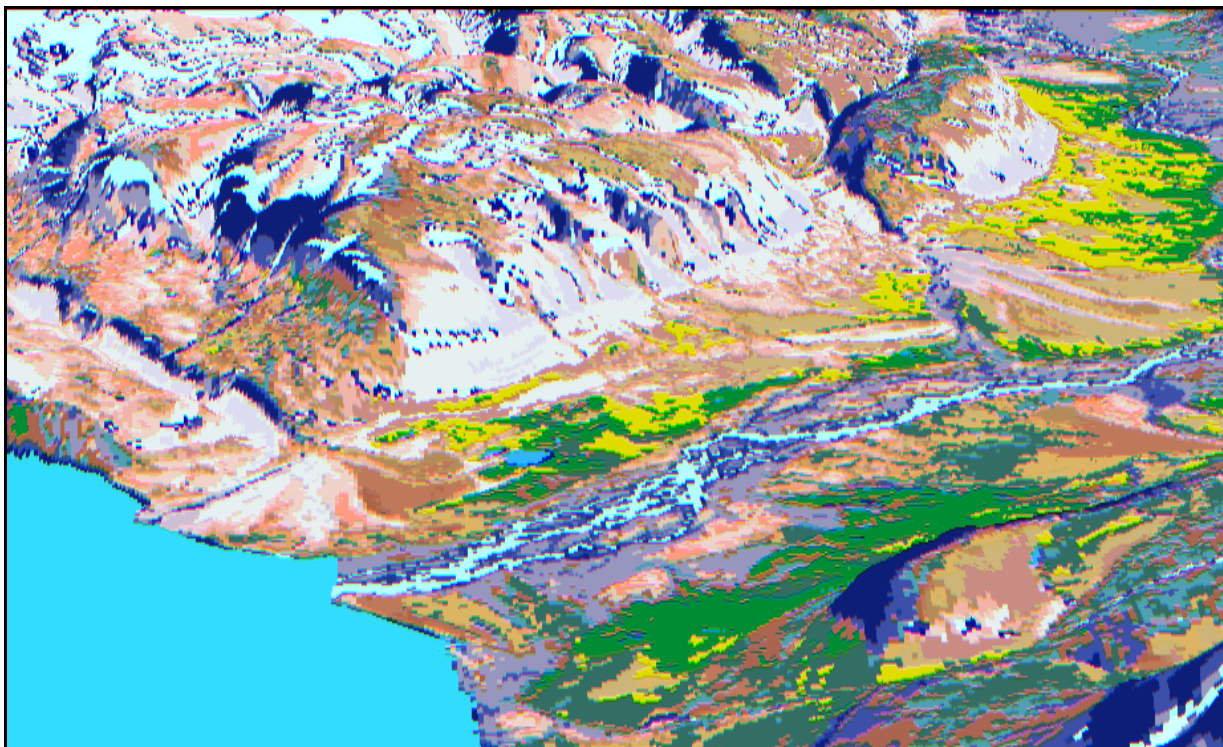
I **Figur 27-29** har vi presentert ulike kartutsnitt som er drapert på en digital terrenngmodell over øya. I **Figur 30** presenterer vi et bilde over Sassendalen. I **Figur 31** og **Figur 32** presenterer vi kartutsnitt fra Gipsdalen og Brøggerhalvøya.



Figur 27. Satellittbasert vegetasjonskart, 37 klasser, drapert på en digital terrenngmodell. over Adventdalen og Sassendalenområdet. Kartnøkkel – se **Tabell 6**.



