

# Støvavsetning ved Lunckefjell

Spredningsberegninger for gruvedrift  
Revidert utgave

Dag Tønnesen

# **Støvavsetning ved Lunckefjell**

Spredningsberegninger for gruvedrift

Dag Tønnesen

# Innhold

	Side
<b>Sammendrag .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Utslippsfaktorer .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Meteorologiske målinger .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Modellering .....</b>	<b>6</b>
<b>4 Beregnet støvavsetning .....</b>	<b>6</b>

## Sammendrag

*Norsk Institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Store Norske Spitsbergen Grubekompani AS (SN) utført utslipps- og spredningsberegninger for området ved Marthabreen i forbindelse med planlegging av gruvedrift i Lunckefjell ved Sveagruva. På bakgrunn av aktivitetsdataene er det beregnet utslipp av støvpartikler (TSP = "Total suspended particles) geografisk fordelt i området ved brekryssingen. Spredning og avsetning av utslippene er beregnet, og avsatt støvmengde på breen i området nær kryssingen er beregnet.*

NILUs målinger på Zeppelin-stasjonen ved Ny-Ålesund er anvendt som grunnlag for frekvensfordelingene av vindretning og vindstyrke. Disse målingene er tilpasset den lokale topografien ved å dreie frekvensfordelingen 30 grader mot vest, idet den lokale kanaliseringen er langs akse sørøst-nordvest ved Lunckefjell og langs akse sørsørøst – nordnordvest ved Zeppelin.

Under de forutsetningene som er gjort i forhold til utslippene vil støvavsetning 100 m fra veien være på eller under grense for "lavt" støvfall over 30 døgn vurdert etter grunnlaget vist i tabell A.

*Tabell A: Vurderingsgrunnlag for vannuløselig støvfall.*

Meget høyt	>13	g/m <sup>2</sup>	pr. 30 døgn
Høyt	8-13	g/m <sup>2</sup>	pr. 30 døgn
Moderat	3-8	g/m <sup>2</sup>	pr. 30 døgn
Lavt	<3	g/m <sup>2</sup>	pr. 30 døgn

# Støvavsetning ved Lunckefjell

## Spredningsberegninger for gruvedrift

Norsk Institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Store Norske Spitsbergen Grubekompani AS (SN) utført utslipps- og spredningsberegninger for området ved Marthabreen i forbindelse med planlegging av gruvedrift i Lunckefjell ved Sveagruva. NILU har mottatt beskrivelse av utslippsgenererende aktiviteter for oppstartsfasen, driftsfasen og avslutningsfasen for gruvedriften. På bakgrunn av aktivitetsdataene er det beregnet utslipp av støvpartikler (TSP) geografisk fordelt i området ved brekryssingen. Spredning og avsetning av utslippene er beregnet, og avsatt støvmengde på breen i området nær kryssingen er beregnet.

### 1 Utslippsfaktorer

Det foreligger få utslippsfaktorer for gruvedrift, massetransport og anleggsvirksomhet. Environmental Protection Agency (EPA) i USA har imidlertid sammenfattet utslippsfaktorer for mange ulike virksomheter i sin håndbok AP42 som foreligger elektronisk på nettstedet [www.epa.gov](http://www.epa.gov). I tillegg er det utført målinger ved Svea blant annet av støvfall i 2002 og 2006.

I dette arbeidet er utslippsfaktorer for oppstart og avslutning basert på EPA AP42 13.2.3 "Heavy Construction". Utslippsfaktorer for driftsfasen med kjøretøytransport av kull er basert på målinger utført ved Svea i 2002 og 2006, samt AP42 11.9 "Western open coal mining". Sistnevnte faktorer er anvendt for transporten av kull over breen. Utslippsfaktorene er oppsummert i Tabell 1 nedenfor.

Tabell 1: Utslippsfaktorer anvendt for beregning av utslipp.

Aktivitet	Faktorbeskrivelse (EPA)	Faktor (TSP)	Enhet
Planering og vegbygging	Heavy Construction	2.69	Tonn/Hektar/Måned
Lasting på bil	Truck loading	0.58/M1.2 *	kg/tonn

\*:M = Moisture i %, her er 30 % anvendt

Målingene av støvfall utført ved Sveagruva i 2006 er benyttet til å beregne en midlere konsentrasjon av støv i lufta over prøvetakerne, forutsatt den samme fallhastigheten som er benyttet i de avsetningsberegningene (5 cm/s). Verdien av luftkonsentrasjon av PM<sub>30</sub> (partikler med diameter < 30 µm) blir 15,4 µg/m<sup>3</sup>, dette indikerer en kildestyrke fra transport med bil på 0,2 mg/m/s.

