



Norwegian  
Meteorological  
Institute

**MET report** no. 20/2014  
Climate  
ISSN 2387-4201

# Endelige klimalaster for 420 kV Tjørhom – Ertsmyra - Solhom

Harold Mc Innes  
Bjørn Egil K. Nygaard (Kjeller Vindteknikk AS)





Norwegian  
Meteorological  
Institute

# MET report

<b>Title:</b> Endelige klimalaster for 420 kV Tjørhom – Ertsmyra - Solhom	<b>Date</b> 2014-11-03
<b>Section:</b> Climate	<b>Report no.</b> no. 20/2014
<b>Author(s):</b> Harold Mc Innes Bjørn Egil K. Nygaard (Kjeller Vindteknikk AS)	<b>Classification</b> <input checked="" type="radio"/> Free <input type="radio"/> Restricted
<b>Client(s):</b> Statnett	<b>Client's reference</b>
<b>Abstract</b>  Statnett skal erstatte eksisterende 300 kV ledning på strekningen Tjørhom – Ertsmyra i Kvinesdal kommune og Ertsmyra – Solhom i kommunene Kvinesdal og Sirdal med ny 420 kV ledning. I følgende rapport gis endelige klimalaster for tre alternative traseer mellom Tjørhom og Ertsmyra og en trase mellom Ertsmyra og Solhom.	
<b>Keywords</b> Klimalast, vindlast, islast, våtsnø, kraftledning, ising	

*Jostein Mamen*

Disiplinary signature

*Olav Tilt*

Responsible signature



**Meteorologisk institutt**  
Meteorological Institute  
Org.no 971274042  
post@met.no

**Oslo**  
P.O. Box 43 Blindern  
0313 Oslo, Norway  
T. +47 22 96 30 00

**Bergen**  
Allégaten 70  
5007 Bergen, Norway  
T. +47 55 23 66 00

**Tromsø**  
P.O. Box 6314  
9293 Tromsø, Norway  
T. +47 77 62 13 00

[www.met.no](http://www.met.no)



# Innhold

<b>Innhold</b>	<b>7</b>
<b>1 Innledning</b>	<b>8</b>
<b>2 Endelige vind og islaster</b>	<b>10</b>
2.1 Generelt om is og vind i området	10
2.2 Tjørhom - Ertsmyra	11
2.2.1 Is og vindlaster for trasealternativ 5-0	11
2.2.2 Is og vindlaster for trasealternativ 5-1	12
2.2.3 Is og vindlaster for trasealternativ 5-2	13
2.3 Ertsmyra - Solhom	13
<b>Referanser</b>	<b>15</b>
<b>Vedlegg 1 : Kart over trasealternativene</b>	<b>16</b>

# 1 Innledning

Statnett skal erstatte eksisterende 300 kV ledning på strekningen Tjørhom – Ertsmyra i Kvinesdal kommune og Ertsmyra – Solhom i kommunene Kvinesdal og Sirdal med ny 420 kV ledning (Figur 1). Foreløpige klimalaster for alternative traseer er gitt i rapportene 31/2013 og 14/2014 fra Meteorologisk institutt (MET). Statnett har nå bedt Meteorologisk institutt om endelige klimalaster for traseer gitt i shapefiler som ble mottatt 5. september og 23. oktober 2014.

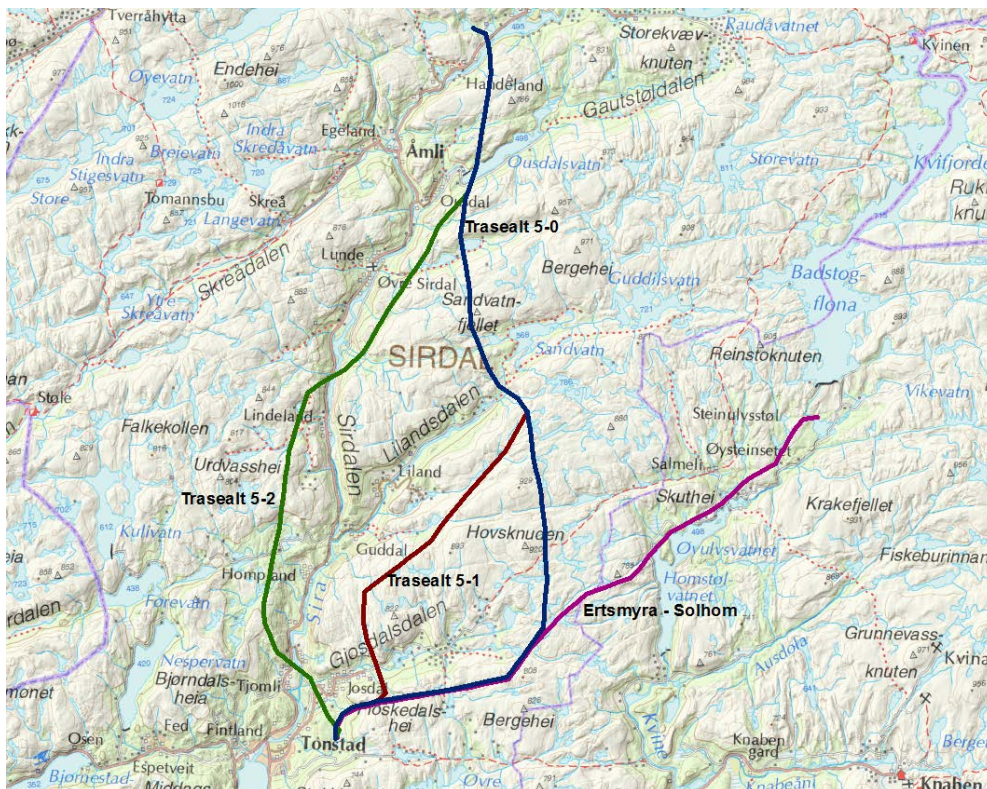
I denne rapporten gis endelige klimalaster for de ovennevnte strekninger. For strekningen Tjørhom - Ertsmyra er tre alternative traseer vurdert, mens en trase er vurdert for Ertsmyra – Solhom (Figur 2). Det er tatt utgangspunkt i de foreløpige klimalastene, meteorologiske vurderinger og modellberegninger presentert i de to foregående rapportene.