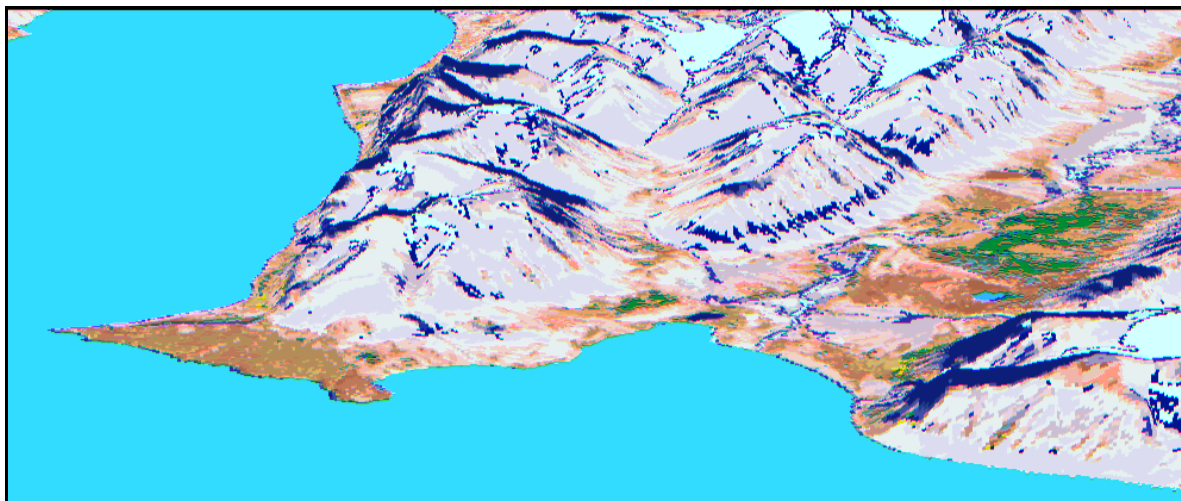
Figur 28. Vegetasjonskartet i 37 klasser drapert på en digital terrenngmodell over Adventdalen. Merk flyplassen i Longyearbyen som er presentert som en fiolett stripe til høyre i bildet. Kartnøkkel – se **Tabell 6**.



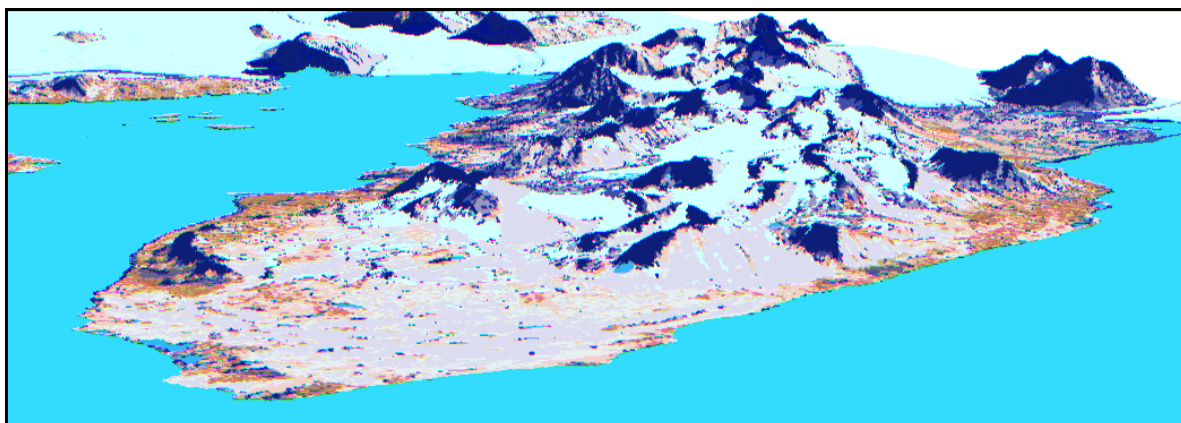
Figur 29. Vegetasjonskartet fra Sassendalen drapert på en digital terrengmodell. Kartnøkkel – se **Tabell 6**.



Figur 30. Bilde tatt over "Gåsedammen" i Sassendalen (foto Hans Tømmervik). Området finnes igjen rundt vannet på nordsiden av elva i **Figur 29**.



Figur 31. Vegetasjonskartet fra Gipsdalen drapert på en digital terrengmodell. Kartnøkkel – se **Tabell 6.**



Figur 32. Vegetasjonskartet fra Brøggerhalvøya drapert på en digital terrengmodell. Kartnøkkel – se **Tabell 6.**

6 Oppsummering

Gjennom prosjektet "Vegetasjonskart – Svalbard" er det for første gang gitt en kartografisk framstilling av vegetasjonen på øygruppa på en generalisert, konsistent og sømløs form. Opp-løsningen i kartet er på 30 meter tilsvarende en kartmålestokk på om lag 1:50 000. Kartet er framstilt i UTM-projeksjon, sone 33, WGS84. Kartet er inndelt i 37 klasser med en detaljert beskrivelse av vegetasjonstyper som inngår i hver klasse. På overordnet nivå er kartet inndelt i 5 hovedgrupper: a) Areal uten vegetasjonsdekke; b) Våte areal typer med sluttet til tett vege-tasjonsdekke; c) Bakker og tørre enger; d) Heier med sluttet til tettvegetasjonsdekke og e). Polarørken og ekstrem vegetasjon.