Utslippets størrelse er avhengig av størrelse på kulluttak og driftstid. Beregnet utslipp for oppstarts- og avslutningsfasen vil avhenge av hvor lenge operasjonene pågår. For uttaket er et anslag på 2 mill. tonn kull årlig benyttet i henhold til plan fra SN. Driftsperioden vil etter gjeldende planer vare fra 2015 til 2019, og årlig drift er fordelt over 300 driftsdøgn, tilsvarende periode er benyttet for

avsetningsberegningene. Driften er kontinuerlig i vinterhalvåret med 2 måneders stans om sommeren (juli-august). Dette medfører at ca. 60 % av avsetningen foregår i vinterhalvåret og 40 % i sommerhalvåret. Med flere eller færre driftsdøgn og uendret masseuttak blir avsetningen uendret. I driftsperioden er det følgende støvkilder iht. opplysninger fra SN: Kull fra transportbelte til tipp ved daganlegget ved Lunckefjell. Omlasting med hjullaster fra tipp til dumper. Dumpertransport (ca. 170 turer i døgnet) over breen. Omlasting til transportbelte i Svea Nord ved Skollfjellet. Veivedlikehold med diverse anleggsmaskiner. Biltransport (ca. 25 turer i døgnet).

Anleggsperioden er planlagt til 8 måneder i 2012 til opparbeidelse av oppstillingsplass ved påhugg på Vestsiden av breen, veganlegging over breen og planeringen av et hektar på østsiden av breen og etablering av daganlegg. Nedenfor utslaget på vestsiden av breen vil det være masseuttak. Resten av perioden fram til produksjonsstart vil gå til oppfaring (driving av gruveganger og klargjøring til produksjon) av gruva og innebærer transport med maskiner og biler. Under oppfaringen blir det begrenset kulltransport.

For avslutningsfasen (oppdydding– fjerning av gruveanlegget, infrastruktur og plassering av masser fra plan og vei tilbake til området det ble tatt fra) i 2019 til 2020 er det antatt at det vil medgå mer tid, men at aktivitetene vil generere mindre støv, slik at totalutslippet blir det samme. Utslippene er omregnet til kildestyrke med enhet milligram pr sekund pr meter og fordelt i to kvadrater på hver side av breen, 50 ganger 50 m i vest og 100 ganger 100 m i øst, fra en linje nordvestover fra påbygget på Vestsiden, samt langs 2 km vegtrasé. Kildestyrke for støvutslipp i disse tre områdene for de tre fasene er vist i Tabell 2. Disse utslippstallene er lagt inn i spredningsmodellen. I driftsfasen er samlet utslipp øst og vest for breen det samme, men faktoren pr. lengdeenhet er lavere på østsiden på grunn av at arealet er større. Sammensetning av støvet vil være ulik i anleggs/avviklingsfase og driftsfase, og også variere over området. For anleggs- og avslutningsfase vil støvet være altoverveiende mineralsk. I driftsfasen vil støv fra transport over breen være dominert av mineralsk støv, mens omlastningspunktene på begge sider vil ha mest kullstøv.

*Tabell 2: Kildestyrker anvendt i spredningsberegningene for tre kildeområder og tre faser. Enhet mg støv/meter/sekund.*

<b>Fase</b>	<b>Vest for bre</b>	<b>Over bre</b>	<b>Øst for bre</b>
Oppstart	1,29	1,04	2,60
Drift med kjøretøyttransport	5,69	0,2	2,84
Avslutning	1,08	0,97	1,95