Oppdraget er gitt av Statnett etter rammeavtale 2009/75.





Figur 1: Trasealternativene som vurderes. Tjørhom - Ertsmyra med alternativ 5-0 i mørkeblå, 5-1 i brunt og 5-2 i grønt. Ertsmyra – Solhom i fiolett. Værstasjonen Sirdal – Sinnes markert som svart triangel (kartdata er fra Kartverket).



Figur 2: Trasealternativene som vurderes. Tjørhom - Ertsmyra med alternativ 5-0 i mørkeblå, 5-1 i brunt og 5-2 i grønt. Ertsmyra – Solhom i fiolett (kartdata er fra Kartverket).

## 2 Endelige vind og islaster

I dette kapitlet presenteres dimensjonerende vind og islaster for tre alternative traseer mellom Tjørhom og Ertsmyra og en trase mellom Ertsmyra – Solhom. Med dimensjonerende islast forstår vi en ekstremverdi som vil ha en returperiode på 150 år, mens dimensjonerende vindlast vil være vindkast med returperiode på 50 år.

### 2.1 Generelt om is og vind i området

Betydelige islaster på ledninger i Norge vil enten kunne oppstå som følge av at fuktig snø treffer ledningen og fester seg til den eller ved at underkjølte vanndråper i skyer kommer i kontakt med ledninger og fryser på den (Norges vassdrags- og energidirektorat, rapport 44/2012). Den første prosessen kalles ising ved våtsnø og forekommer i temperaturintervallet 0.5 til 2 ° C, mens den andre omtales som skyising og forutsetter at skydekket går ned til bakken. Det er primært i høyfjellet at skyising er et problem, og siden deler av de planlagte traseene som vurderes i denne rapporten ligger over 800 moh vil skyising måtte vurderes

De planlagte traseene befinner seg i en del av landet der det er relativt mye nedbør, og de vil således være utsatte for ising fra våtsnø. Tabell 1 i MET rapport 31/2013 indikerer at døggnedbør med 50 års returperiode vil være mellom 94 og 112 mm i dette området. En tommelfingerregel sier at forholdet mellom 150 års islaster fra våtsnø og 50 års døggnedbør er 1/10, noe som indikerer at denne mekanismen vil kunne gi inntil 11 kg/m is på ledninger.

I forbindelse med MET rapport 31/2013 ble det utført modellanalyser av ising fra våtsnø, og disse indikerte at en ledning orientert i nord- sør retning ville kunne få en last med 150 års returperiode på opptil 11 kg/m. Tilsvarende modellanalyser for skyis indikerte laster på 2.5 kg/m ved 800 moh, 5 kg/m ved 850 moh og 9 kg/m ved 900 moh. De dimensjonerende islastene i dette området vil med andre ord i hovedsak kunne tilskrives våt snø. Ising som følge av våt snø vil først og fremst forekomme ved vind fra vestlige sektorer, mens skyising i hovedsak forekommer ved vind i sektorene sør til sørvest.

Værstasjonen Sirdal – Sinnes (560 moh) ligger i det aktuelle området (Figur 1), og har siden juli 2007 målt vind. Høyeste observerte vindkast på Sirdal - Sinnes er 30.8 m/s, observert 15. desember 2012. Denne måleserien er imidlertid for kort til å beregne vindkast med 50 års

returperiode, og i tillegg ligger stasjonen nede i en dal og er dermed ikke representativ for de delene av traseene som er planlagt oppå fjellet. Av den grunn er det tatt utgangspunkt i Norsk Vindstandard (Standard Norge, 2009) når dimensjonerende vindkast skal beregnes. I henhold til Norsk Vindstandard har både Sirdal og Kvinesdal kommuner referansevind på 24 m/s. Terrenget ble i MET rapportene 31/2013 og 14/2014 vurdert til å være best representert ved terrengkategori 2 og det ble antatt at linenes gjennomsnittlige høyde over bakken er 15 m, noe som gir dimensjonerende vindkast på 39 m/s. For enkelte deler av de planlagte traseene er terrenget sannsynligvis bedre representert ved kategori 1. Dette gjelder noen delstrekninger oppå fjellet, og her vil det ta være naturlig å ta utgangspunkt i en dimensjonerende vindlast på 42 m/s.