Isbreer, bart fjell og lite vegeterte områder utgjør hele 85 % av arealet på Svalbard, mens res-terende arealer er mer eller mindre vegetert. Bare 3,5 % av arealet har noenlunde frodig ve-ge-tasjon (mosetundra, våtmarker, frodige snøleier og grasheier) mens 11,7 % av arealet be-står av heivegetasjon, frytlemark, pionersamfunn og polarørken. Når en ser på de ulike de-lområder under ett så viser det seg at Nordaustlandet har minst vegetasjon med 11,4 %. Nordaustlandet har også heller lite av grasrik vegetasjon. (< 1 %). De frodigste øyene er Prins Karls Forland og Edgeøya som henholdsvis har 28,3 % og 26,5 % vegetasjon av totalarealet. Frodig mosetundra og fuglefjellvegetasjon utgjør relativt store (prosentvis) arealer på Edge-øya og Barentsøya med henholdsvis 19,5 % og 14 %, mens denne typen kun utgjør 3,4 % av det vegeterte området på Svalbard. På Spitsbergen utgjør den grasdominerte vegetasjonen 1331 kvadratkilometer (13 % av vegetert område) eller 3,5 % av totalområdet. Når det gjelder Svalbard totalt så utgjør den grasrike vegetasjonen ca. 12 % av det vegeterte arealet eller 3,2 % av totalarealet.

Produktet vil i framtida ha anvendelser på flere ulike områder. Fra dette kartet kan en eksem-pelvis få en mer detaljert framstilling av plantegeografiske soner og seksjoner på Svalbard. Kartet vil kunne tilby grunnlagsdata for beregning av produksjonspotensialet i ulike typer bei-teområder for gås og Svalbardrein. Videre vil kartet kunne gi viktig arealinformasjon ved stu-dier av klimaendringer og årstidsvariasjoner. Kartet vil videre gi viktig bakgrunnsinformasjon når nye typer av satellittdata skal testes ut og valideres. For villreinforskningen vil ny informa-sjon om vegetasjonsdekket kunne gi bedre estimater av beiteforhold, produksjon, fødetilgang gjennom året og variasjoner fra år til år. Ved å sette sammen lange tidsserier av satellittbasert informasjon vil en videre kunne analysere trender i utviklingen og dermed gjennomføre tiltak for en forbedret forvaltning.

7 Referanser

- Aune, B. 1993. Temperaturnormaler, normalperiode 1961-1990. Norsk Meteorologisk Institutt. Rapport 02/93: 1-63.
- Brattbakk, I. & Rønning, O. I. 1978. Rikt planteliv langt mot nord. - *Forskningsnytt fra Norges Almenvitenskapelige forskningsråd*, 23 (8): 44-51.
- Brattbakk, I. 1981. Kvadehuksletta, Brøggerhalvøya, Svalbard. Vegetasjonskart 1:10.000. - *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Bot. Avd. Trondheim*.
- Brattbakk, I. 1985. Vegetasjonskart Reinsdyrflya, Svalbard, 1: 20000. - *Universitetet i Trondheim, Mus., Bot. avd., Trondheim*, 4 kartblad.
- CAVM (Circumpolar Arctic Vegetation Map) Team 2003. Circumpolar Arctic Vegetation Map. Scale 1:7,500,000. Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF) Map No. 1. U.S. Fish and Wildlife Service, Anchorage, Alaska.
- Elvebakk, A. 1994. A survey of plant associations and alliances from Svalbard. - *Journal of Vegetation. Science*, 5: 791-802.
- Elvebakk, A. 2005. A vegetation map of Svalbard on the scale 1:3.5 mill. - *Phytocoenologia*, 35: 951-967.
- Elvebakk, A. & Nilsen, L. 2002. Indre Wijdefjorden med sidefjorder: et botanisk unikt steppeområde. - *Rapport til Sysselmannen. Institutt for biologi. Universitetet i Tromsø*. 74s.
- Elven, R., Eriksen, M.B., Elvebakk, A., Johansen, B.E., & Engelskjøn, T. 1990. Gipsdalen, central Svalbard; Flora, vegetation, and botanical values. - I: Brekke, B. & Hansson, R., red. *Environmental atlas Gipsdalen, Svalbard*. 61. Norwegian Polar Institute, Oslo. 27-66.
- Hisdal, V. 1985. *Geography of Svalbard*. 2nd. edition. Norsk Polarinstitutt. *Polarhåndbok*, 2, 1-83.
- Hjelle, A. 1993. The geology of Svalbard. Norsk Polarinstitutt. *Polarhåndbok*, 7, 1-83.
- Hoffer, R., Flemming, M. & Cray R. 1975. Natural Resource Mapping in Mountain Terrain by Computer Analysis of ERTS-1 Satellite Data. - *Research bulletin 919. Purdue University*.
- Jensen, R.A., Madsen, J., O'Connell, M., Wisz, M.S., Tømmervik, H. & Mehlum, F. 2008. Prediction of the distribution of Arctic-nesting pink-footed geese under a warmer climate scenario. - *Global Change Biology*, 14, 1-10, doi: 10.1111/j.1365-2486.2007.01461.
- Myers, W. & Shelton, R. 1998. Survey methods for ecosystem management. - *Wiley-Interscience, New York*. 403 s.
- Myers, W., Patil, G.P. & Taillie, C. 1999. Cluster co-ordinated composites of diverse datasets on several spatial scales for designing extensive environmental sample surveys: prospectus on promising protocols. - I Ghosh, S. (red.), *Multivariate Analysis, Design of Experiments, and Survey Sampling*. Marcel Dekker Incorporation. New York, s. 119-133.