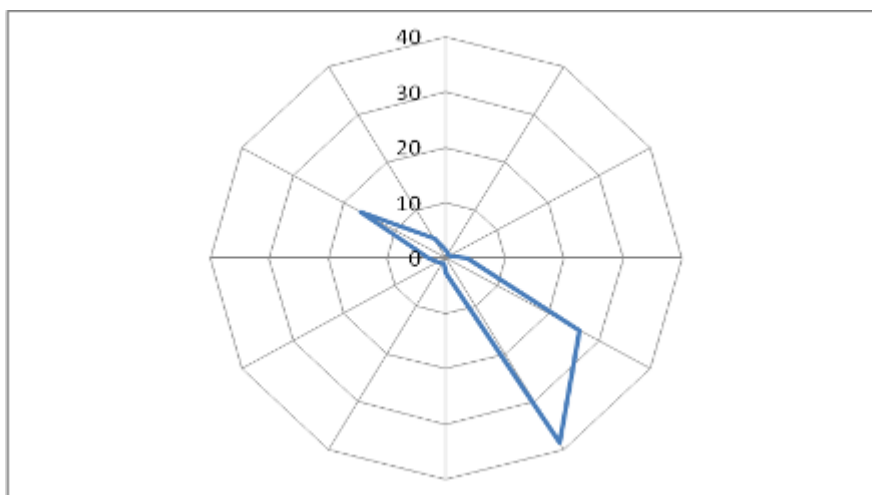
Kildestyrken for utslippene vist i Tabell 2 er lagt inn på lengder av 200 m i form av kvadrat på vestsiden av breen og 400 m i form av kvadrat på østsiden, samt langs den 2 km lange vegtraséen over breen.

## 2 Meteorologiske målinger

Grunnlag for de anvendte frekvensfordelingene av vindretning og vindstyrke er NILUs målinger på Zeppelin-stasjonen ved Ny-Ålesund. Disse målingene er tilpasset den lokale topografien ved å dreie frekvensfordelingen 30 grader mot vest, idet den lokale kanaliseringen er langs akse sørøst-nordvest ved Lunckefjell og langs akse sørsørøst – nordnordvest ved Zeppelin. De topografiske forholdene ved Marthabreen vil føre til at det forekommer to hovedvindretninger. Det generelle (synoptiske) værbildet vil bestemme hvilken av de to kanaliserte retningene som dominerer. Dette er godt reflektert i måleserien fra Zeppelin. Siden vinddataene er bearbejdet med NILUs standardprogram med 30 graders retningssektorer er det imidlertid fire retninger som dominerer i frekvensmatrisen. Fordeling av vindretning og vindstyrke fordelt på 4 styrkeklasser og 12 retningssektorer er vist i Tabell 3 og i Figur 1. Tabellen og figuren viser at i 65 % av tiden blåser vinden nedover langs breen mot nordvest, 20 % av tiden blåser vinden oppover langs breen mot sørøst, og i de resterende 15 % av tiden blåser vinden fra en annen retning enn hovedvindretningene.

Tabell 3: Frekvensfordeling av vindretning og vindstyrke ved Marthabreen (%).

Retning	0-2 m/s	2-4 m/s	4-6 m/s	> 6 m/s
30	0.6	0.1	0	0
60	0.7	0.1	0	0
90	1.6	1	0.4	0.6
120	6.7	7.6	4.9	6.8
150	15.5	14.1	6.1	2.9
180	2.3	0.4	0.1	0
210	0.8	0.1	0	0
240	1.1	0.3	0	0
270	2	0.8	0.1	0
300	5.5	6.6	3.1	1.5
330	2.6	1	0.4	0.2
360	1.2	0.2	0	0



Figur 1: Vindrose for 12 vindretningssektorer, totalforekomst i % av tiden det blåser fra angitt retning.

### 3 Modellering

NILUs spredningsmodell for linjekilder er benyttet for å simulere de ulike utslippsaktivitetene. Modellen er basert på Hiway 2 (Petersen, 1980: Users guide for Hiway 2; EPA 600/8-80-018). Linjekildenes form er beskrevet i kapittel 2. Modellen beregner timemiddelkonsentrasjon i definerte beregningspunkter for de 12 vindretningssektorene hver for seg. Midlere konsentrasjon er funnet ved å multiplisere timemiddelkonsentrasjonen med frekvensen av vind i angitt retning og skalere med midlere vindstyrke i retningssektoren. De beregnede middelkonsentrasjonene vil da være et estimat for midlere bidrag til konsentrasjon for den perioden aktiviteten pågår, forutsatt at vindretningsfordelingen tilsvarer midlere forekomst i beregningsperioden. For kortere beregningsperioder, som anleggsfase og oppryddingsfase kan avvik mellom aktuell vindfordeling og midlere forhold være større, men i forkant av periodene er likevel midlere forekomst det beste estimatet på forventede forhold.