## 2.2 Tjørhom - Ertsmyra

Foreløpige is og vindlaster er gitt i MET rapport 31/2013 og nedenfor gis endelige laster for tre forskjellige traseer mellom Tjørhom og Ertsmyra. Alternativ 5-0 starter ved mastepunkt FM1 ved Tjørhom og ender ved mastepunkt FM85 ved Ertsmyra, det vil si at den er gjennomgående. Den går øst for Rundatjødnknuden og Hovsknuden, og fra mastepunkt BM63 går den parallelt med Ertsmyra – Solhom.

Ved mastepunkt FM17 på alternativ 5-0, rett nordvest for Tverrfjell, starter trasealternativ 5-2. Alternativ 5-2 krysser Sirdalen og går vest for denne det meste av veien, krysser så over til østsiden av dalen og møter alternativ 5-0 igjen ved mastepunkt FM83, rett nord for Ertsmyra. Denne er det vestligste alternativet.

Trasealternativ 5-1 starter ved mastepunkt FM38 på alternativ 5-0, to spenn sørøst for krysningen av Lilandsdalen. Alternativ 5-1 går et godt stykke lenger vest enn 5-0, rett øst for Lilandsdalen. Den går øst for Selandsfjellet, krysser Ljosdalen, og går sammen med alternativ 5-0 igjen ved mastepunkt FM78

### 2.2.1 Is og vindlaster for trasealternativ 5-0

Den planlagte traseen starter ved Listølstjødn ved Tjørhom ca 550 moh og går over fjellet til Ousdalsvatn. Den krysser så Ousdalsvatn og går opp til Tverrfjell, der trasealternativ 5-2 begynner. Den krysser Lunddalen ved Instedølsvatn og krysser videre Sandvatnfjellet der den når sitt høyeste punkt som er ca 880 moh. Deretter krysses Lilandsdalen, og den når startpunktet til trasealternativ 5-1 vest for Svarteknuden. Trasealternativ 5-0 fortsetter så sørover i fjellet frem til Ribjalsvatn, dreier mot sørvest og møter den planlagte traseen mellom Ertsmyra og Solhom. Kart over traseen er vist i figurene A til E i Vedlegg 1.

Strekningen mellom startpunktet for trase 5-1 og mastepunkt BM54 ved Hovsknuden ligger i hovedsak over 800 moh, og man kan her ikke utelukke at skyis kan bidra til islaster i tillegg til våtsnø. Dimensjonerende laster settes derfor til 12 kg/m for hele denne strekningen. Da er det også tatt høyde for den planlagte traseen her er orientert i nord - sør retning. Modellanalysene i MET rapport 31/2013 indikerer at ledninger orientert i nord – sør retning vil være mest utsatt for ising fra våtsnø siden ledningen da vil ligge normalt på isbærende vindretning, som i dette området er fra vestlige sektorer.

Trasealternativ 5-0 dreier deretter vestover og ligger parallelt med Gjosdalsdalen til den møter trasealternativ 5-1 igjen ved Daureknuten. Den går da tilnærmet parallelt med isbærende vindretning, noe som gjør at dimensjonerende islaster kan reduseres noe. Traseen går så ned av fjellet til den ender ved Ertsmyra, der den også møter trasealternativ 5-2.

**Tabell 1: Islaster med 150 års returperiode og vindkast med 50 års returperiode for trasealternativ 5-0**

Mastenummer	Islast (kg/m)	Maks vind (m/s)	Normalkomponent (m/s)
FM1- BM5 (fra startpunkt og opp i fjellsiden)	6	39	37
BM5 – BM6	8	39	39
BM6 – BM11 (over fjellet)	10	43	43
BM11 – FM12 (langspenn Åmlitjødn)	8	39	39
FM12 – BM14 (Goplefjell)	10	41	41
BM14 – FM16 (to langspenn, Ousdalsvatnet)	6	39	39
FM16 – BM17 (til skille trase 5-2)	8	39	39
BM17 – FM22	10	39	39
FM22 – BM24 (krysser Lunddalen)	8	39	39
BM24 – BM28	10	41	41
BM28 – FM30 (over Sandvatnfjellet)	12	44 *	44 *
FM30 – BM32 (over Tjødnesstøltjødn)	8	39	39
BM32 – BM34	10	41	41
BM34 – FM36 (over Lilandsdalen)	8	39	39
FM36 – FM38 (til skille trase 5-1)	10	41	41
FM38 – BM54 (til vest for Hovsknuden)	12	43	43
BM54 – FM61	11	41	41
FM61- BM69 (til vinkelpunkt )	10	39	39
BM69 – FM81	8	39	39
FM81 – FM85 (Ertsmyra)	7	39	37

\* Vindforsterkning over Sandvatnfjellet

## 2.2.2 Is og vindlaster for trasealternativ 5-1

Dette trasealternativet starter ved mastepunkt FM38 i fjellet sørøst for Lilandsdalen og går sørvestover parallelt med dalen. Øst for Selandsfjellet dreier traseen sørover, krysser Gjosdalen og møter deretter trasealternativ 5-0 igjen. De første 5 spennene ligger over 800 moh og er lite skjermet slik at dimensjonerende islast settes til 12 kg/m. Kart over traseen er vist i figurene F og G i Vedlegg 1.

