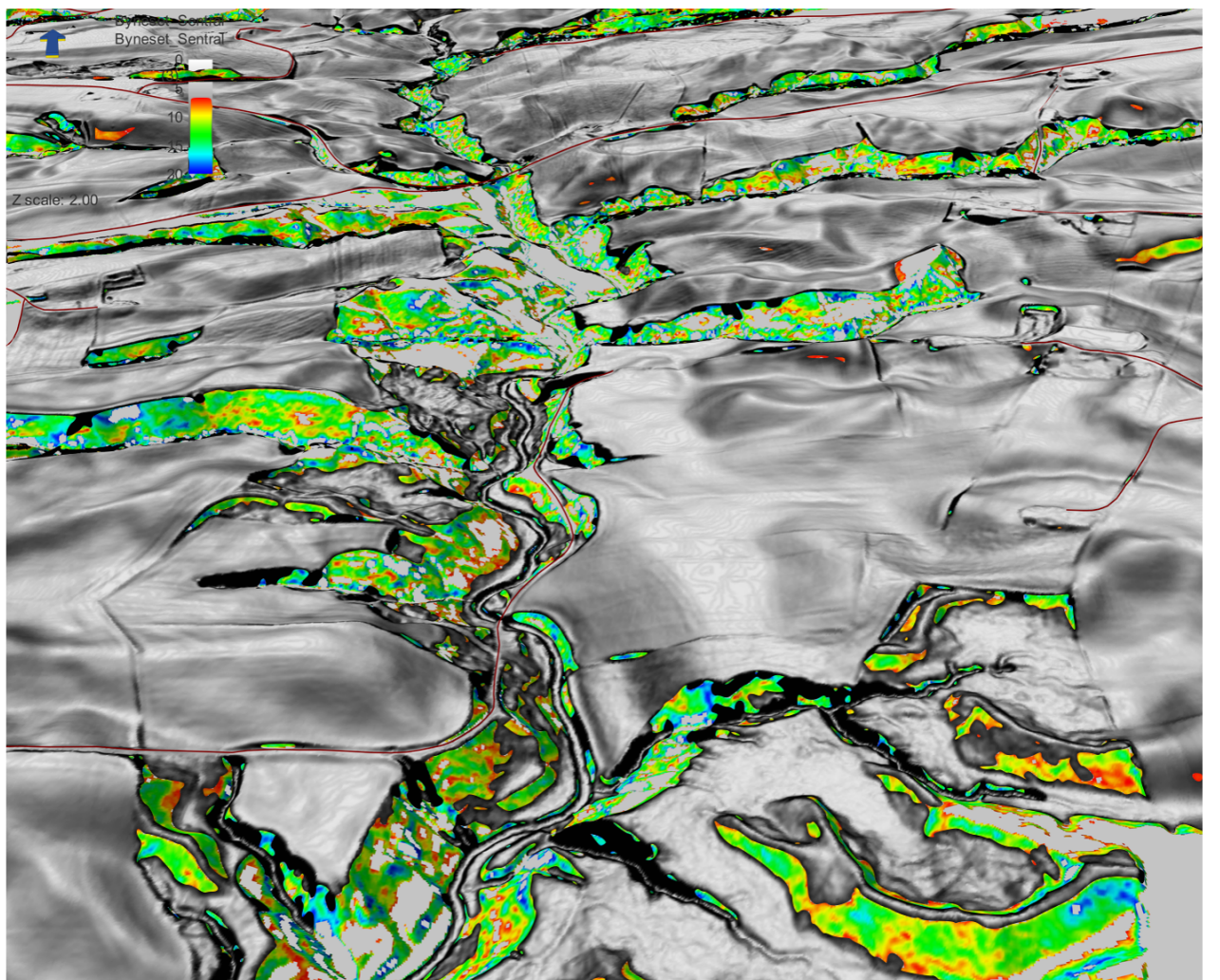
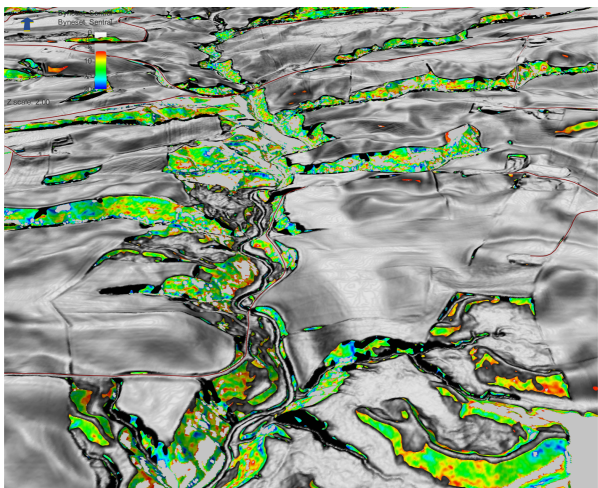


Systematisk og kvantitativ kartlegging av ravinelandskap for utvidet område som omfatter Trondheim kommune

Rapport utarbeidet for Fylkesmannen i Trøndelag
Naturvern avdeling





Forsiden: eksempel på systematisk arbeid med lidar-data for å kartlegge ravindedalene på Byneset

Systematisk og kvantitativ kartlegging av nåværende og tappt ravinelandskap
I Trondheimsområdet

Rapport utarbeidet for Fylkesmannen i Trøndelag, klima- og miljøavdelingen

Oppdatert versjon

Av Dr E.I.H. Siggerud
Digital Geologi AS

Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse	2
Forord	3
Innledning	5
Bakgrunn	7
Metodikk og gjennomføring av prosjektet	10
Innhenting av lidar-data	10
Utvikling av ulike kart typer	10
Bearbeiding av kartene	11
Geologisk tolkning av de nye kartene	13
Lage sammensatte kart som viser ravinene.....	14
Resultater	14
Byneset - Spongdal.....	17
Leinstrand-Heimdal-Tiller.....	18
Kolstad-Sluppen-Byåsen	20
Strinda-Lade-Ranheim	20
Rasgroper og kvikkleire-probelmatikk.....	21
Diskusjon	22
Ravinedalene består av stabile masser.....	25
Referanser	27
Appendiks	28

Forord

De ravinedalene vi har fokusert på her er de som dannes i marin leire. Disse ravinedalene er dannet ved at elver og bekker har rent og skåret seg ned i leira. Mindre ras er vanlige og naturlige prosesser i raviner. Ravinedaler er trua. I norsk rødliste for naturtyper 2018 heter denne landformen leirravine og har kategori sårbar. Det innebærer at risikoen for at vi mister denne landformen er høy. Leirraviner finnes stort sett på Østlandet og i Trøndelag. Vi har derfor et stort ansvar for å ta vare på dette landskapet i vårt fylke. I vurderingene i rødlista er det vist til tall fra undersøkelser gjort i Østfold som viser at i deler av områdene er mellom 50 og 80 prosent av ravinene bakke-planert. Rødlista viser imidlertid ikke til noen undersøkelser i Trøndelag og vi har derfor lite konkrete tall på dette i vårt fylke.

Det har ikke vært gjennomført noen systematisk kartlegging av ravinedaler i Trøndelag som er tilgjengelige for oss i forvaltningen og vi har derfor ikke oversikt over det totale arealet av dette landskapet, hvor det finnes i dag og hvor mye av det som er fylt igjen og på annet vis ødelagt. Raviner egner seg godt til deponi av masser osv og selv om mye av bakkeplaneringen for å skape jordbruksarealer er redusert, så er fremdeles ravinesystemene under press fra veibygging, massedeponier og også i forhold til nydyrking i jordbruket.

Naturmangfoldloven forplikter oss til å tas vare på naturtyper, økosystemer, arter og geologisk mangfold. I forvaltningen har nok fokuset fram til nå vært størst på den biologiske delen av naturen og i mindre grad på geologien. Geologi er imidlertid svært viktig bland annet fordi den forteller oss noe om hvordan landet vårt er dannet og den er også grunnlaget for mye av utbredelsen til arter og naturtyper.

Naturmangfoldloven forplikter oss til å vurdere alle tiltak som berører natur og landformer og den forplikter oss til å basere forvaltningen på god kunnskap. Vi må derfor vite hva vi har og hva vi har tapt for slik å kunne vurdere samla belastning på

Systematisk og kvantitativ kartlegging av ravinedaler i Trondheim kommune

de ulike naturtypene, artene og landformene. Det viser seg at ravinedaler er svært viktige områder for biologisk mangfold. All kartlegging av ravinedaler viser at tettheten av verdifulle naturtyper er svært høy i raviner. Det er flere naturtyper som kan finnes i ravinene alt etter om de er sørvendte, om de er brukt til slått og beite osv. I Trøndelag er det kartlagt blant annet kystgranskog, gammel granskog, edelløvskog og beitemark i ravinene.

Digital Geologi AS har ved å bruke sin kunnskap om geomodellering og bruk av digitale kart osv, på en rask og effektiv måte gitt oss svar på hvor vi finner raviner i Trondheimsområdet og hvor det har vært raviner før. Vi vet nå hva vi har og hva vi har tapt og har dermed et langt bedre kunnskapsgrunnlag i forvaltningen av våre arealer.

Vi takker Digital Geologi AS for kunnskapen.

Desember 2018

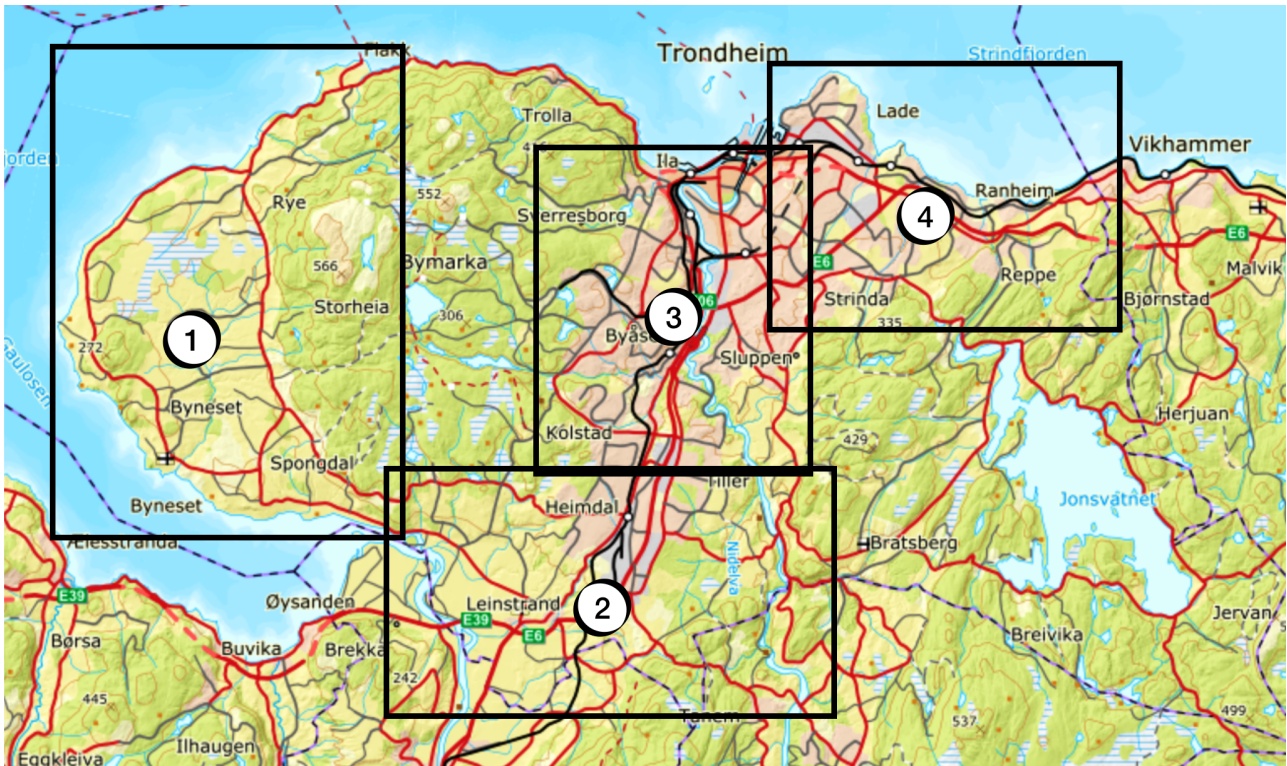
Beate Sundgård og Gry Tveten Aune,
Fylkesmannen i Trøndelag

Innledning

Denne rapporten beskriver resultatet av en systematisk og kvantitativ kartlegging av ravinedaler i marin leire i Trondheim kommune og umiddelbart tilstøtende områder (Fig.1). Hoved hensikten med prosjektet er å kvantitativt kartlegge arealet av eksisterende ravinedaler og ødelagte ravinedaler.