For å beregne avsatt støvmengde er det benyttet en avsetningshastighet på 5 cm/s som tilsvarer fallhastighet for sfæriske partikler med 30 µm diameter. Middelkonsentrasjonen er multiplisert med avsetningshastigheten (i m/s) og med lengden av aktivitetsperioden (i sekunder). Dermed framkommer total avsetning for perioden.

### 4 Beregnet støvavsetning

Detaljerte beregninger er gjennomført for et sett av punkter som dekker området ut til 300 m fra den planlagte vegtraséen og inn- og utslagene i fjellsidene på begge sider samt masseuttaket på vestsiden av breen. Resultatene er gitt i tabellform i Tabell 5 og Tabell 6. Avsetningen vil øke i området fra beregningspunktene nærmest utslippskildene innover mot kildene. Avsetning på avstand 10 m fra utslippskildene vil være ca. 7 ganger høyere enn i beregningspunktene 100 m fra kildene. Beregningspunktet med koordinat 1,3, 0,35 ligger på vegtraséen. I framstilling av figurer for støvfall er det ikke tatt hensyn til denne verdien. På grunn av høyere forekomst av vind fra sørvestlig kant enn vind fra nordvestlig kant blir støvavsetningen høyest på nordvestsiden av anleggene. Koordinatene gitt i tabellen har en origo som ligger 300 m sør for og 300 m vest for vegtraséens vestlige startpunkt. En nordkoordinat på 0,2 er dermed 100 m sør for veien, og en nordkoordinat på 0,4 er 100 m nord for veien. Avsatt mengde i oppstartsfase og avslutningsfase blir lik etter de forutsetningene som er gjort i forhold til intensivitet og varighet. For disse aktivitetene foregår avsetningen over en periode på 150 døgn, mens beregningene for driftsfasen gjelder årlig avsetning. Ved sammenligning med standardperioder for støvfallsmålinger (måned) må en dividere tallene for driftsfasen med 12 og oppstart/avslutning med 5.

Tabellene viser at under de forutsetningene som er gjort i forhold til utslippene vil støvavsetning 100 m fra veien være på eller under grense for "lavt" støvfall over 30 døgn. Vurderingsgrenser for nivå av månedlig støvfall er vist i Tabell 4.

I et prosjekt for Statens forurensningstilsyn (SFT) hvor NILU skulle klassifisere luftforurensningen i byer og tettsteder, ble det etter samråd med SFT valgt en klassifiseringsgrense på 5 g/m<sup>2</sup> pr. måned som grense for "forurenset" støvfall.



Dette samsvarer med den grensen Statens naturvårdsverk (SNV) i Sverige vanligvis benytter.

Tabell 4: Vurderingskriterier for vannuløselig støvfall.

Meget høyt	>13	g/m <sup>2</sup>	pr. 30 døgn
Høyt	8-13	g/m <sup>2</sup>	pr. 30 døgn
Moderat	3-8	g/m <sup>2</sup>	pr. 30 døgn
Lavt	<3	g/m <sup>2</sup>	pr. 30 døgn

Ut over støvavsetningen ved Marthabreen vil driften ved Lunckefjell føre til noe redusert utslipp langs transportruten fra Svea Nord til lasteanlegget på Kapp Amsterdam og fra støvflukt fra kullageret på Kapp Amsterdam. Reduksjon i utslipp vil være tilnærmet lik reduksjon i transportert og lagret masse, mens avsetning av støv i dette området vil redusere den delen av avsetningen som stammer fra kulltransporten og -lagringen med samme proporsjon. Iht. opplysninger fra SN vil kullutvinningen i Svea Nord i årene 2002 til 2014 ha variert mellom 4 og 1,4 mill. tonn per år. Gjennomsnittet for gruvas levetid vil ved avslutningen i 2014 være ca. 2,3 mill. tonn/år. Med drift i Lunckefjell reduseres dette til ca. 2 mill. tonn/år. Støvfall langs den eksisterende transporttraséen og på lagerområdet må forventes å reduseres med ca. 15 %.