**Tabell 2: Islaster med 150 års returperiode og vindkast med 50 års returperiode for trasealternativ 5-1**

Mastenummer	Islast (kg/m)	Maks vind (m/s)	Normalkomponent (m/s)
FM38 – BM43 (Stemtjødn)	12	43	43
BM43 – FM54	10	41	41
FM54 – FM61	10	41	41
FM61 – BM66	10	41	41
BM66 – FM69 (over Gjosdalsdalen)	7	39	39
FM69 – FM78 (møter trase 5-0 ved FM78)	9	39	37

### 2.2.3 Is og vindlaster for trasealternativ 5-2

Trasealternativ 5-2 starter sør for Ousdalsvatn ved mastepunkt FM17, og går sørover parallelt med Sirdalen ca 600 moh. Ved Nedre Totlandshei krysses Sirdalen, og traseen fortsetter sørover og krysser Badlønfjellet, der den når sitt høyeste punkt (680 moh). Trasealternativet ligger parallelt med Sirdalen videre sørover, går ned i dalen der Sirdalen og Gjosdalen møtes og videre opp til Ertsmyra. Dette trasealternativet har noe lavere islaster enn de to andre ettersom det ligger litt lavere i terrenget og dermed noe mer skjermet. Kart over traseen er vist i figurene H til K i Vedlegg 1.

**Tabell 3: Islaster med 150 års returperiode og vindkast med 50 års returperiode for trasealternativ 5-2**

Mastenummer	Islast (kg/m)	Maks vind (m/s)	Normalkomponent (m/s)
FM17 – BM32	10	39	39
BM32 – FM33	8	39	37
FM33 – FM35 (over Sirdalen)	6	39	37
FM35 – FM37	8	39	37
FM37 – FM42	9	39	37
FM42 – BM48 (over Badlønfjellet)	10	41	41
BM48 – BM53	7	39	39
BM53 – BM58 (Jangtse knuten)	9	41	39
BM58 – FM62	8	39	37
FM62 – FM70 (Ertsmyra)	7	39	37

## 2.3 Ertsmyra - Solhom

Foreløpige is og vindlaster for denne strekningen er gitt i MET rapport 14/2014. Den planlagte traseen følger trasealternativ 5-0 for Tjørhom – Ertsmyra frem til mastepunkt BM23, fortsetter videre nordøstover og krysser den nordligste delen av Homstølvatnet. Høyeste punkt på strekningen er ca 800 moh i nærheten av mastepunktet BM17, og frem til Homstølvatnet ligger traseen mellom 700 og 800 moh. Deretter ligger traseen noe lavere, i hovedsak mellom 500 og 600 moh frem til endepunktet. Kart over traseen er vist i figurene L, M og N i Vedlegg 1.

**Tabell 4: Islaster med 150 års returperiode og vindkast med 50 års returperiode for Ertsmyra - Solhom**

<b>Mastenummer</b>	<b>Islast (kg/m)</b>	<b>Maks vind (m/s)</b>	<b>Normalkomponent (m/s)</b>
FM1 – BM5	7	39	37
BM5 – FM18	8	39	39
FM18 – BM24	10	39	39
BM24 – BM34	10	41	41
BM34 – BM36 (over Homstølvatnet)	6	39	39
BM36 – BM45	8	39	39
BM45 – BM46 (krysser fjelltopp)	10	41	41
BM46 – BM52	8	39	39
BM52 – FM54 (krysser fjelltopp)	10	39	39
BM54 – FM55	7	39	39

## Referanser

Meteorologisk institutt (2014) Foreløpige klimalaster for 420 kV Ertsmyra – Solhom, rapport 14/2014.

Meteorologisk institutt (2013) Vestre korridor Foreløpig klimalaster for 420kV Tjørhom-Ertsmyra, rapport 31/2013

Norges vassdrags- og energidirektorat (2012), Isstorm, Ising på kraftforsyningsnettet, NVE rapport 44 2012.

Standard Norge (2009) *Eurokode 1: Laster på konstruksjoner Del 1-4: Allmenne laster Vindlaster*  
NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009

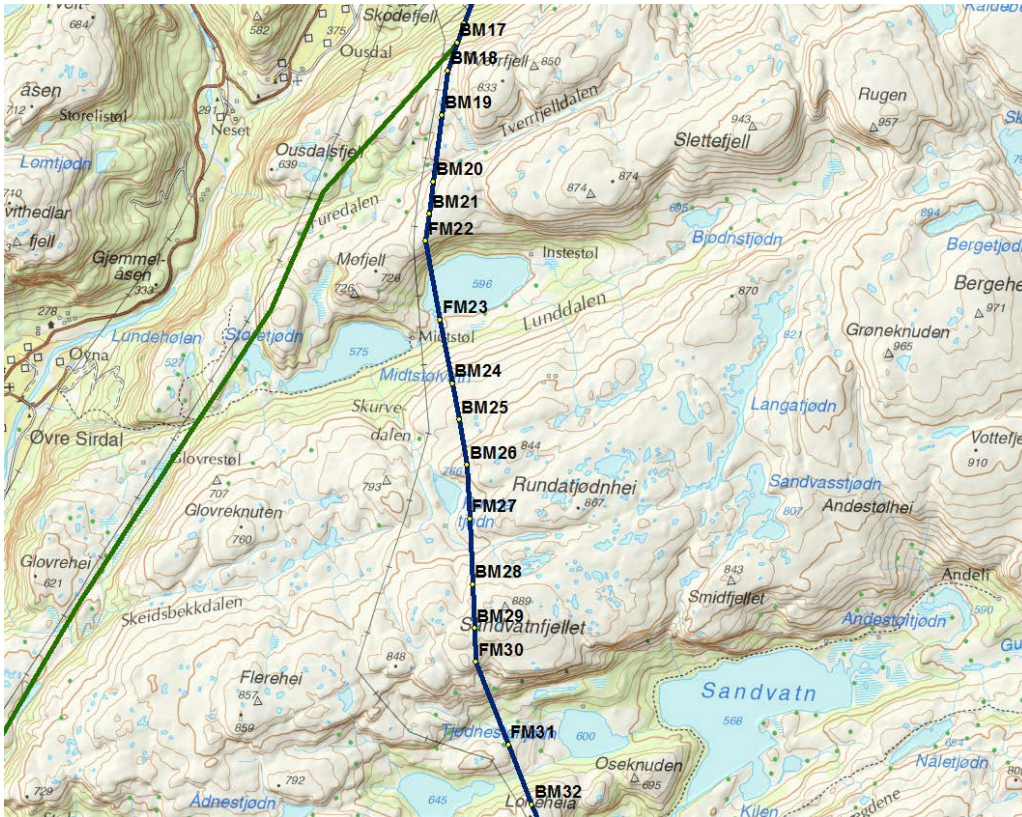
## Vedlegg 1 : Kart over trasealternativene