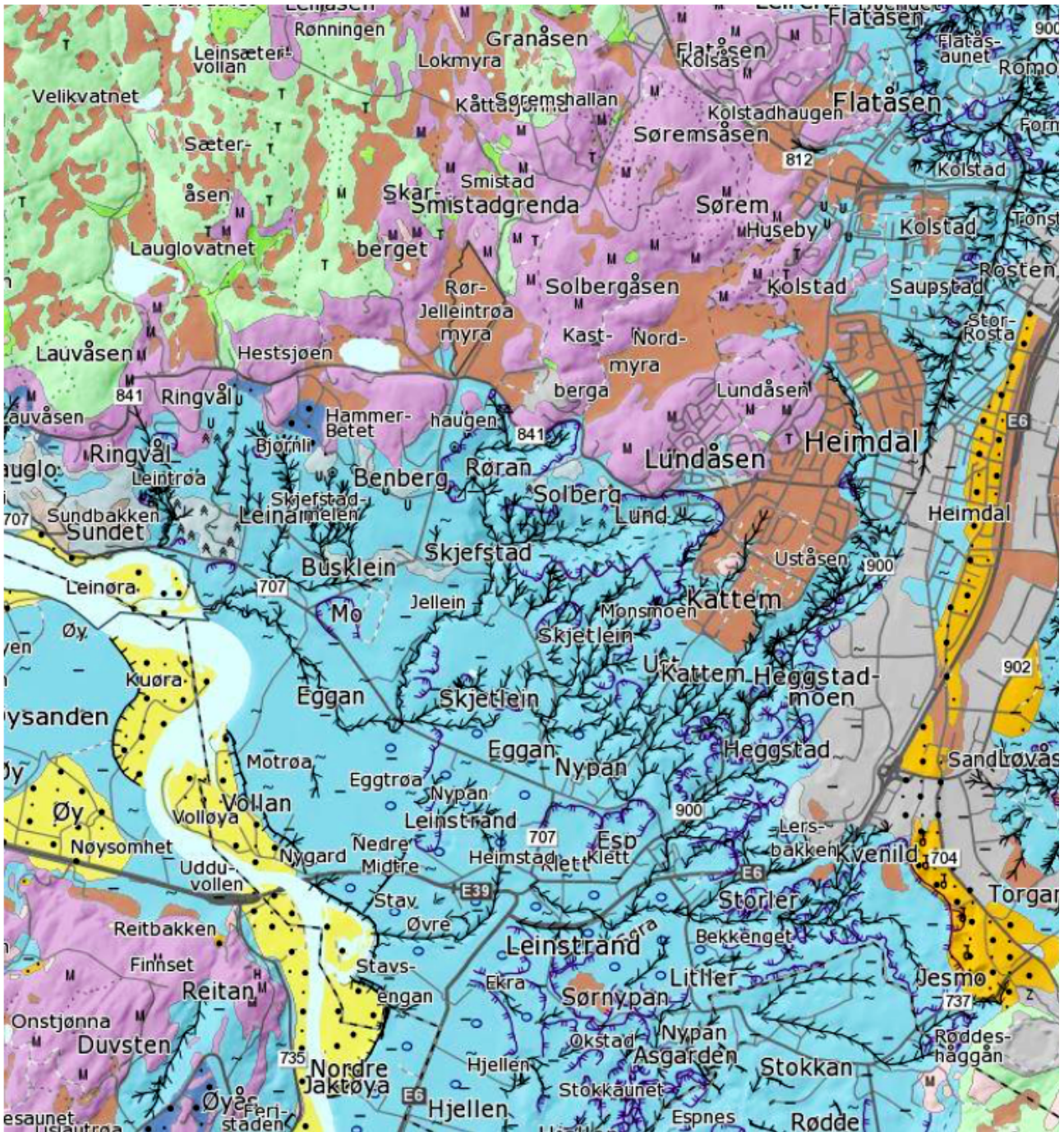
Det har blitt benyttet Lidar data for områder under øvre marine grense til å lage kart med en oppløsning på 1x1 kvadratmeter i målestokk 1:20,000. Ved systematiske undersøkelser der endring av helning og retning av helning er arealet av eksisterende raviner og «ødelagte» raviner blitt kvantitativt kartlagt.

Undersøkelsene og analysene av kartene viser at snitt så er 23% av landskapet¹ i Trondheim kommune bestående av raviner. Av dette er 45% bevart innen for Trondheim kommune, noe som vil si at 55% av de opprinnelige ravine landskapet er gjenfylt og eller på andre måter ødelagt.



Figur 1. Oversiktskart som viser de fire områdene som inneholder marine leire og er omtalt i teksten

¹ 23% av projisert areal, dvs prosent av overflaten i kartplanet (2D)



Figur 2. Eksempel kartlegging av ravinedaler slik det forekommer hos Norges geologiske undersøkelser vist som svarte linjer med «fiske-beins mønster» mens mulige rasgroper er vist i lilla

Arbeidet viser også historiske rasgroper innenfor undersøkelses-området. Dette viser at rasgroper forekommer på flate partier rundt og ikke i ravinedalene. En slik type kartlegging har derfor tilføre kunnskap om kvikkleire og bekrefter

observasjoner fra tandre tilsvarende områder i Norge med samme type løsmasser og ravine-dannelse.

Bakgrunn

Bakgrunn for prosjektet er behovet for kunnskap om forekomst og tap av ravedaler i Trøndelag og den kunnskapen vi har til å tolke sedimenter i terrengoverflaten. Dett gjør vi gjennom å sammenstille høyoppløselige lidar-data og bruke analyseverktøy Tigress² og Roxar RMS³ for kvantitative kartlegging av ravinelandskapet.

Dagens kunnskap om raviner er forholdsvis dårlig og lite tilgjengelig for forvaltningen. Det finnes løsmasse overflate kart fra Norges geologiske undersøkelse som viser utbredelsen av maksimum marint havnivå og marine leire og hvor man kan få visualisert en kvalitativ (håndtegnet) forslag til hvor ravedaler ligger (Fig.2).

Ravedalene er et viktig geologisk «fotavtrykk» som forteller en del av historien om utviklingen av det dagens landskap som fulgte med nedsmelting av den store Skandinaviske innlandsisen med marine oversvømmelse og senere landhevning. Selve ravedalene er dannet ved erosjon av overflate vann som følge av det relative fall i havnivå som fulgte landhevningen av Skandinavia. Sagt på en annen måte erosjons prosessene har skåret seg ned i de marint avsatte leirmassene en kontinuerlig prosess som fortsette til ravedalen kommer ned til strandlinjen i øyeblikket (Fig. 3).

Det er her viktig å huske på at dalsidene i ravedalene vil være stabile opp til 30 grader fra en tenkt horisontal i bunn dalen, etterhvert som erosjonen i bunnen av ravinen pågår vil dalsidene bli brattere og rase ut, mens det utraste materiale vil transporteres langs bunnen av dalen (Fig.4).

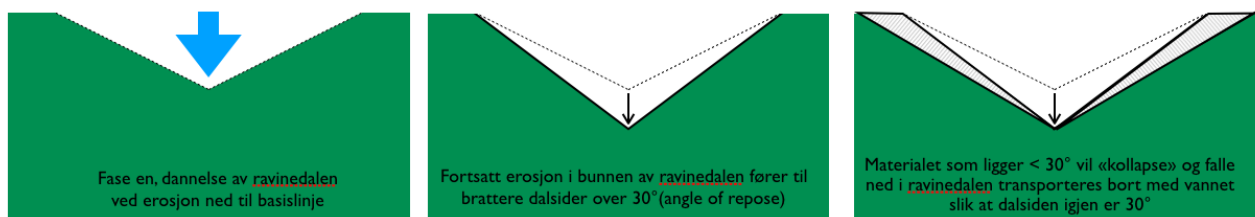
² Totally integrate geological reservoir system = Tigress Ltd. UK

³ Reservoir Management System = RMS, Now Roxar RMS, property of Emerson LLC.



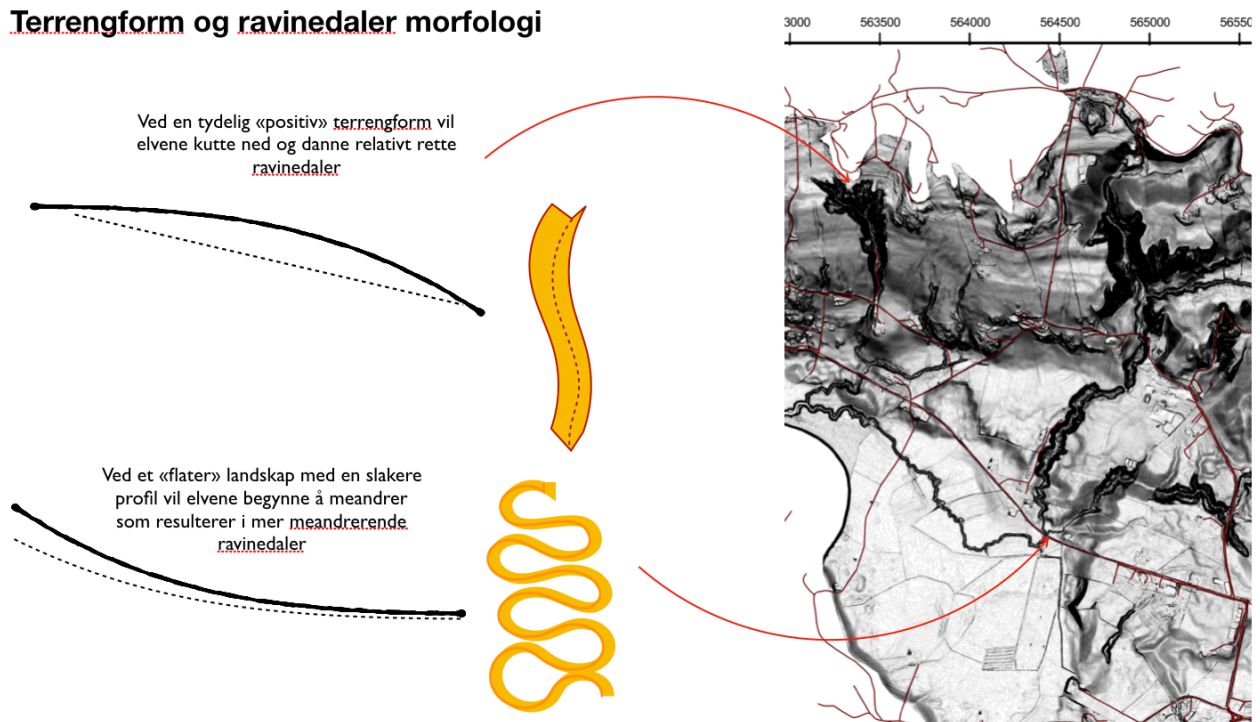
Figur 3. Eksempel på dannelse og utvikling av moderne ravinedaler fra sydsiden av Isfjorden på Svalbard, ravinedalene kan tydelig sees som skygger (markert med «IV») der de krysser, skjærer seg ned igjennom de eldre høyere-liggende strandlinjene.

Avhengig av terrengform vil ravinedalen bli relativt rett eller ved et slakere terreng mer meandrerende (Fig.5). Utviklingen av ravinedalene er derfor en naturlig sedimentologisk prosess der menneskelige inngrep som «plastring» og innfylling vil føre til endring i «balansen» i ravinedalen med mulig økt erosjon noen steder og avsetning andre steder som vil endre utviklingen av den naturlige dalformen. Denne typen påførte «endringer» kan igjen igangsette leirras som på Byneset vinteren 2012 selv om et resultat av denne undersøkelsen er at leirras ikke igangsettes av ravinedalene, men på flatliggende områder rundt. Ravinedalene



Figur 4. Utvikling av ravindaler som følge av erosjons-prosessene relatert til relativt fall i havnivå

Terrengform og ravedaler morfologi



Figur 5. Eksempel på ulik utvikling av ravedalene som en funksjon av terrengform

fungere i noen tilfelle som «utløpsområder». Hva dette betyr er at naturlige ravinering i mindre grad ser ut til å igangsette leirras, mens menneske-skapte endringer klart viser en overhyppighet hva gjelder inngrep som fører til rasdannelse

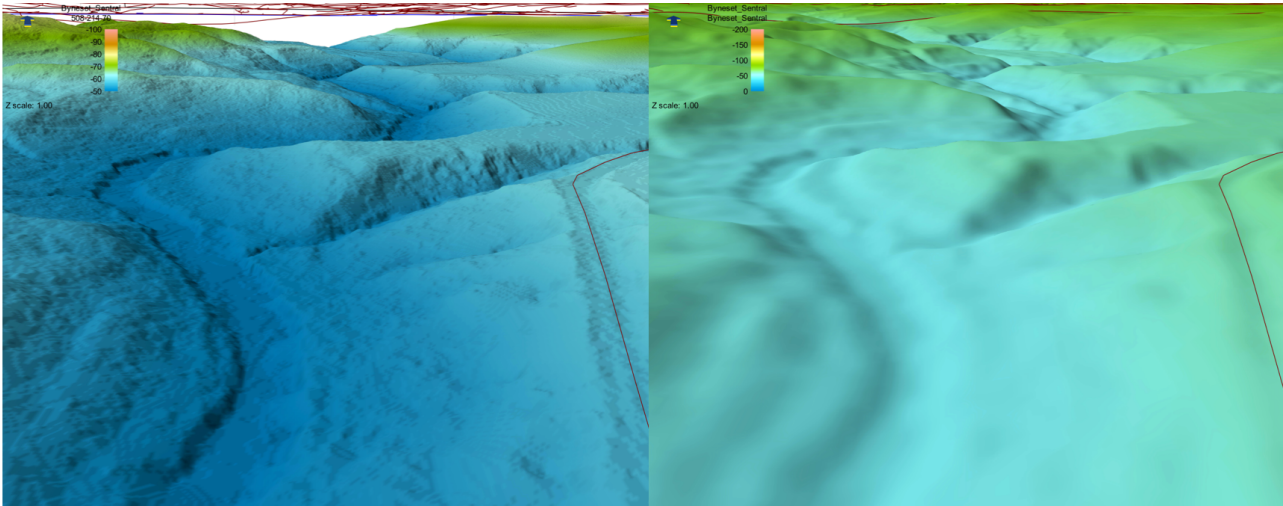
Ravedaler har stort biologisk mangfold og har mange viktige naturtyper. Leirravine er en trua landform i Norsk rødliste for naturtyper 2018. Samtidig ser man at større naturinngrep i områdene med bakkeplanering og anleggelse av vei og infrastruktur gjennomføres uten et helhetlig verktøy for å kunne kvantifisere tidligere forekomst, dagens forekomst og derved den kvantitative konsekvensen av de ulike tiltakene.

Systematisk og kvantitativ kartlegging av ravedaler og rasgroper gir en bedre forståelse for kvikkleireproblematikk og kan sammen med metodikken utviklet av Digital Geologi AS for systematisk kvikkleire-fordeling, brukes til å unngå inngrep som fører til kvikkleire-ras (Siggerud, 2018).