I Figur 2 og Figur 3 er det vist månedlig avsetning av støv rundt anlegget ut til støvavsetning på 2 g/m<sup>2</sup>. Basert på målinger av aerosoler (sulfat, nitrat og ammonium) på Zeppelinobservatoriet ved Ny Ålesund, er årlige midlere konsentrasjon av PM på Svalbard 0,3 µg/m<sup>3</sup>, dette gir en årlig bakgrunnsavsetning på 0,5 g/m<sup>2</sup>. Figurene viser at det er omlastingspunktene som dominerer avsetningsbildet. I Figur 4 og Figur 5 vises samlet støvavsetning over hhv. fem måneder for oppstartperioden og avslutningsperiodene, og ett år for driftsperioden. Samlet støvavsetning er kun til informasjon, siden det er den månedlige avsetningen som er klassifiseringsgrunnlaget. Illustrasjonene er ikke representative som visualiseringer av støvfallet.

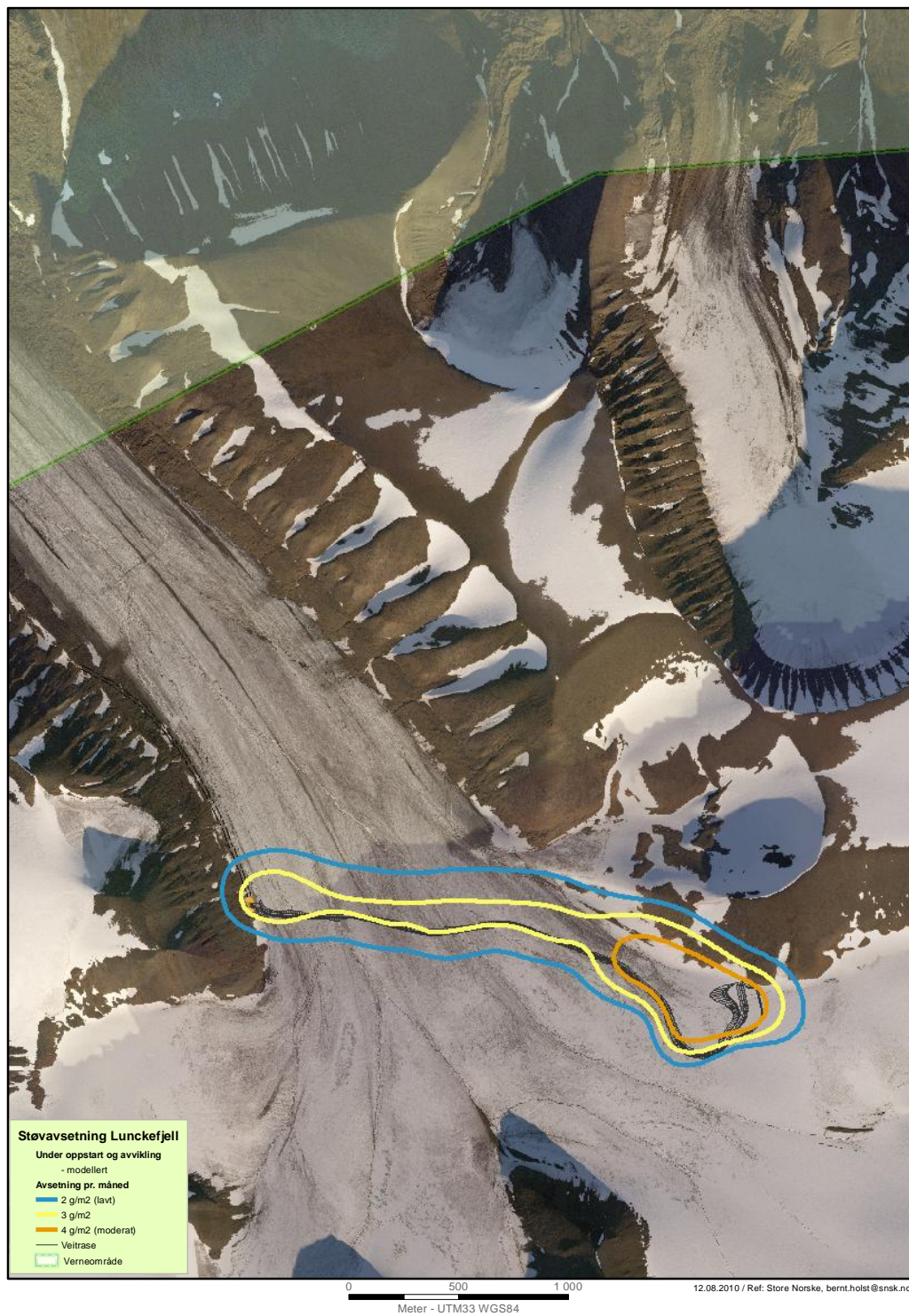
Bakgrunnsavsetningen kommer i tillegg til avsetning vist i figurene.