### Tjørhom – Ertsmyra trasealternativ 5-0

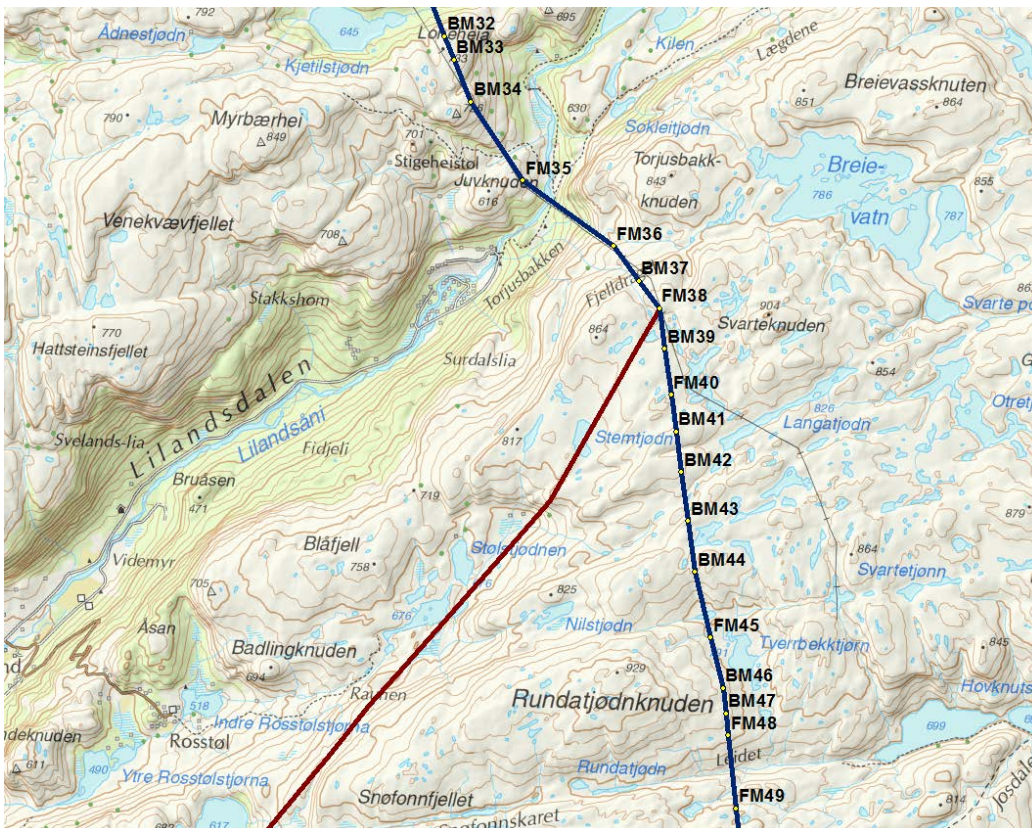


Figur A: Fra startpunkt til mastepunkt BM17 (kartdata er fra Kartverket).