Metodikk og gjennomføring av prosjektet

Innhenting av lidar-data

Lidar-data har en oppløsning på 25 x 25 cm, det vil si at man kan identifisere enkelt gjenstander med en diameter større enn 25 cm. Dette blir litt for detaljert. Vi har derfor en oppløsning på 1 x 1 meter istedenfor (Fig.6).

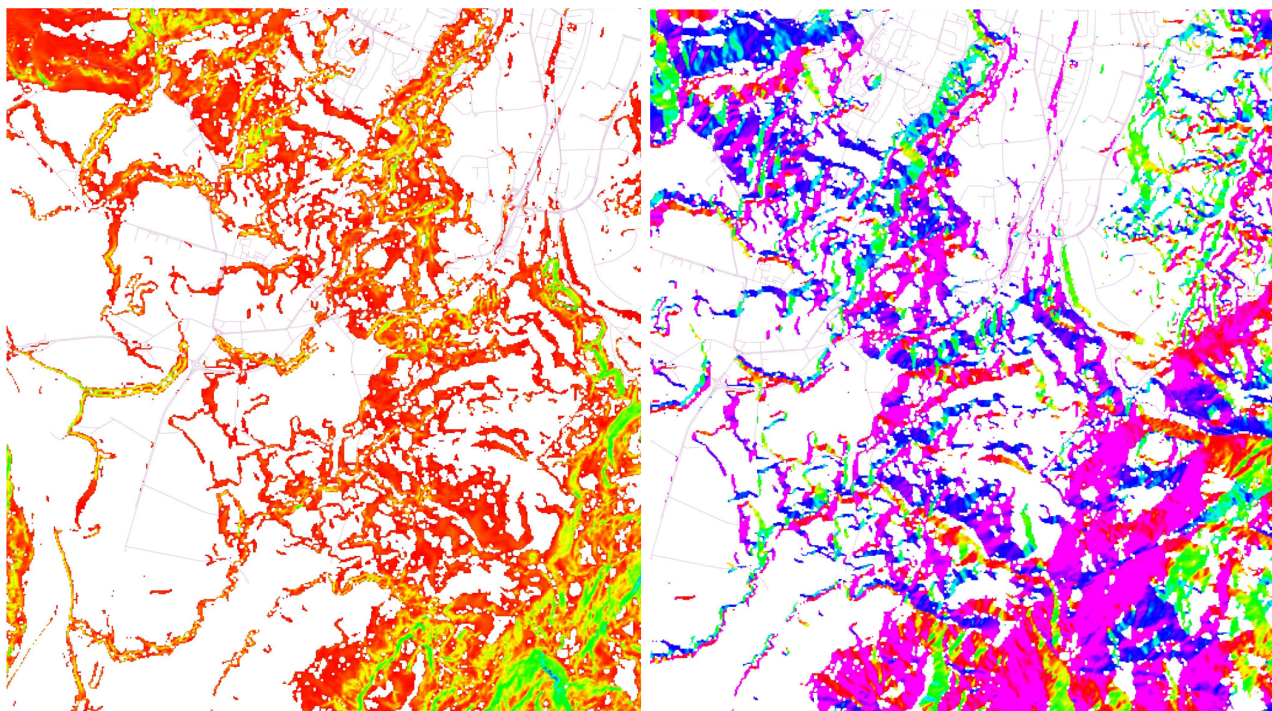


Figur 6. Eksempel på bruk av lidar data for å generere kart til prosjektet her vist som 3D relief; til venstre 25 x 25 cm oppløsning, til høyre; samme området regenerert med 100 x 100 cm oppløsning

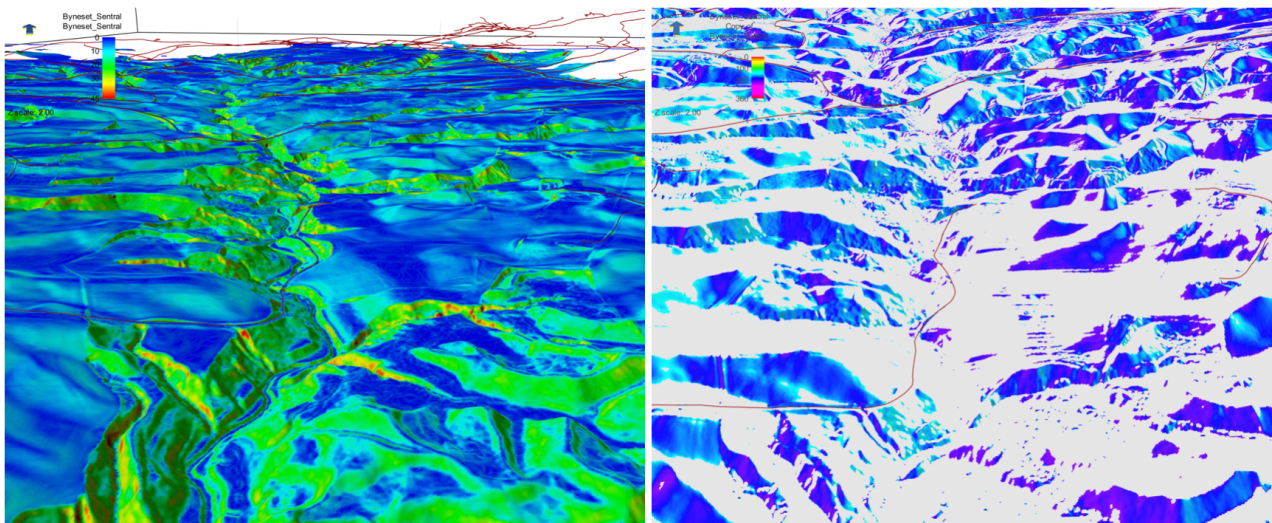
På denne måten er det lettere å visualisere formen på ravedalene og rasgropene og man risikerer ikke at enkelt gjenstander gir et feilaktig inntrykk av terrengform og helning (Fig.6). I en tidlig fase, som et forprosjekt brukte vi standard kart fra Statens Kartverk med en oppløsning på 10 x 10 meter. Dette viste seg å være for grovt for dette prosjektet (Fig.7).

Utvikling av ulike kart typer

Vi laget kart med 1 x 1 meters oppløsning som viser terrenghelning (fra 0-90 grader) og helningsretning (0-360 grader) (Fig.8). Terrenghelningskartene viser terrengform (morfologi) og endringen i terrenget som kjennetegnes ved utvikling av ravedalene (og rasgropene). Helningsretningskartet viser orienteringen av dalsiden. Det gjør at man kan kvantifisere for eksempel både prosentvis, og arealet av ravedalene som vender mot sør og dermed mottar mest sollys over året.



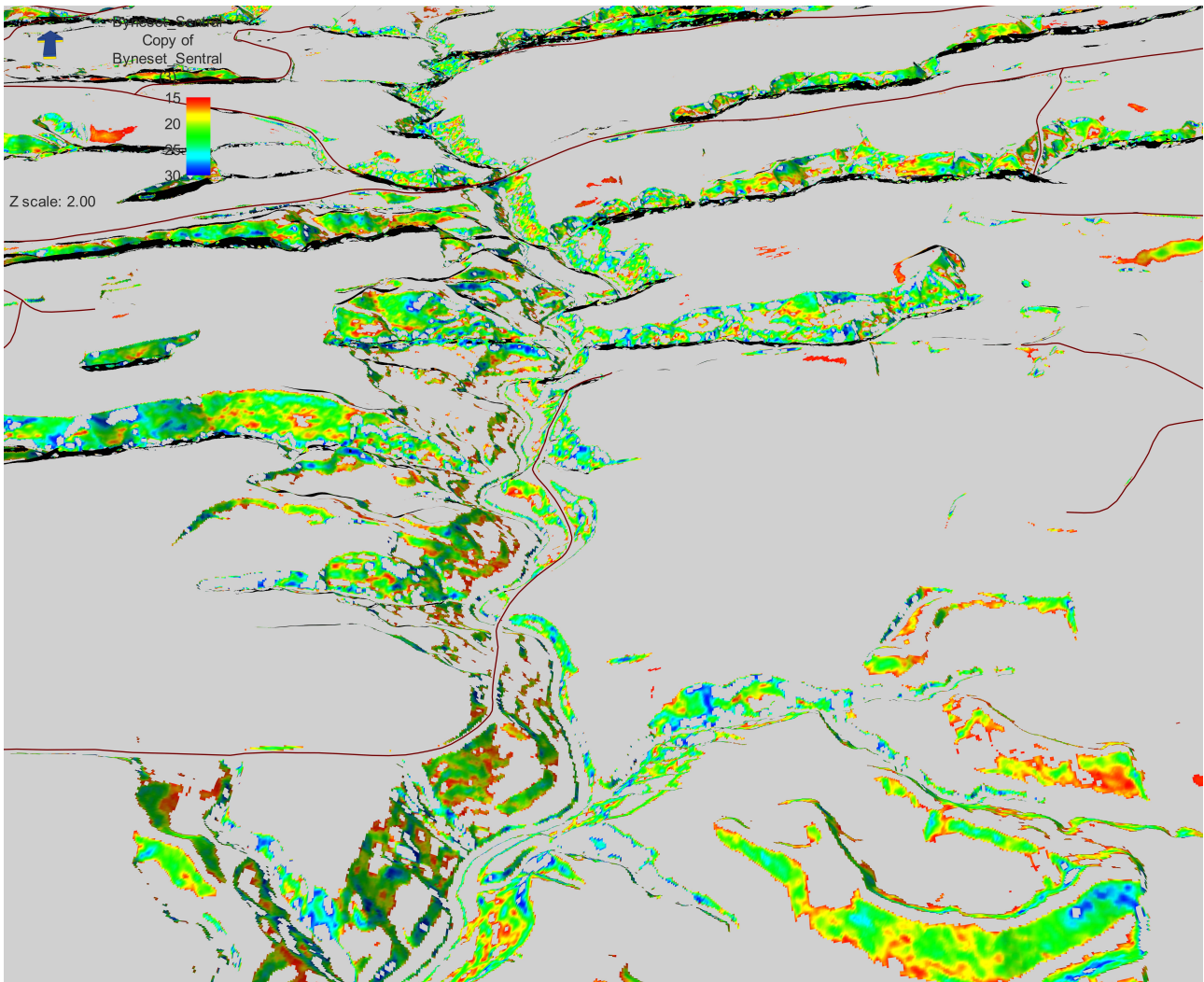
Figur 7. Eksempel på registrering av ravedaler ved å benytte Statens Kartverks kart med 10 x 10 meter oppløsning, område Leinstrand-Heindal-Tiller, se teksten for diskusjon



Figur 8. Eksempel på dip-kart (helning) til venstre sett i 3d fugleperspektiv fra Byneset; til høyre azimuth-kart (retning) her vist i blått de deler av ravedalene som vender mot syd og følgelig vil være de mest solrike områdene

Bearbeiding av kartene

Vi har systematisk bearbeidet kartene ved blant annet å ta ut bestemte helningsintervaller; for eksempel områdene mellom 20 til 35 grader (som

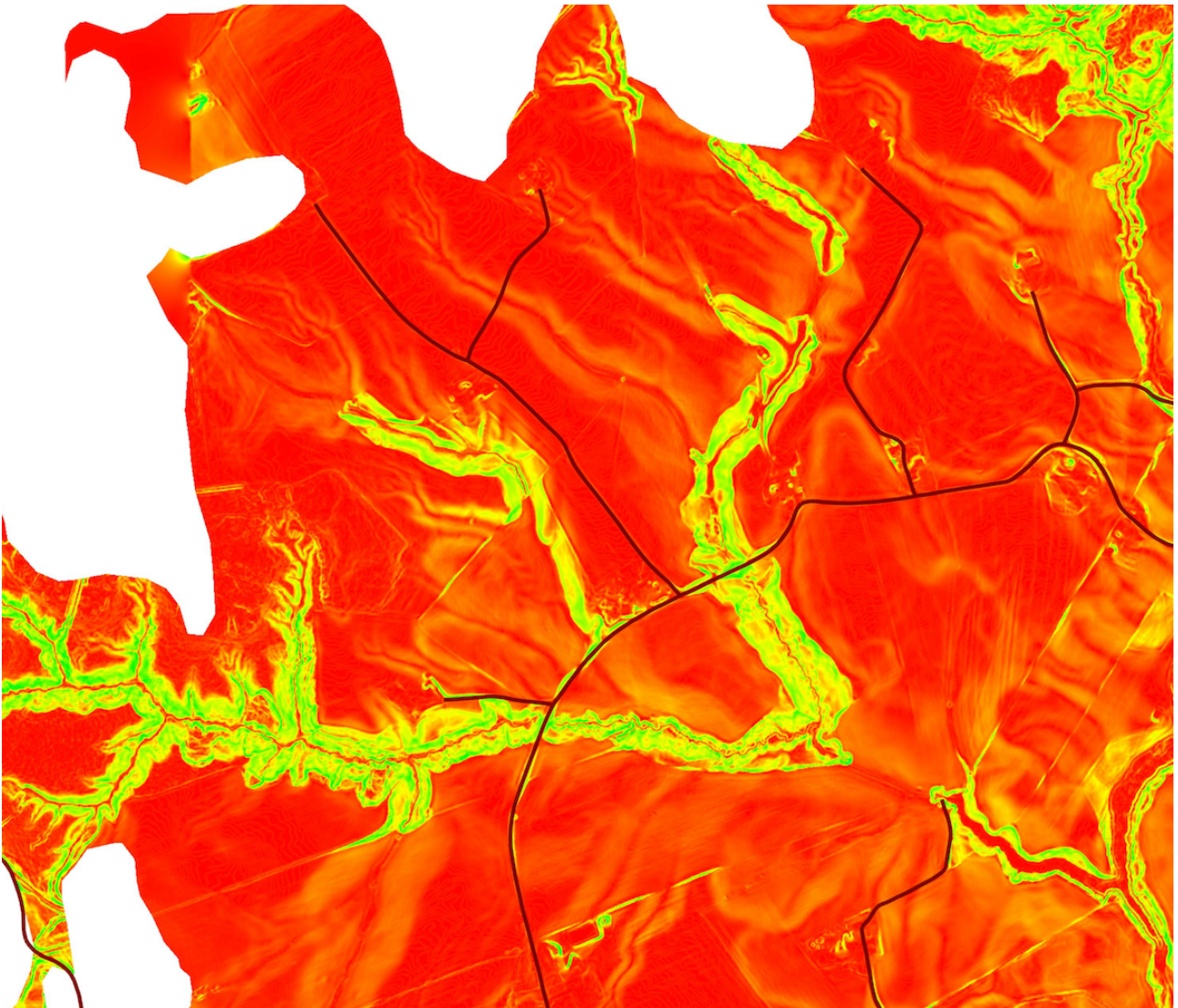


Figur 9. Samme område som vist i Figur 8, her er imidlertid kun helning (dip) mellom 20-35 grader fargelagt som viser utbredelsen av ravedalene