Tabell 5: Beregnede avsetningsmengder i  $\text{mg}/\text{m}^2$ .

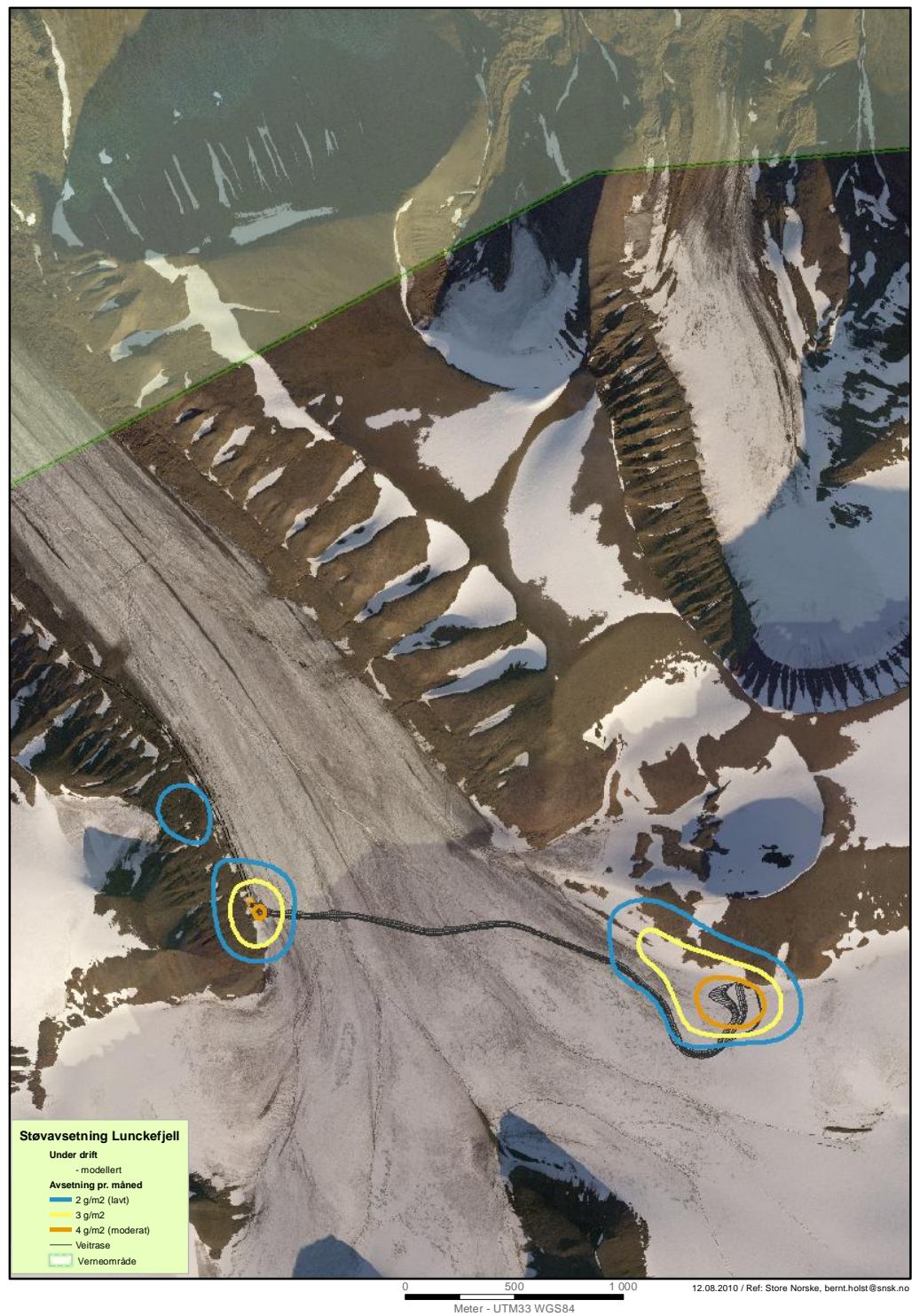
Øst, km	Nord, km	Oppstart og avslutning, 5 mnd. hver	Drift, over 12 mnd.
0.3	0	917	3956
0.7	0	2426	10953
1	0	3221	5142
1.4	0	3016	2059
1.7	0	3269	2786
2.1	0	3132	2862
2.4	0	3828	5160
2.7	0	4214	7187
0	0.2	999	2488
0.3	0.2	5840	37102
0.7	0.2	6555	6167
1	0.2	6579	5854
1.4	0.2	6693	6055
1.7	0.2	6767	6077
2.1	0.2	7427	7546
2.4	0.2	27967	61547
1.3	<b>0.35</b>	29736	22489
0	0.4	2593	14829
0.3	0.4	17521	46142
0.7	0.4	15164	11363
1	0.4	15234	11595
1.4	0.4	15348	11795
1.7	0.4	15422	11817
2.1	0.4	21462	28687
2.4	0.4	17303	40029
2.7	0.4	1981	3646
0	0.7	5949	31322
0.3	0.7	6066	9133
0.7	0.7	5870	4180
1	0.7	6282	6057
1.4	0.7	7232	7139
1.7	0.7	8938	13820
2.1	0.7	14204	31350
2.4	0.7	2127	4175
2.7	0.7	655	975