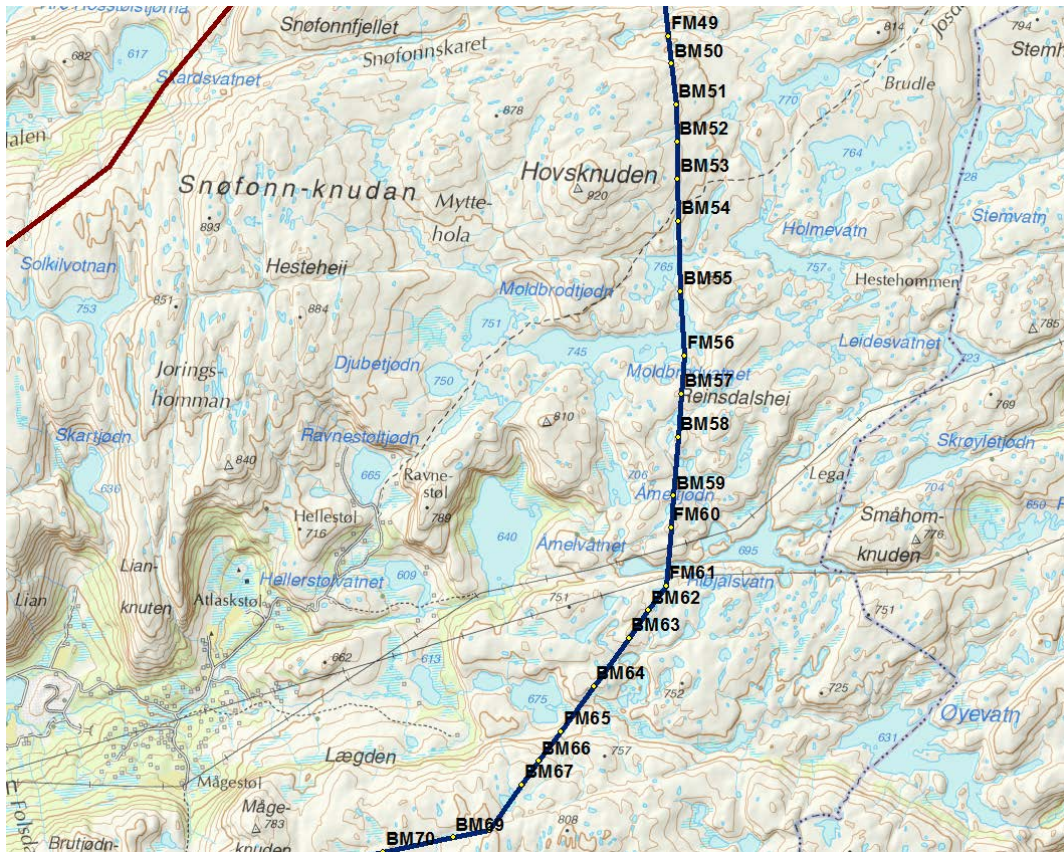




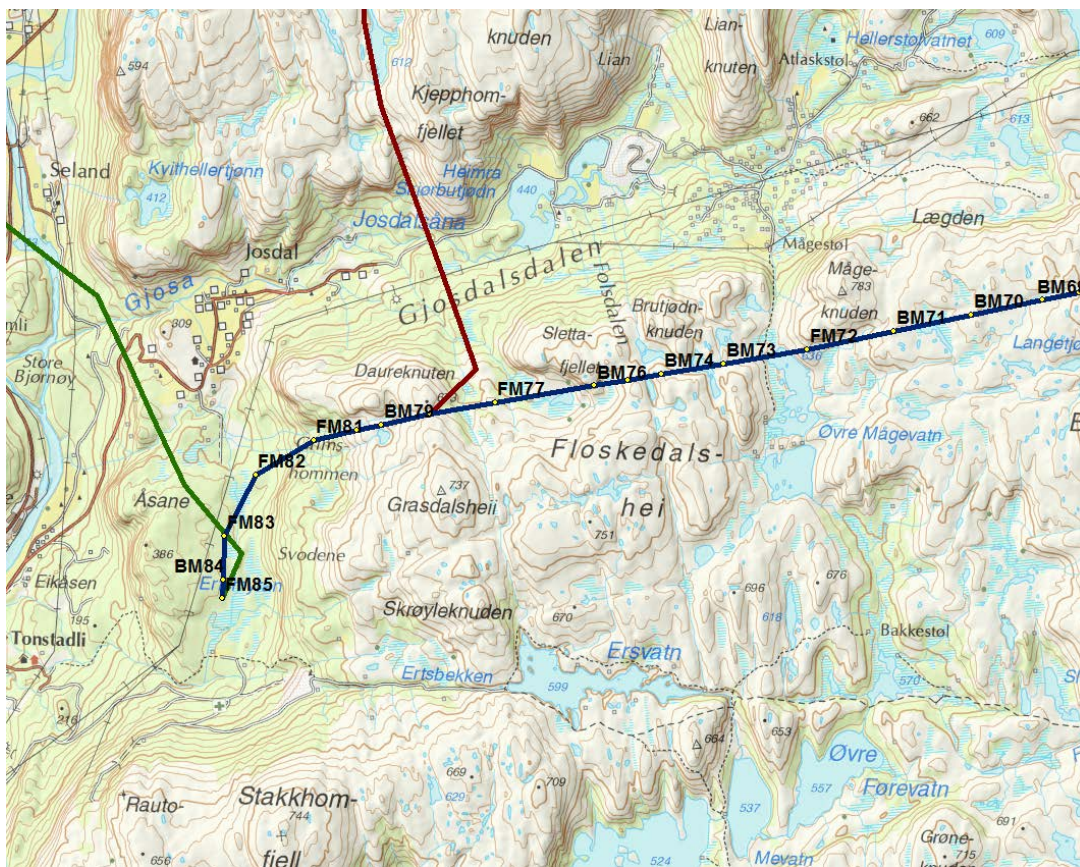
Figur B: Fra mastepunkt BM17 til mastepunkt BM32 (kartdata er fra Kartverket).



Figur C: Fra mastepunkt BM32 til mastepunkt FM49 (kartdata er fra Kartverket).