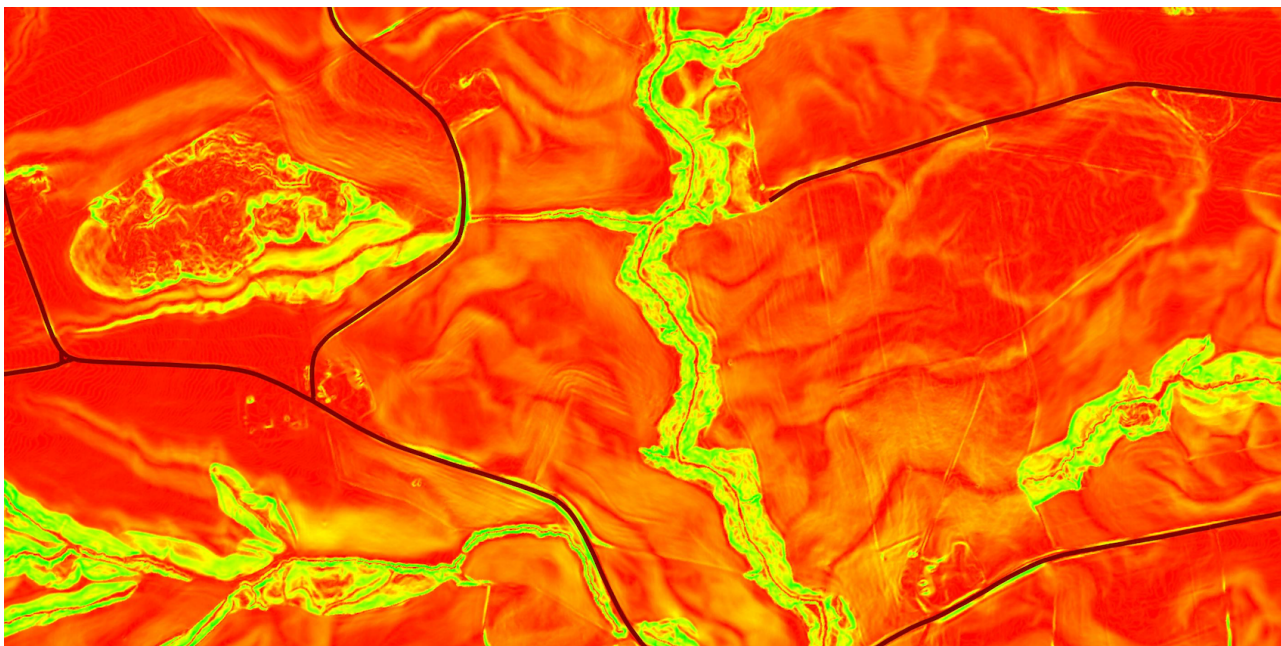
kjennetegner vinkelen på ravedalene). På den måten kan vi kartlegge nøyaktig utbredelsen av dagens ravelandskap (Fig.9). Vi bruker her vår programvare til å ta ut hovedtrendene i landskapet. Vi kan også kartlegge bruddkanter på nye skred som vil gå fra 80 grader til 10 grader, men der helningsretningkartet vil hjelpe til å belyse om formen på terrenget danner et buet (nær hyperbolsk) plan typisk for resente rasgroper. Tilsvarende vil helningsretningkartet for de kartlagte ravedalene si noe om bunnen (der orienteringen av dalsidene skifter), som vil være perpendikulært på orienteringen av dalen (det vil si fall-linjen på den enkelte ravedalen).

Geologisk tolkning av de nye kartene

Etter dette går vi detaljert gjennom kartene for å finne tidligere innfylte og på andre måter omarbeidete ravinedaler og rasgroper. Vi kan gjøre dette fordi innfylling av raviner og rasgroper ikke blir like «tett» som de opprinnelige marine leirmassene. Vi vil derfor kunne se små forsenkinger i terrenget lidar-dataene (Fig.10). Tilsvarende vil ofte rasgroper jevnes av og den opprinnelige bratte kanten fremstår med et fall på under 20 grader (Fig.11). Dagens raviner, tidligere raviner, dagens rasgroper og tidligere rasgroper registrerer automatisk og digitaliseres så av oss manuelt.



Figur 10. Eksempel på hva kan leses ut av dip kartene ved bruk av lidar data med 1 x1 meters oppløsning; dagens raviner kan observeres i kraftig gul farge, mens tidligere områder som er innfylt er vist med mellom gule til oransje farger



Figur 11. En relativt nylig skjedd rasgrop kan observeres til venstre på figuren, med tydelige bratte raskanter hvor deformasjonene i de massene som har rast ut kan observeres. Raskanten kan være tilnærmet vertikal til å begynne med, mens til høyre en eldre rasgrop som er her jevnet ut og terrenget forøvrig tatt ned til samme fall som omkringliggende områder

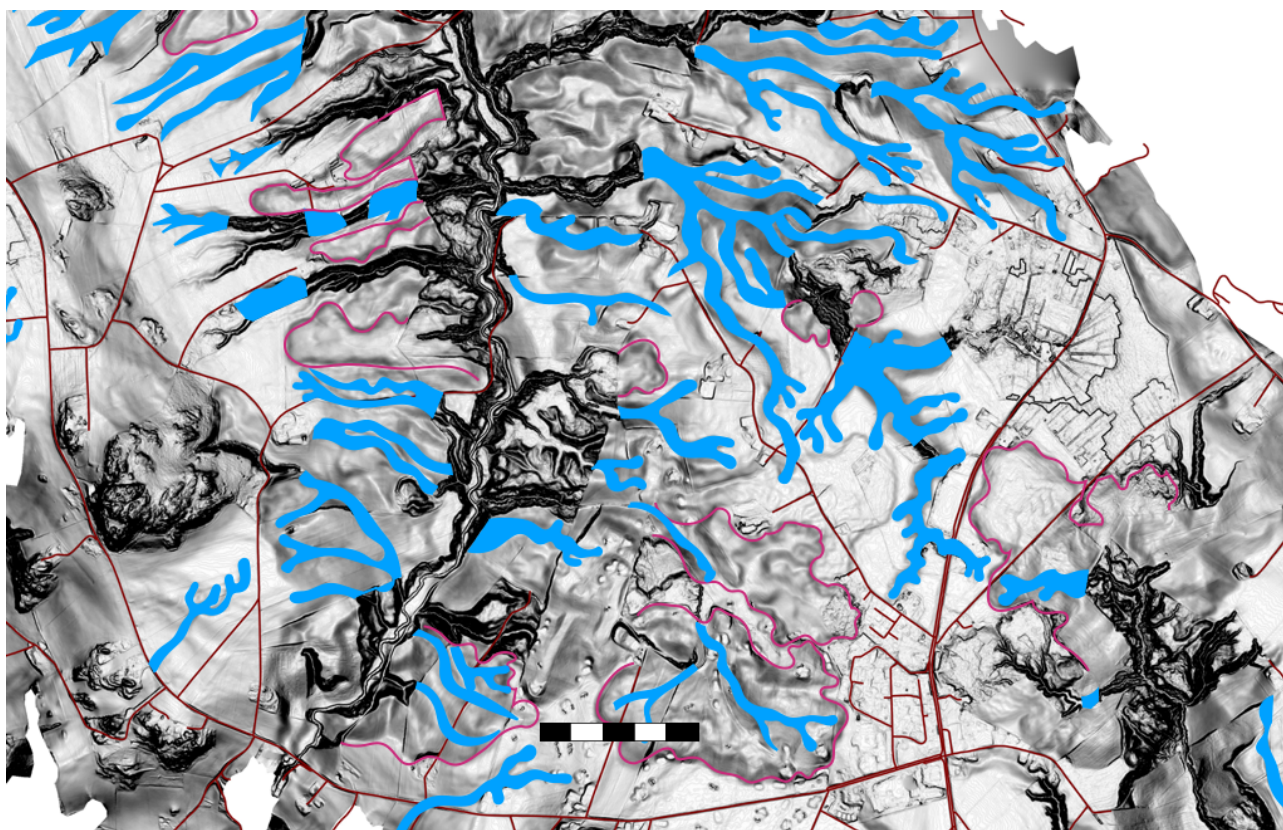
Lage sammensatte kart som viser ravinene

Vi lager kart som viser tidligere raviner, dagens rasgroper og tidligere rasgroper samt dagens infrastruktur sammen med berggrunns- og løsmasse kart til et helhetlig kartgrunnlag som viser dagens ravinelandskap og det som er gått tapt som følge av menneskelig bearbeiding (Fig.12).

Resultater

Av praktiske og arbeidsmessige hensyn ble prosjektområdet delt inn i fire enkelt områder som ble analysert hver for seg: Byneset og Spongedal, Leinstrand-Tiller, Kolstad-Slupen-Byåsen-Ila og Strinda-Lade-Raneheim (Fig.10-13). Eksisterende raviner, dagens rasgroper, og omarbeida/innfylte rasgroper ble systematisk lastet tilbake til geomodellen og brukt for areal- og volum-beregninger⁴ (Tab. 1).

⁴ Med volum beregninger menes her volumet av materiale som er erodert bort ved dannelsen av ravedalen



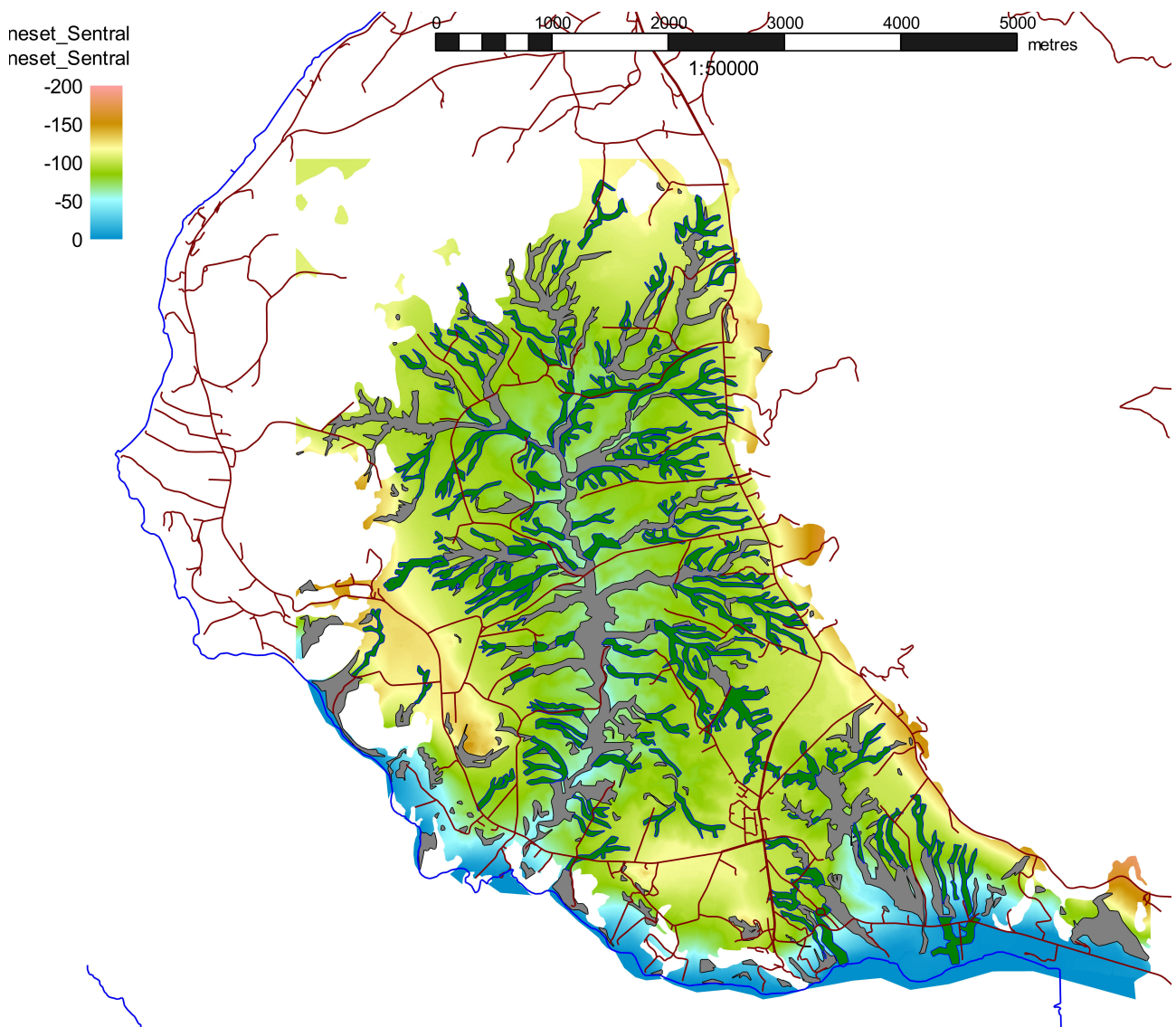
Figur 12. Eksempel på registrering og digitalisering av ravnener, tidligere ravnener, samt rasgroper fra Spongedal

Tabell 1. Tabellen oppsummerer areal for de fire områdene samt arealet av ravnener og ravnener som er blitt borte, se tekst for diskusjon

Nr.	Område	Areal projisert (km ²)	Total areal ravnener (km ²)	Total areal ravnener %	Ravnener bevart km ²	Ravnener bevart i prosent av totalen ravnener observert	Ravnener omarbeidet/ innfylt km ²	Ravnener omarbeidet/ innfylt i prosent av totalen ravnener observert
1	Byneset-Spongedal	25	5,5	22,00	1,7	30,9	3,8	69,1
1b	Byneset Nord	9	0,9	10,00	0,52	57,8	0,38	42,2
2	Leinstrand-Heimdal-Tiller	31	8,1	26,13	4,14	51,1	3,96	48,9
3	Kolstad-Slupen-Byåsen	36	7,5	20,83	3,2	42,7	4,3	57,3
4	Strinda-Lade-Ranheim	26	2,7	10,38	1,1	40,7	1,6	59,3
5	Totalt	127	24,7		10,66		14,04	
	Gjennomsnitt alle områdene	25,4	4,94	19,45	2,132	44,6	2,808	55,4
	Område 4 når bruker snitt % totalt ravnenering	26	6	23,00	1,1	18,3	4,9	81,7
	Område 1b når bruker snitt % totalt ravnenering	9	2,07	23,00	0,52	25,1	1,55	74,9

Systematisk og kvantitativ kartlegging av ravedaler i Trondheim kommune

Resultatet viser at store deler av landskapet i Trondheim er raviner (Tabell 1). Det er stor variasjon i hvor stor andel av ravinene som er ødelagt. Området Leinstrand-Heimdal-Tiller har størst andel raviner. Her 26 prosent av landskapet er raviner her. 49 prosent av ravinene er ødelagt. Resultatene stemmer godt med undersøkelser vi har gjort i Orkdal og Meldal kommuner der det 44 prosent av landskapet var raviner (Siggerud, 2018).