Tabell 6: Beregnede, samlede avsetningsmengder i  $\text{mg}/\text{m}^2$  nordvestover fra vestlig påbygg.

Øst, km	Nord, km	Oppstart/Avslutning, over 5 mnd. for hver
-0,3	1	951
0	1	4979
0,3	1	847
-0,35	1,5	5392
0	1,5	900
0,3	1,5	809
-0,3	2	880
0	2	365
0,3	2	271
-0,6	2,5	354
-0,3	2,5	225
0	2,5	204



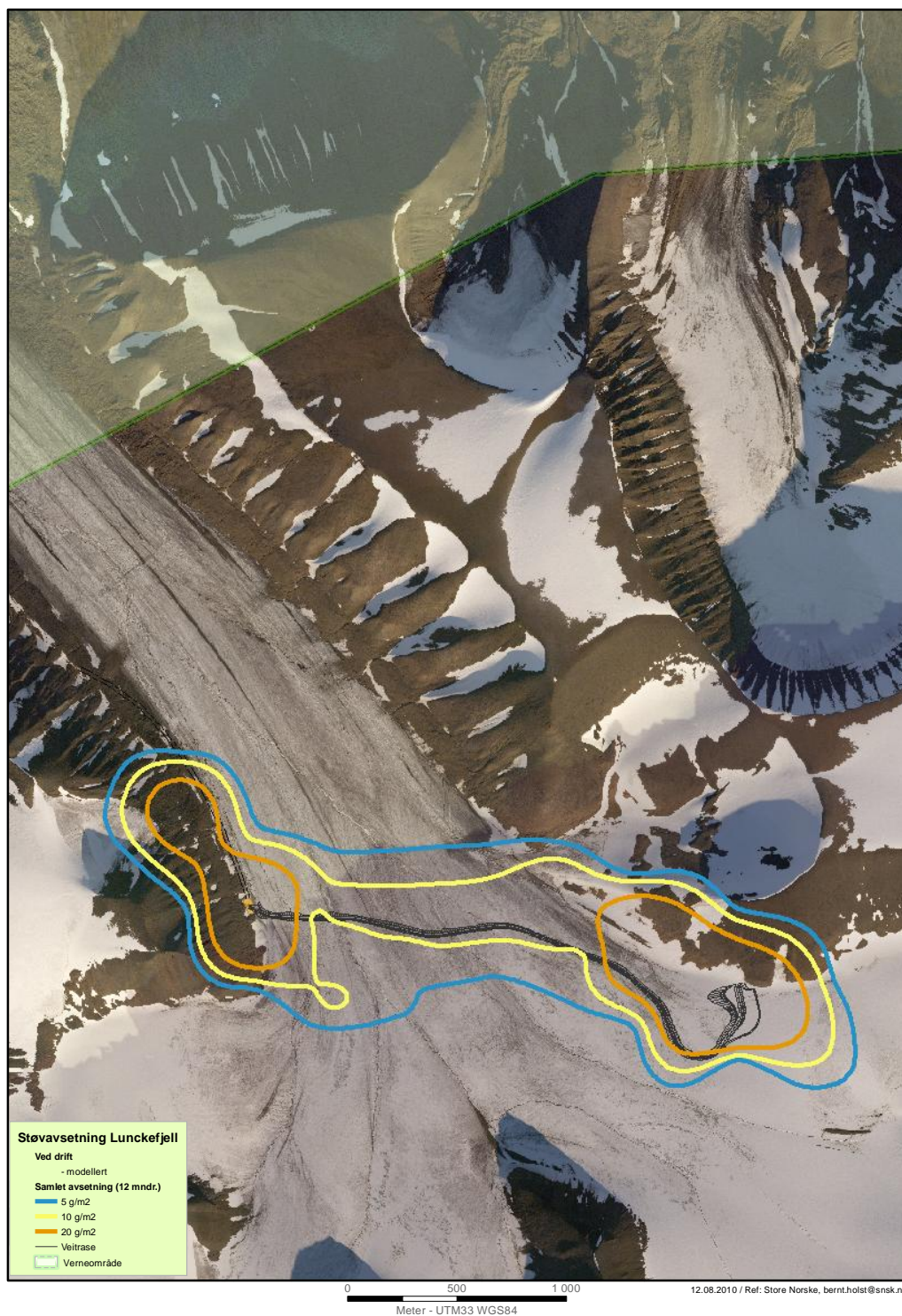
Figur 2: Støvavsetning i g/m<sup>2</sup> pr. måned under oppstart og avvikling.  
 Kartgrunnlag: Store Norske, Sysselmannen. Datagrunnlag: NILU.