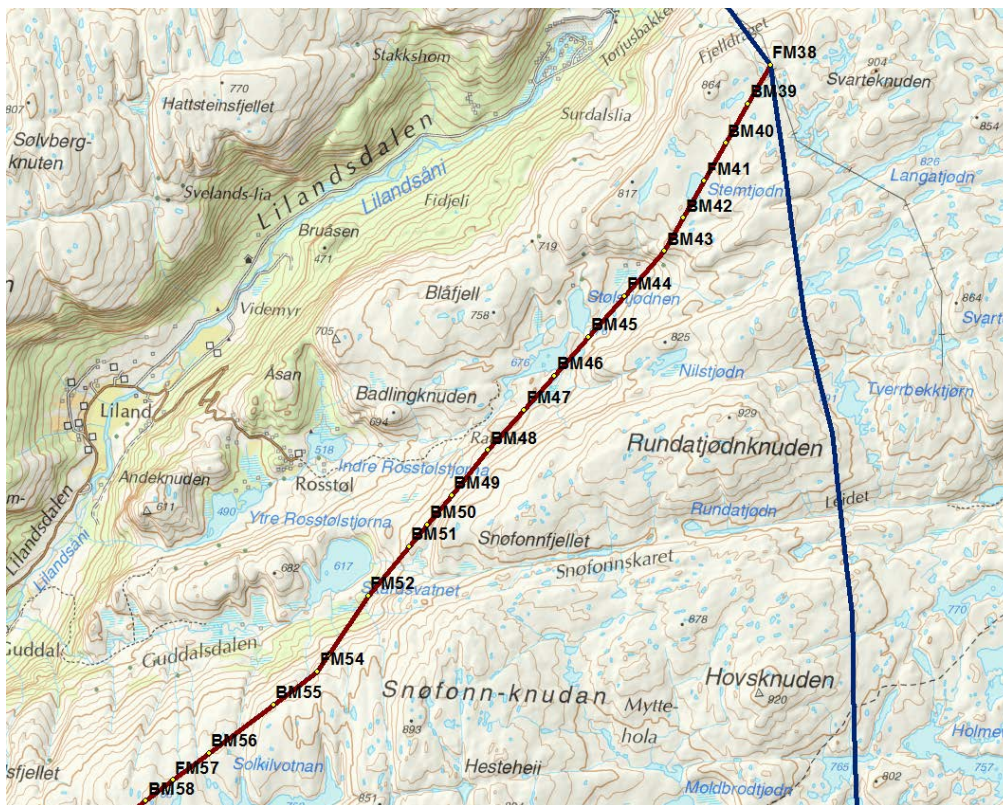


Figur D: Fra mastepunkt FM49 til mastepunkt BM70 (kartdata er fra Kartverket).



Figur E: Fra mastepunkt BM70 til endepunkt (kartdata er fra Kartverket).

## Tjørhom – Ertsmyra Trasealternativ 5-1

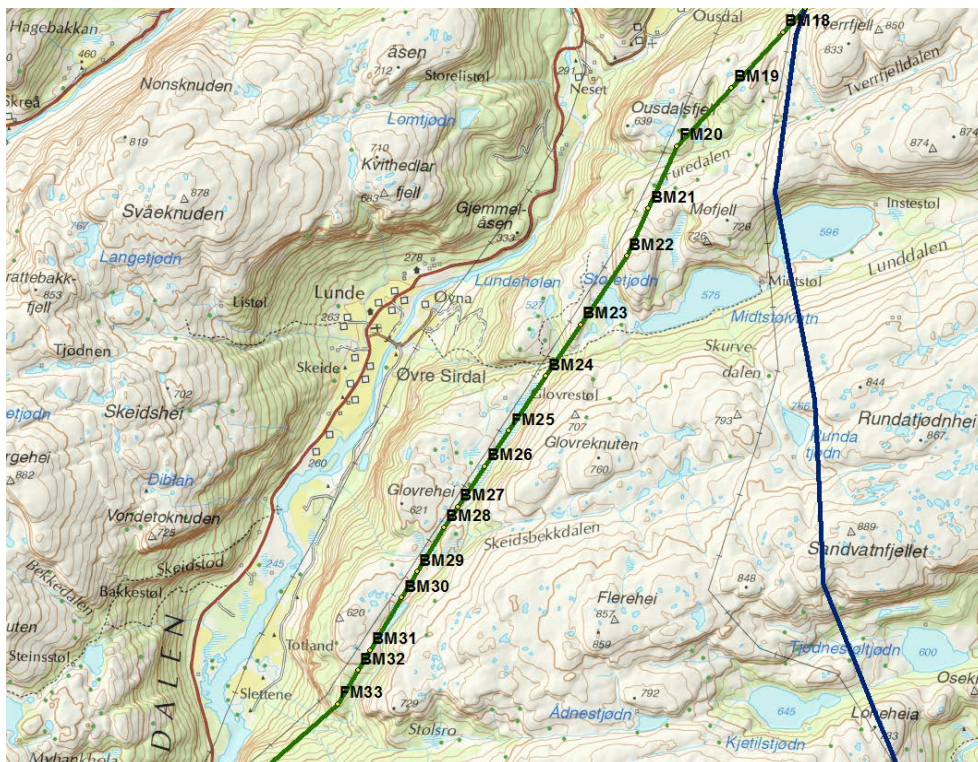


Figur F: Fra mastepunkt BM39 til mastepunkt BM58 (kartdata er fra Kartverket).