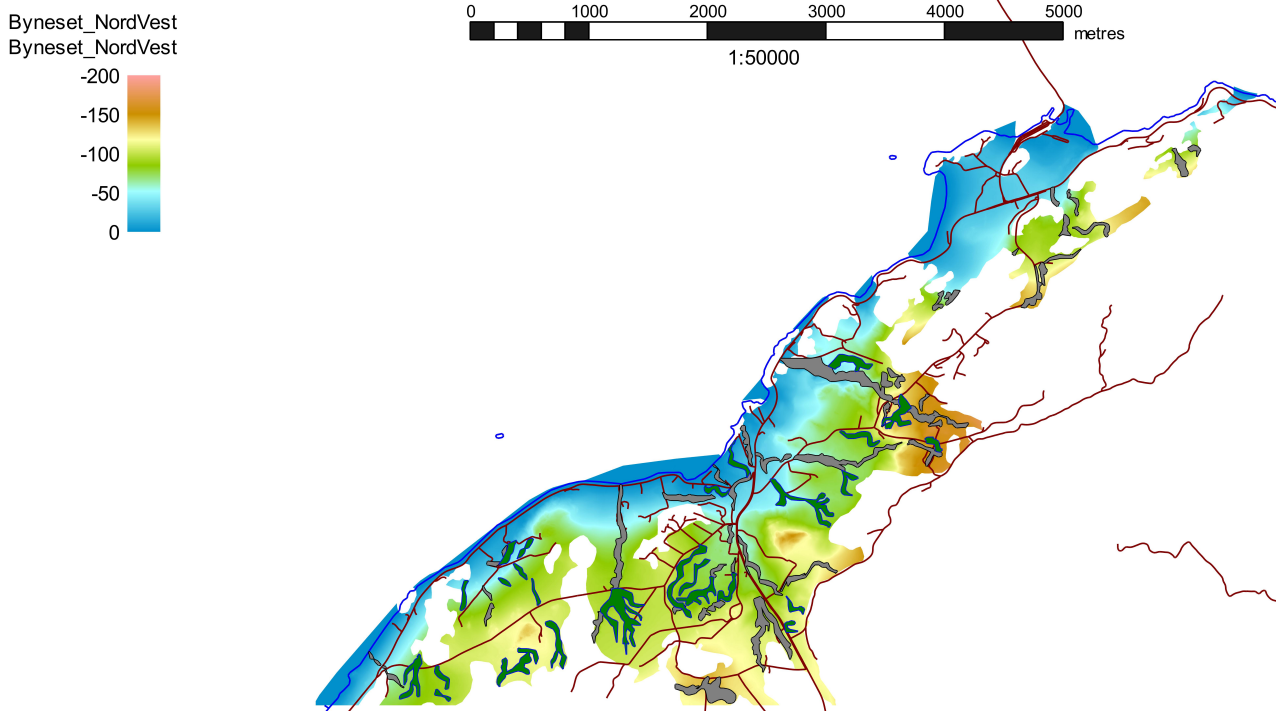


Figur 13. Topografisk kart der varmere farger viser meter over havet, overlatt dagens (grå farge) og tidligere ravine landskap (grønn farge) for område 1 Byneset - Spongedal

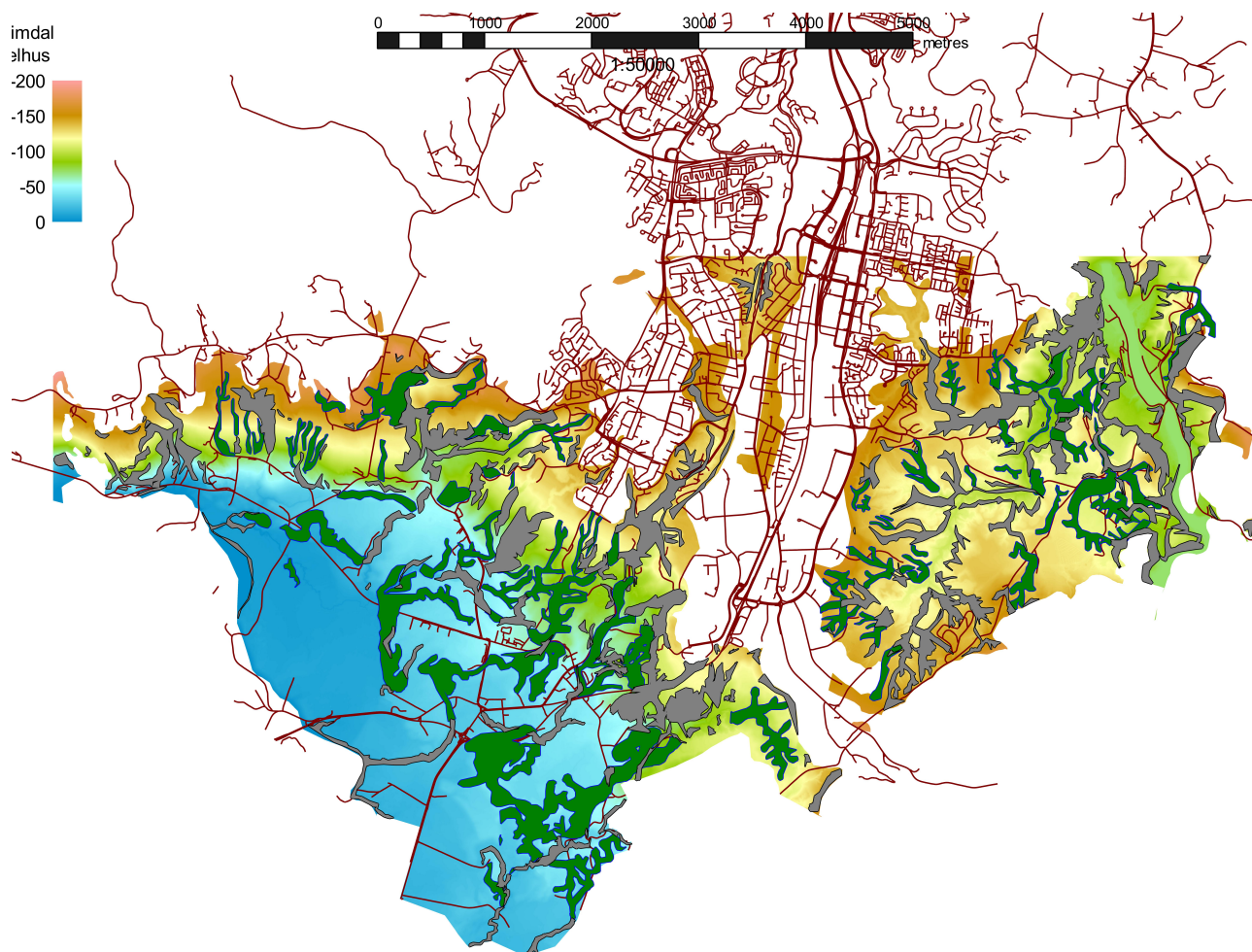
Byneset - Spongdal

Som Figur 13 viser er område Byneset -Spongdal karakterisert av et stort ravine område som drenerer mot sør-sørvest og et mindre område som sammenfaller med område Spongdal med fall mot sør. Dette skiller Byneset-Spongdal fra områdene i nord som består av flere mindre enkeltstående raviner som faller relativt bratt mot fjorden. Området i Nord er derfor skilt ut som en eget område som vist i Tabell 1 og Figur 14. Totalt består dette området av 9 kvadratkilometer (sedimenter under marine grense) hvor av en tiende del består av raviner, av disse er nær 58% bevart mens 0,4 kvadratkilometer eller 42% er inn fylt.

Vi ser veldig tydelig i dette området hvordan ravinene utvikles som innskårne daler som følge av det relative fall i havnivå på grunn av landhevningen ved avsmeltingen av den store innlandsisen. Total arealet med marine leire er her 25 kvadratkilometer. 5,5 kvadratkilometer av dette er raviner, altså 22 prosent av total arealet. 2,9 kvadratkilometer, altså 52,7 prosent er bevart, mens 2,6 kvadratkilometer er omarbeidet og eller inn fylt, altså 47,3 prosent (Tab.1).



Figur 14. Topografisk kart der varmere farger viser meter over havet, overlatt dagens (grå farge) og tidligere ravine landskap (grønn farge) for område 1b Byneset Nord

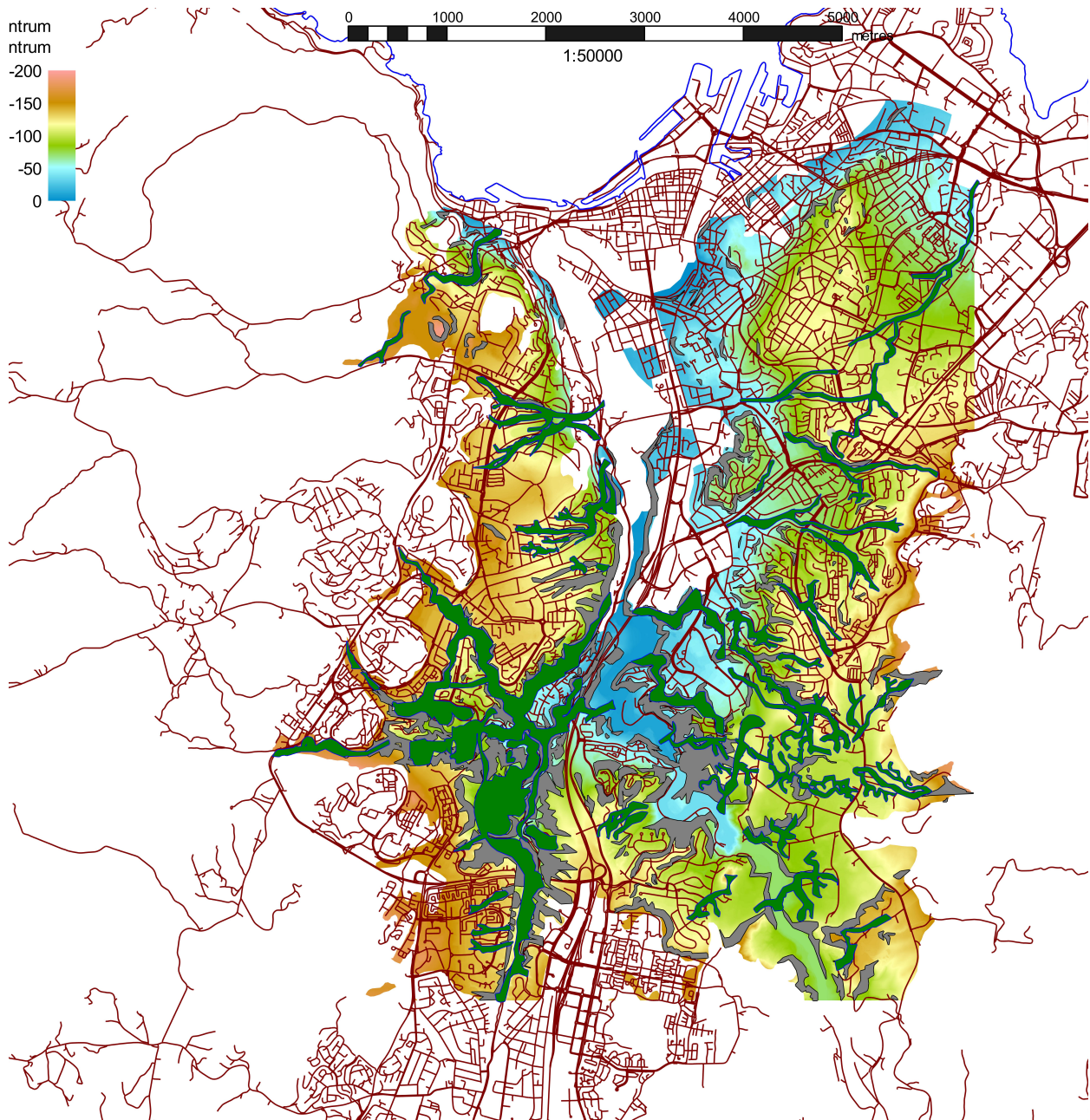


Figur 15. Topografisk kart der varmere farger viser meter over havet, overlatt dagens (grå farge) og tidligere ravine landskap (grønn farge) for område 2 Leinstrand-Heimdal-Tiller

Leinstrand-Heimdal-Tiller

Leinstrand-Heimdal-Tiller skiller seg noe fra Byneset-Spongaldal ved at det har ett område i vest med raviner som drenerer mot sør, og et østlig område som er orientert mot nord (Fig.15). Områdene er adskilt av et høydedrag som løper fra Kolstad-Heimdal til Kvenild-Torgarden i sør hvor overflaten er dominert av myrområder og bebyggelse. Det østlige området har flere større markerte raviner som kan følges nordover inn mot dagens sentrum av Trondheim by. Det vestlige området har flere uavhengige og mindre, adskilte raviner som skjærer seg relativt rett ned i den marine leiren. Alle ravinene i dette området forsvinner nede på elvesletten til Gaula, sannsynlig på grunn av utbredd bakkeplanering. Området er

Systematisk og kvantitativ kartlegging av ravinedaler i Trondheim kommune



Figur 16. Topografisk kart der varmere farger viser meter over havet, overlagt dagens (grå farge) og tidligere ravine landskap (grønn farge) for område 3 Kolstad-Sluppen-Byåsen

totalt 31 kvadratkilometer. 8,1kvm, altså 26,1 % består av intakte raviner. 4,14 kvadratkilometer eller 51prosent er bevart mens 3,96 kvadratkilometer, altså 49 prosent er ødelagt.