Figur 3: Støvavsetning i g/m<sup>2</sup> pr. måned under drift. Kartgrunnlag: Store Norske, Sysselemannen. Datagrunnlag: NILU.



Figur 4: Samlet støvavsetning i g/m<sup>2</sup> over 5 måneder under oppstart/avvikling. Kartgrunnlag: Store Norske, Syssele mannen. Rådata støv: NILU.



Figur 5: Samlet støvavsetning i g/m<sup>2</sup> over 12 måneder i driftsfasen.  
Kartgrunnlag: Store Norske, Sysselemannen. Rådata støv: NILU.

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 66/2010	ISBN: 978-82-425-2286-3 (trykt) 978-82-425-2287-0 (elektronisk) ISSN: 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 12	PRIS NOK 150,-
TITTEL Støvavsetning ved Lunckefjell Spredningsberegninger for gruvedrift Revidert utgave		PROSJEKTLEDER Dag Tønnesen	
		NILU PROSJEKT NR. O-104020	
FORFATTER(E) Dag Tønnesen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. Sveinung Lystrup Thesen	
OPPDRAKSGIVER Store Norske Spitsbergen Grubekompani AS Postboks 613 9171 LONGYEARBYEN			
STIKKORD Anleggsvirksomhet	Transport	Støvavsetning	
REFERAT NILU har på oppdrag fra Store Norske Spitsbergen Grubekompani AS gjennomført beregninger av støvavsetning i forbindelse med planlagt transport av kull over Marthabreen på Svalbard. Beregningene viser at støvavsetningen vil være lav på større avstand enn 100 m fra den planlagte brekryssingen.			
TITLE Dust deposition at Lunckefjell			
ABSTRACT.			

\* Kategorier

A	Åpen – kan bestilles fra NILU
B	Begrenset distribusjon
C	Kan ikke utleveres

REFERANSE: O-104020  
DATO: SEPTEMBER 2010  
ISBN: 978-82-425-2286-3 (trykt)  
978-82-425-2287-0 (elektronisk)

NILU er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåkning og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.



REFERANSE: O-104020  
DATO: SEPTEMBER 2010  
ISBN: 978-82-425-2286-3 (trykt)  
978-82-425-2287-0 (elektronisk)

NILU er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåkning og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.



Norsk institutt for luftforskning  
Norwegian Institute for Air Research