Møller, I. 2000. Pflanzensoziologische und vegetationsökologische Studien in Nordwestspitzbergen. - *Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg*- Band 90, 202 s. + vedlegg.

Nilsen, V. & Pedersen, J.-P. 1983. Satellittfjernmåling. Multispektral klassifisering og -analyse. Notater fra instituttseminar. Univ. i Troms. Intern rapp.

Nilsen, L., Brossard, T. & Joly D. 1999a. Mapping plant communities in a local Arctic landscape applying a scanned infrared aerial photograph in a geographical information system. - *International Journal of Remote Sensing*, 20: 463-480.

Nilsen, L., Brossard, T., Joly, D. & Elvebakk, A. 1999b. Mapping and analysing Arctic vegetation; evaluating a method coupling numerical classification of vegetation data with SPOT satellite data in a probability model. - *International Journal of Remote Sensing*, 20: 2947-2977.

Reichert, G.C. & Crown P.H. 1984. Identification of winter wheat using Landsat MSS data. - *Canadian Journal of remote sensing*, 10: 111-120.

Rønning, O.I. 1996. The flora of Svalbard, Translation Third edn. - Norwegian Polar Institute, Oslo, Norway.

Speed, J.D.M, Woodin, S.J., Tømmervik, H., Tamsdorf, M.P. & Van der Wal, R. Predicting habitat utilisation and extent of ecosystem disturbance by an increasing herbivore population. - *Ecosystems*, DOI: 10.1007/s10021-009-9227-7.

Spjelkavik, S. 1995. A satellite-based map compared to a traditional vegetation map of Arctic vegetation in the Ny-Ålesund area, Svalbard. - *Polar Record*, 31: 257-269.

van Genderen, J.L., Lock, B.F & Vass, P.A. 1978. Remote sensing: Statistical testing for thematic map accuracy. - *Remote Sensing of Environment*, 7: 3-14.

Vanderpuyse, A.W., Elvebakk, A. & Nilsen, L. 2002. Plant communities along environmental gradients of high-arctic mires in Sassendalen, Svalbard. - *Journal of Vegetation Science*, 13: 875-884.

Wilson, R.O. & Tueller, P.T. 1987. Aerial and ground spectral characteristics of rangeland plant communities Nevada. - *Remote Sensing of Environment*, 23: 177-191.

Zonneveld, I.S., M. Lebouille, M. & de Nies, N. 2004. Landscape ecology ('land unit') map of Edgeøya, Spitsbergen with emphasis on vegetation. - I: Boschman, N. & Hacquebord, L. (red.). Permanence in diversity. Netherlands Ecological Research on Edgeøya, Spitsbergen. *Circumpolar Studies*, Vol. 1. Arctic Centre, University of Groningen.

NINA Rapport 456

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-2025-5



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no