Kolstad-Sluppen-Byåsen

Av et areal på 36 kvadratkilometer er det observert 7,5 kvadratkilometer med ravinedaler, altså prosent. Av dette er 43 prosent bevart mens 57 prosent er omarbeidet og fylt igjen.

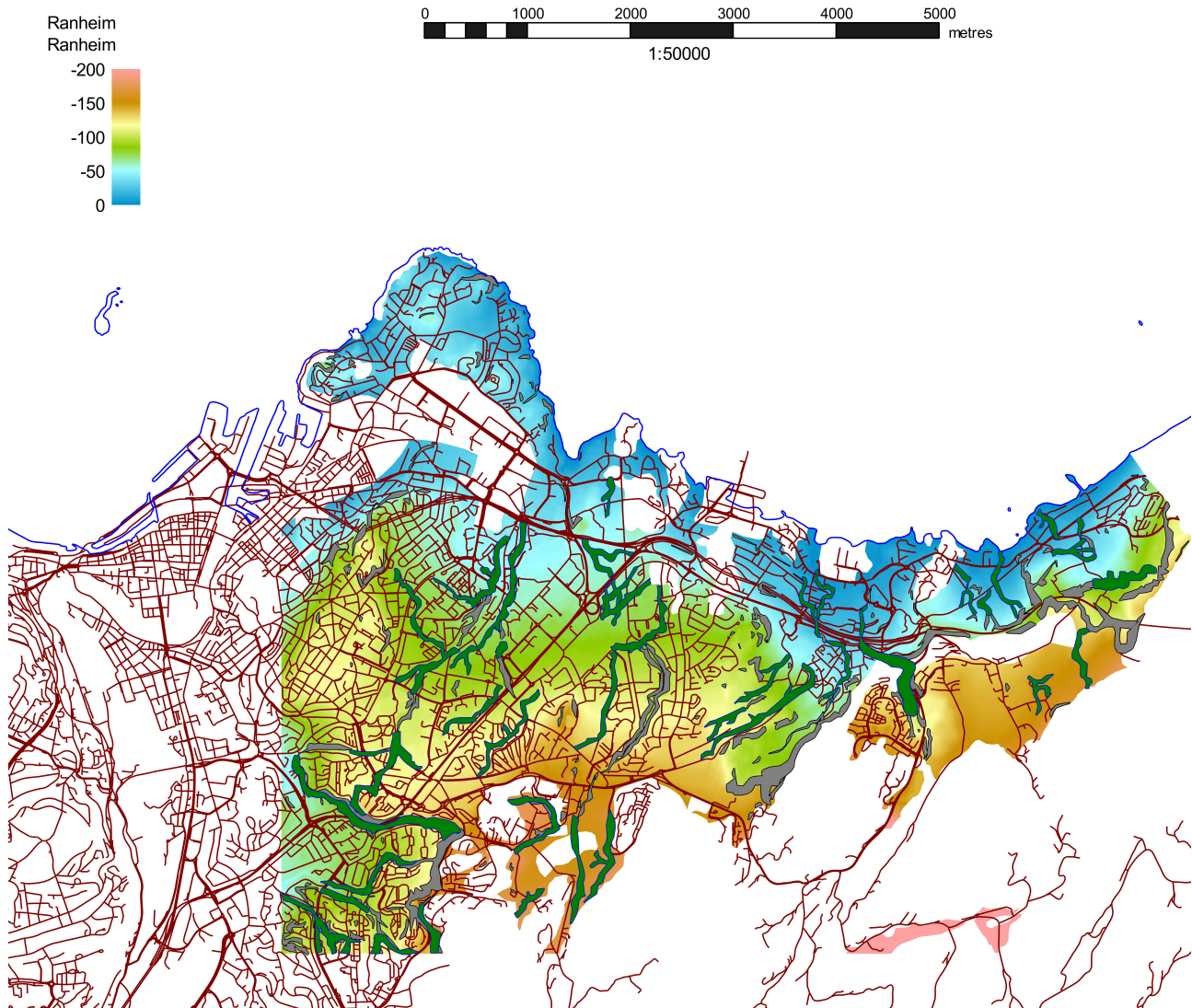
Kolstad-Sluppen-Byåsen karakteriseres av dalen som er dannet når Nidelven har erodert seg ned gjennom de marine sedimentene. De to områdene på hver siden av Nidelva består av terrasser og skråninger og som viser det fallende relative havnivå siden innlandsisens nedsmelting. Særlig i den sørlige delen av området preges landskapet av ravinedaler (Fig.16). I dette området er det en kompleks kombinasjon av ravinedaler og rasgroper og de fleste veier i området er lagt i ravinedalene og rasgropene er delvis jamnet ut og flatene bebygde.

Nordover og særlig på vestsiden utover på Byåsen er det svært få raviner igjen. De fleste er fylt igjen og bygget ned med hus. På østsiden av Nidelven er veien lagt i ravinene og her er de få tydelige rasgroper. Ned mot sentrum er det på Byåsen siden noen få delvis bevarte raviner, mens på øst siden er få som er bevart. I NGUs kart det er kartlagt enkelte raviner langs veien i området uten at dette kan underbygges av observasjoner i dette prosjektet. Nederst ved NTNU mot Bakklandet er det flere rasgroper som alle er fylt igjen.

Strinda-Lade-Ranheim

Her går det ett skille mellom de vestlige områdene og selve Ranheim som danner en stor bukt hvor terrenget faller mot nordøst. I området Ranheim er det tre tydelige ravinedaler, men som er omarbeidet, fylt igjen og eller lagt i rør (Fig. 17). Det er relativt få raviner i den vestlige delen av dette området fra Charlottenlund og ned mot vest og nordvest (sentrum). Noen få som faller mot vest fra Charlottenlund Øst-Tunga ned mot Rosenborg og Lade Vest (Fig.17). Alle er ødelagt. Mens den vestlige delen av dette området er nesten totalt dominert av bebyggelse er det fremdeles åpne områder på Ranheim. Av et totalt areal på 26

Systematisk og kvantitativ kartlegging av ravinedaler i Trondheim kommune



Figur 17. Topografisk kart der varmere farger viser meter over havet, overlatt dagens (grå farge) og tidligere ravine landskap (grønn farge) for område 4 Stridheim-Lade-Ranheim

kvadratkilometer er det kun 2,7 kvadratkilometer med raviner, altså 11 prosent. 40 prosent av ravinene er bevart mens 60 prosent er omarbeidet og eller fylt igjen.

Rasgroper og kvikkleire-probelmatikk

Denne undersøkelsen har vist at ravinedalene i liten grad består av kvikkleire. Våre tidligere arbeider viser at kvikkleire primært dannes på flate områder mellom ravinedalene. Selve ravinedalene kan fungere som utløpsområder ved kvikkleireras slik som i Sørums kommunen november 2016 (Siggerud, 2017, Siggerud og Kjellesvik, 2018), men det er altså ikke ravinedalene i seg selv som har kvikkleire.

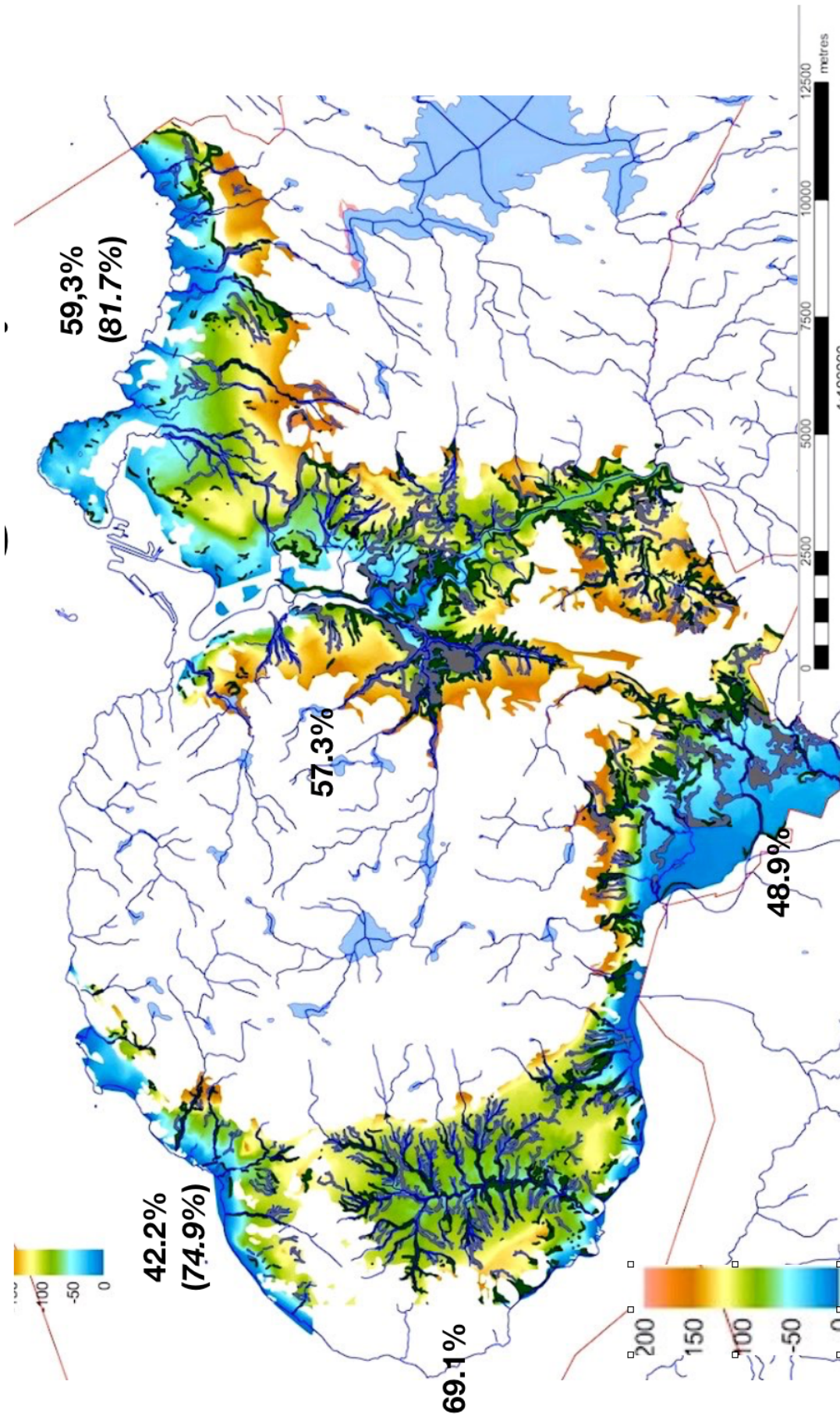
Diskusjon

Det er mange interessante aspekter som fremkommer ved denne typen systematiske og kvantitative kartleggingen av ravinedaler (Fig.1.). Med unntak av Strinda-Lade- Ranheim er det relativt liten variasjon i mengde ravinedaler, det vil si ca 23prosent. Samlet for alle tre områdene på 92 kvadratkilometer, er 21 kvadratkilometer ravinedaler (Tab.1). Mengde bevarte raviner i Trondheimsområdet unntatt Strinda-Lade-Ranheim varierer mellom 31 til 51prosent med et snitt på 42 prosent. Byneset-Spongedal har vært mer utsatt for omarbeiding og innfylling enn Leinstrand-Heimdal-Tiller.

På Strinda-Lade- Ranheim er bare 11prosent ravinedaler. Det er mulig at de observerte ravinene representerer det opprinnelige, men om man antar at gjennomsnittet for de øvrige områdene også gjelder for område fire (23%), så betyr det at mengden ravinedaler samlet skulle vært 6 kvadratkilometer (Tab.2) . At kun

Tabell 2. Viser gjennomsnitt for de tre områdene som er antatt mest representative og fordeling av inntakt og «ødelagt» av ravinedaler om man bruker samme opprinnelige prosent for de to siste områdene

No.	Area	Average projected (km2)	Total volume of ravine valleys (km2)	Total observed ravine valleys %	Ravine valleys preserve (km2)	Ravine valleys preserved of total observed %	Ravine valleys infilled/ altered (km2)	Ravine valleys infilled/ altered in percentage of total observed %
1	Byneset-Spongedal	25	5,5	22,00	1,7	30,9	3,8	69,1
1b	Byneset Nord	9	0,9	10,00	0,52	57,8	0,38	42,2
2	Leinstrand-Heimdal-Tiller	31	8,1	26,13	4,14	51,1	3,96	48,9
3	Kolstad-Slupen-Byåsen	36	7,5	20,83	3,2	42,7	4,3	57,3
4	Strinda-Lade-Ranheim	26	2,7	10,38	1,1	40,7	1,6	59,3
5	Totalt	127	24,7		10,66		14,04	
	Average mean all areas	25,4	4,94	19,45	2,132	44,6	2,808	55,4
4	Using average occurrence of total ravine valleys	26	6	23,00	1,1	18,3	4,9	81,7
1b	Område 1b når bruker snitt % totalt ravinerings	9	2,07	23,00	0,52	25,1	1,55	74,9



Figur 18. Kartet viser utbredelse av marine sedimenter innenfor Trondheim kommune vist som et topografisk kart der varmere farger er høye topografisk, overlagt er eksisterende raviner i grått og «ødelagte»/forsvunnet raviner i mørke grønn farge, graden av «ødeleggelse» er vist som prosent, mens tallene i parentes viser antatt «ødeleggelse» basert på gjennomsnitt forekomst av ravinedaler ca 23 %

1,1 kvadratkilometer er bevart, betyr at 82 prosent av de opprinnelige ravinedalene i dette området sannsynligvis har blitt omarbeidet og fylt igjen. Basert på lokal befaring virker dette mer sannsynlig enn at området opprinnelig har så mange færre opprinnelige raviner enn resten av Trondheimsområdet.

Tabell 2 viser samme utvikling for Byneset nord. Dette området har i dag bare 10 prosent ravinedaler, men ved å benytte tilsvarende gjennomsnitt fra hele Trondheimsområdet burde det ha vært 2,7 av 9 kvadratkilometer med raviner. Hvis dette stemmer så er så mye som 75 prosent av ravinene på Byneset nord ødelagt.

Den prosessen som danner raviner (relativt fallende havnivå og innskjæring av rennende vann) tilsier at noenlunde samme mengde raviner dannes. Samtidig så kan det være en forskjell i utviklingen mellom områder med mer helning av terrenget enn i områder med mindre helning. Ravinene blir rettere i områder som er bratte og de blir mer meandrerende der det er mindre bratt (se Fig.5)

Denne undersøkelsen ble gjort ved å benytte kart grunnlag med 1 x 1 meters oppløsning i skala 1:20,000 basert på Lidar-data. Til sammenligning med området i Orkdal der Statens Kartveks kart med 10 x 10 oppløsning som viser noe flere mulige ravinedaler enn det som er fremkommet ved bruk av Lidar data. Trolig er anslaget av 44% her noe for høyt til sammenligning med snittet på noen og tyve prosent i de områdene som er minst berørt av menneskelig aktivitet. Samtidig viser undersøkelsen potensielt som ligger i den systematiske sammenstillingen av lidar-data med geologisk kunnskap og digitale verktøy for kvantitative kartlegging av ravinedaler og rasgroper både dagens og «ødelagte».

Denne typen kvantitativ og systematisk kartleggingen kan også på sikt se på fordelingen av naturtyper i ravinedalene og lage en kvantitativ fordeling i tid og rom. Prosesser som mengde lys, vann, temperatur kan alle kryss-plottes og brukes i verktøyet Digital Geologi benytter til å vise den romlige fordelingen av de planter som logisk vil befinne seg i ulike deler av ravinlandskapet. På den måten

kan man sammenstille fysiske observasjoner med fordeling av de egenskaper som styrer fordelingen av arter og naturtyper og lage kvantitative kart som kan benyttes til bedre å kvantifisere konsekvensen for ulike naturtyper og arter ved inngrep.

Ravinedalene består av stabile masser

Våre undersøkelser og beregninger viser at det ikke er en direkte sammenheng mellom kvikkleire utvikling og ravinedaler. Vi har funnet ut at kvikkleire ikke utvikles i ravinedalene, men på de flate områdene rundt. Årsaken er at vannet i falte områder trenger ned i bakken og ned i den marine leira og dermed vasker ut saltet. I ravinedalene derimot, der vannet renner gjennom dalen rekker ikke vannet å vaske ut saltet på samme måte (Siggerud og Kjellesvik, 2018). Dette er illustrert i

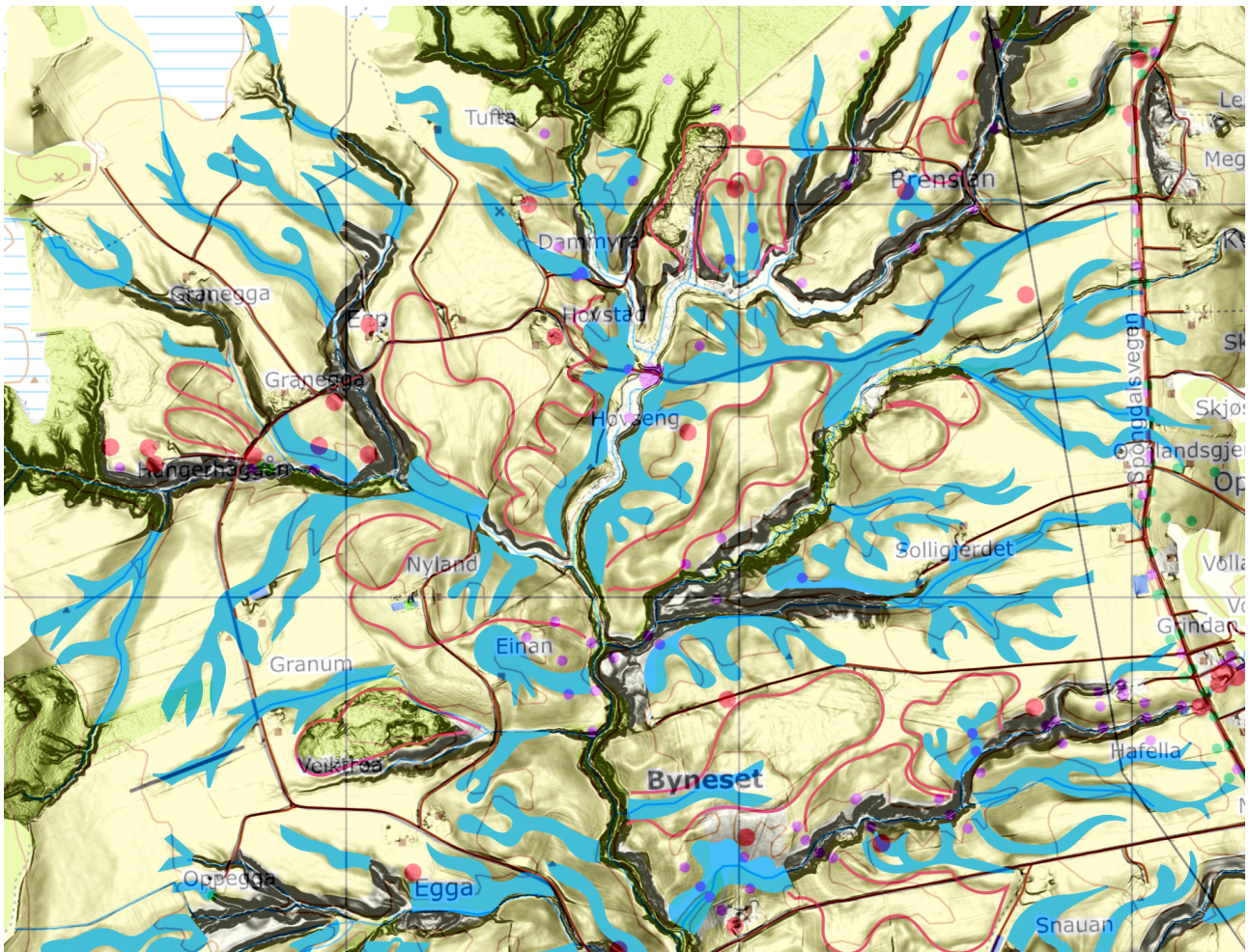


Figure 14. Utsnitt av kartet med observerte ravinedaler (i svart), innfylte ravinedaler (i blått) og observerte rasgroper (vist i lilla), som er overlagt kvikkleirepunktene og sonderinger som det fremkommer i Trondheim kommunes database, se teksten for diskusjon

Figur 18, fra et område på Byneset. Der ser vi at alle rapporterte kvikkleirepunkt (basert på sonderinger og fysiske prøver med påfølgende undersøkelser), ligger utenfor ravinedalene. Dette er også bekreftet av alle sonderingen som er utført nede i og eller i skråningene (eller også de innfylte områdene). Der er det ikke funnet kvikkleire.

Ravinedalene vil på grunn av fysiske lover for når masser er stabile, justere seg til rundt 30 grader. 30 grader er den maksimale stabile vinkelen for sidene i ravinen. Når vannet skjærer seg dypere ned vil naturlig skråningsprosesser opprettholde denne vinkelen. Dette innebærer etter vår mening at inngrep i form av økt av skråningsvinkelen og eller tildekking av bergartsmasse (såkalt «plastring») vil føre til økt vanntrykk på sidene og bak steinmassene. Dette vil etter vår mening øke erosjonen og utgravingen i ravinen og vil kunne føre til utrasinger. Plastring vil altså øke sjansen for ras i ravinen istedenfor å redusere den.

Referanser

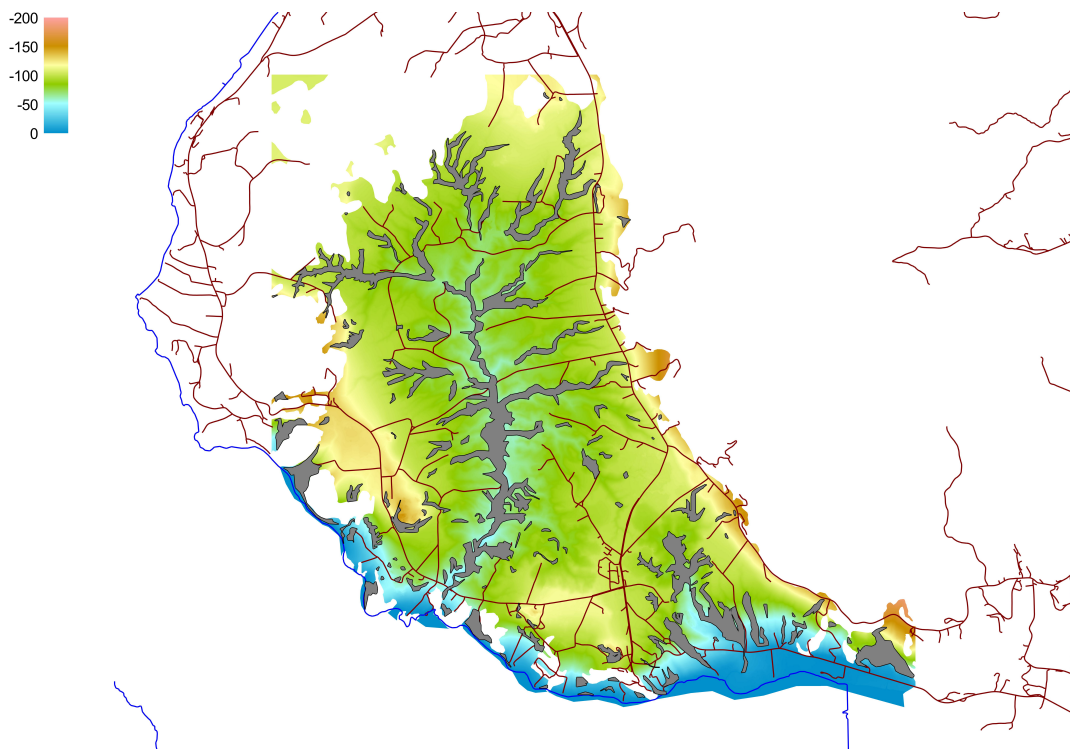
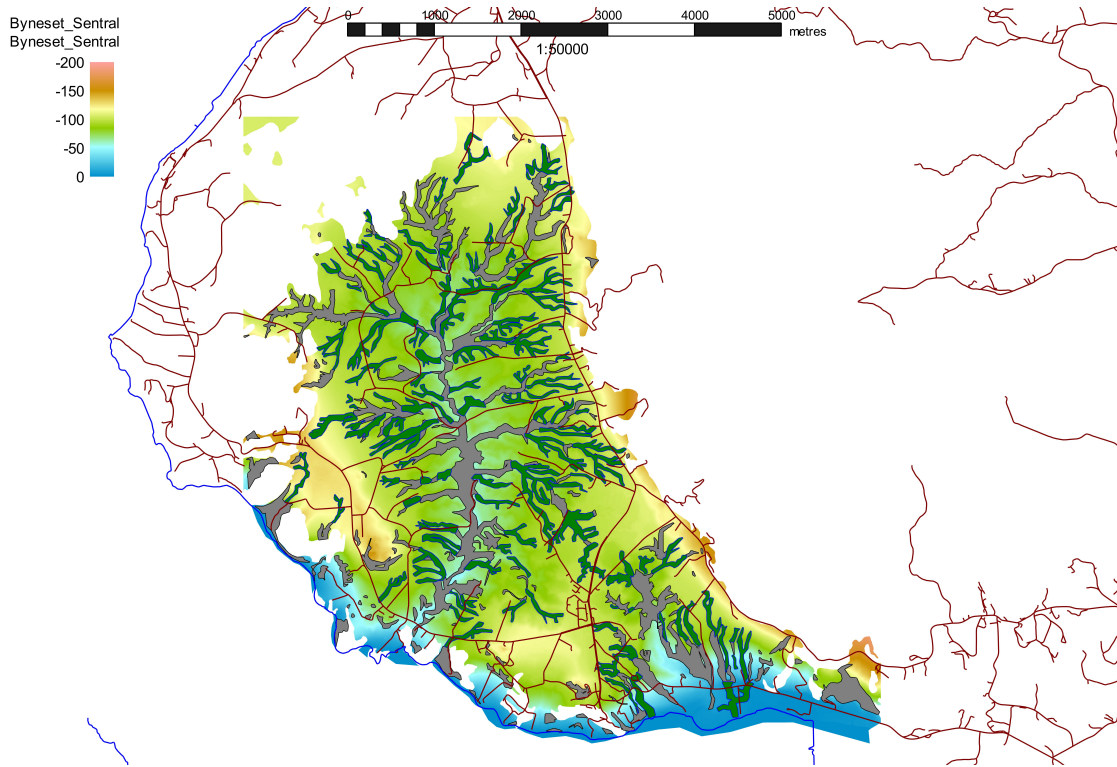
Siggerud, E.I.H., 2017, Rapport resultat kvikkleire 4D modellering område Skatval (Nord Trøndelag) og «Greater» Grimstad (Aust Agder), Rapport utarbeidet av Digital Geology AS for Norges Vassdrag og Energi Direktorat, Ranheim juli 2017, 26 sider

Siggerud, E.I.H., 2018, Oppdatering av geomodell område Skatval, kvikkleire fordeling basert på integrasjon av nye sonderinger, Rapport utarbeidet av Digital Geology AS for Norges Vassdrag og Energi Direktorat, Ranheim juli 2017, 24 side

Siggerud, E.I.H. og Kjellesvik, L.E.R., 2018, Understanding quick clay generation and distribution, a proactive approach to an old unknown, **Norsk geologisk forening Vinterkonferanse, Extended Abstract**

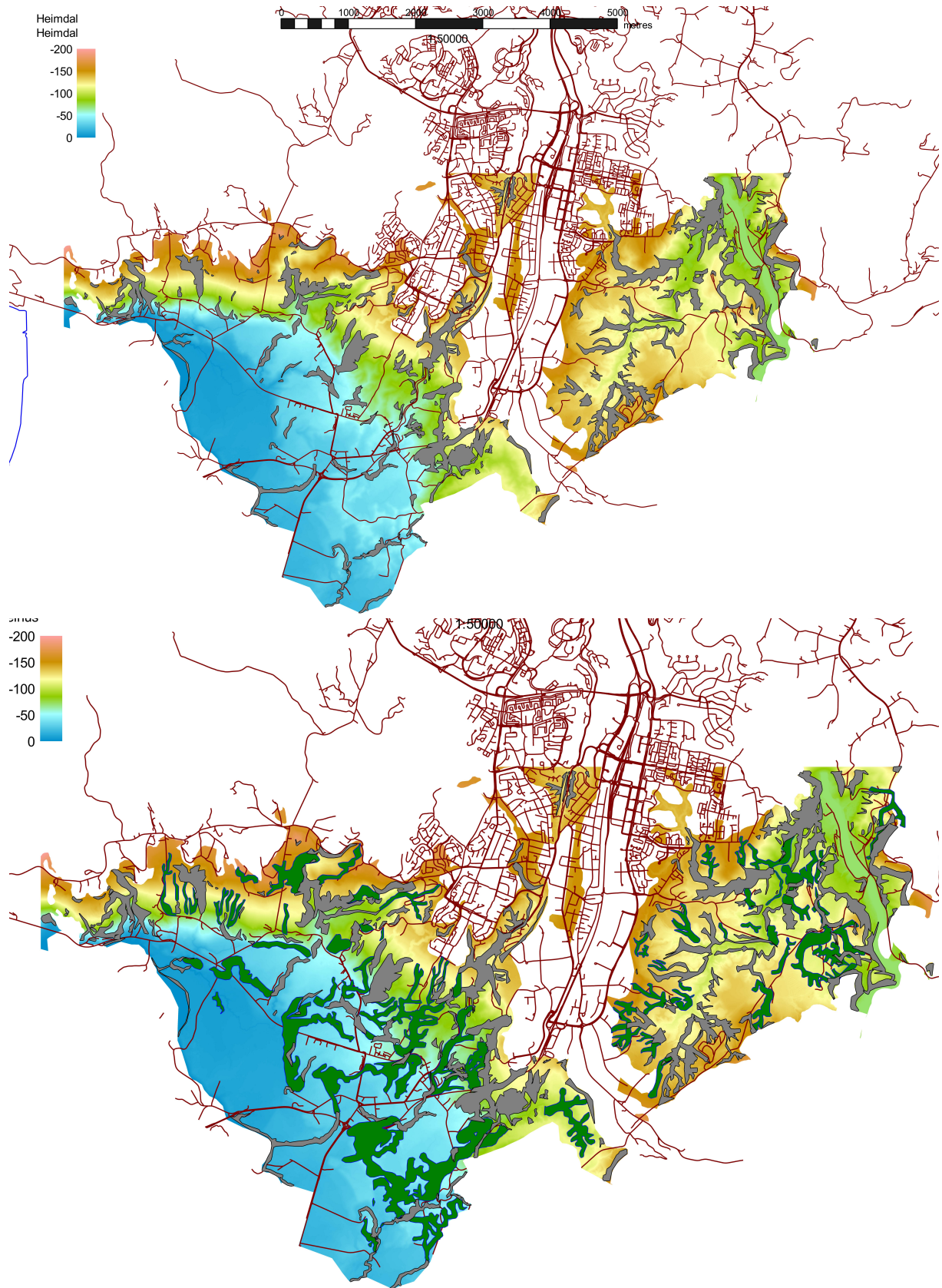
Appendiks

Systematisk og kvantitativ kartlegging av ravedaler i Trondheim kommune



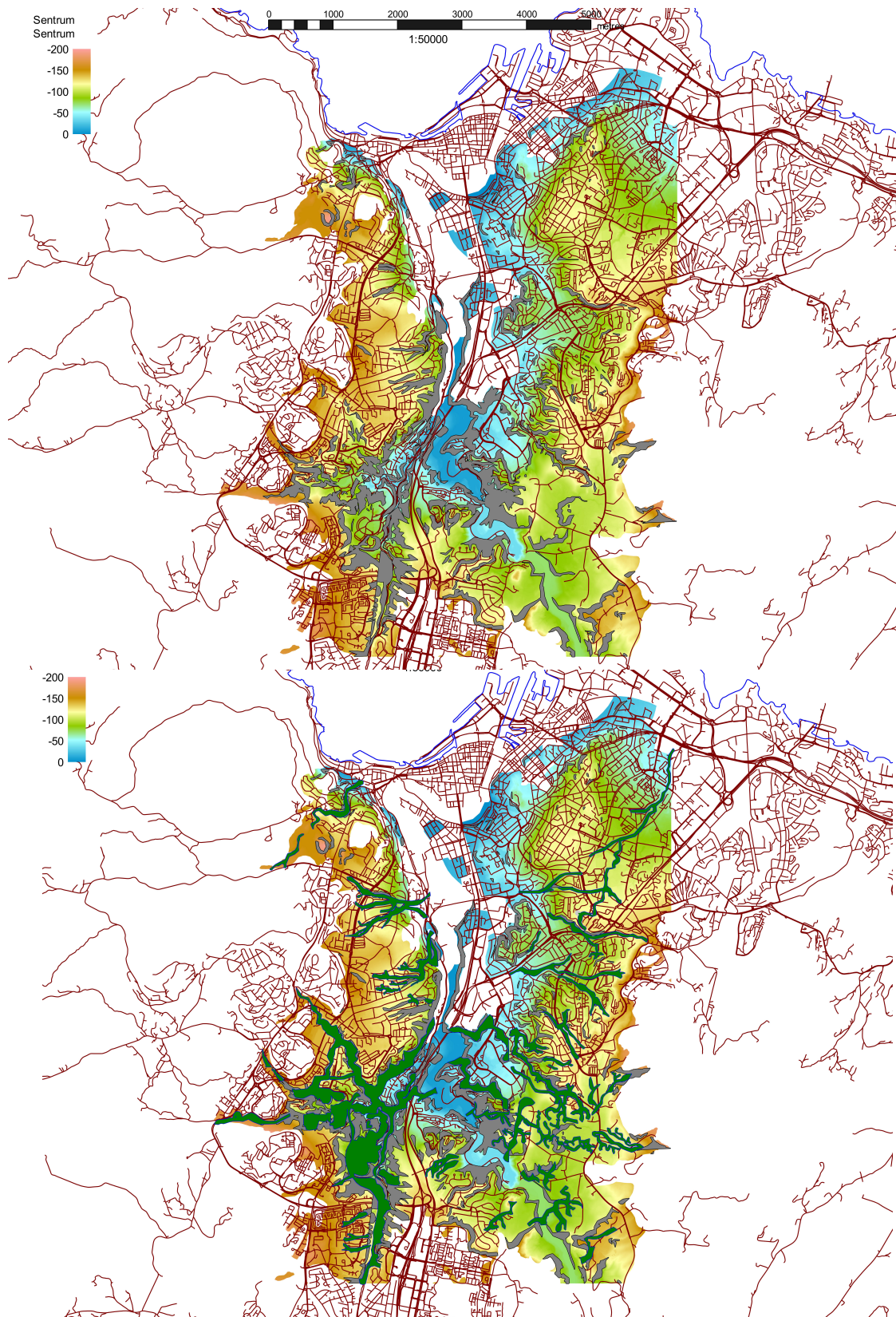
Appendiks 1. Sammenligning dagens raviner (kartet øverst) og opprinnelig kartlagt ravine landskap (kartet nederst) område 1 Byneset - Spongedal

Systematisk og kvantitativ kartlegging av ravinedaler i Trondheim kommune



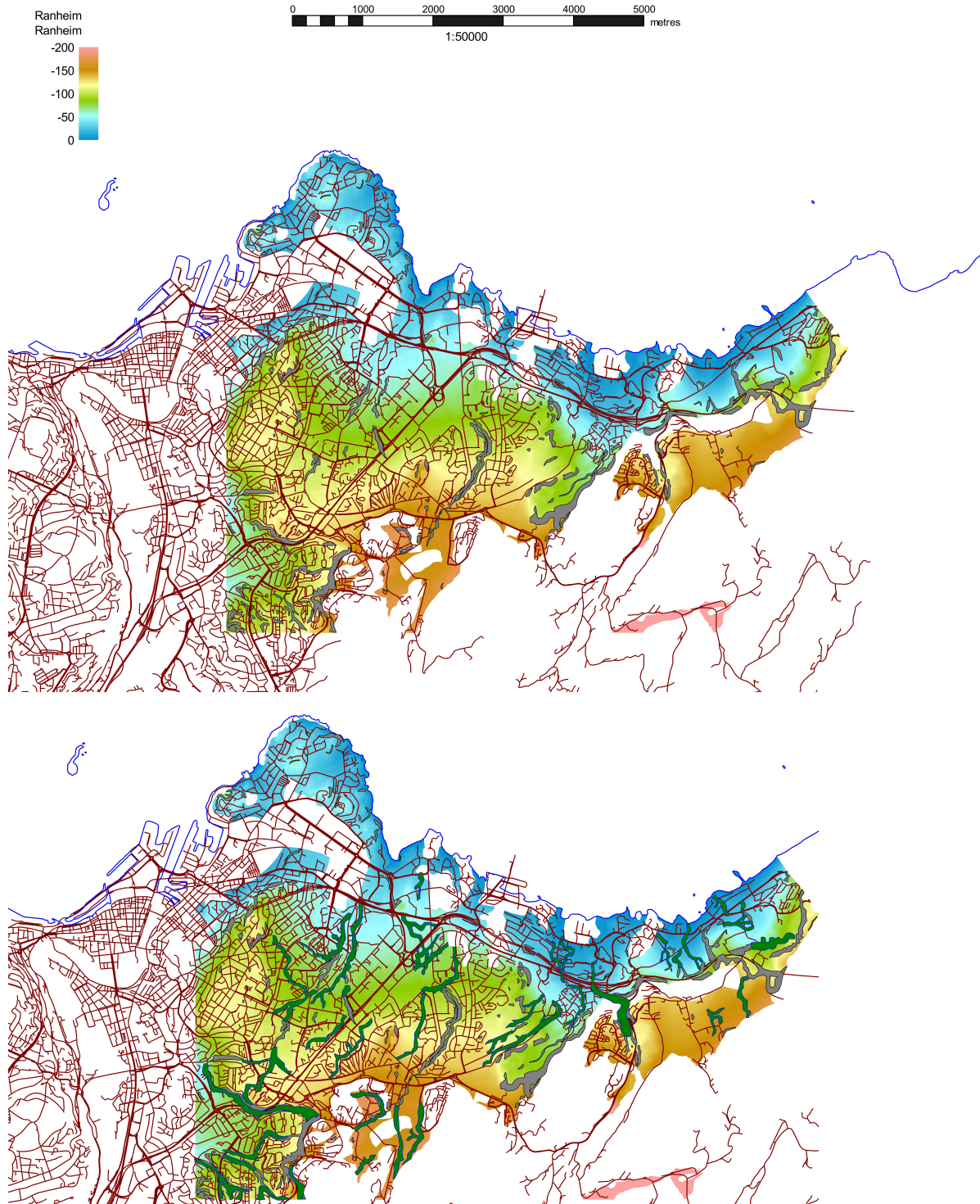
Appendiks 2. Sammenligning dagens raviner (kartet øverst) og opprinnelig kartlagt ravine landskap (kartet nederst) område 2 Leinstrand-Heimdal-Tiller

Systematisk og kvantitativ kartlegging av ravinedaler i Trondheim kommune



Appendiks 3. Sammenligning dagens raviner (kartet øverst) og opprinnelig kartlagt ravine landskap (kartet nederst) område 3 Kolstad-Slupen-Byåsen

Systematisk og kvantitativ kartlegging av ravinedaler i Trondheim kommune



Appendiks 4. Sammenligning dagens raviner (kartet øverst) og opprinnelig kartlagt ravine landskap (kartet nederst) område 4 Strinda-Lade-Ranheim