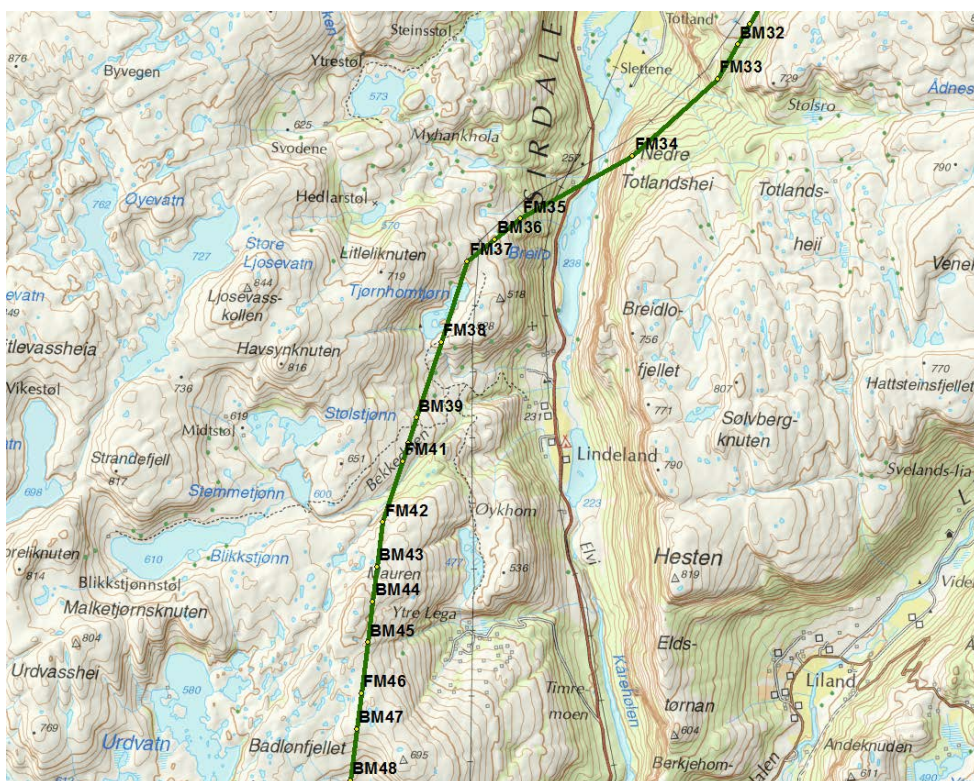


Figur G: Fra mastepunkt BM58 til mastepunkt FM78 (kartdata er fra Kartverket).

## Tjørhom – Ertsmyra trasealternativ 5-2



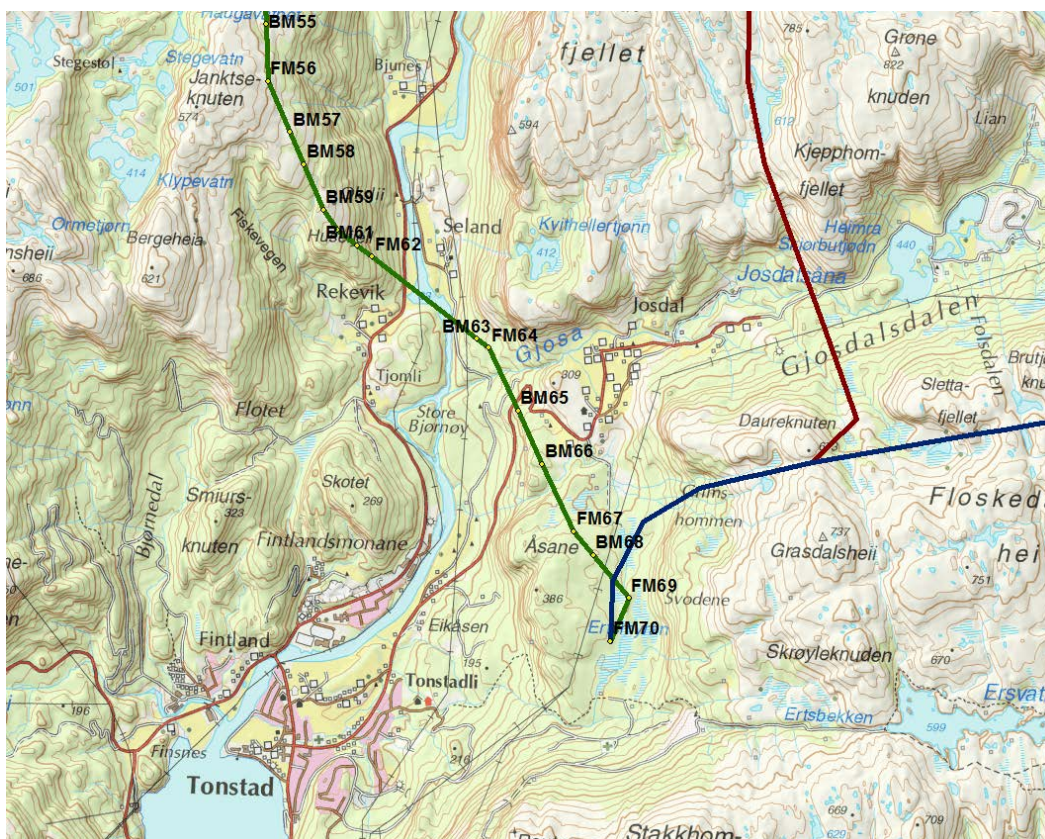
Figur H: Fra mastepunkt BM18 til mastepunkt FM33 (kartdata er fra Kartverket).



Figur I: Fra mastepunkt BM32 til mastepunkt BM48 (kartdata er fra Kartverket).

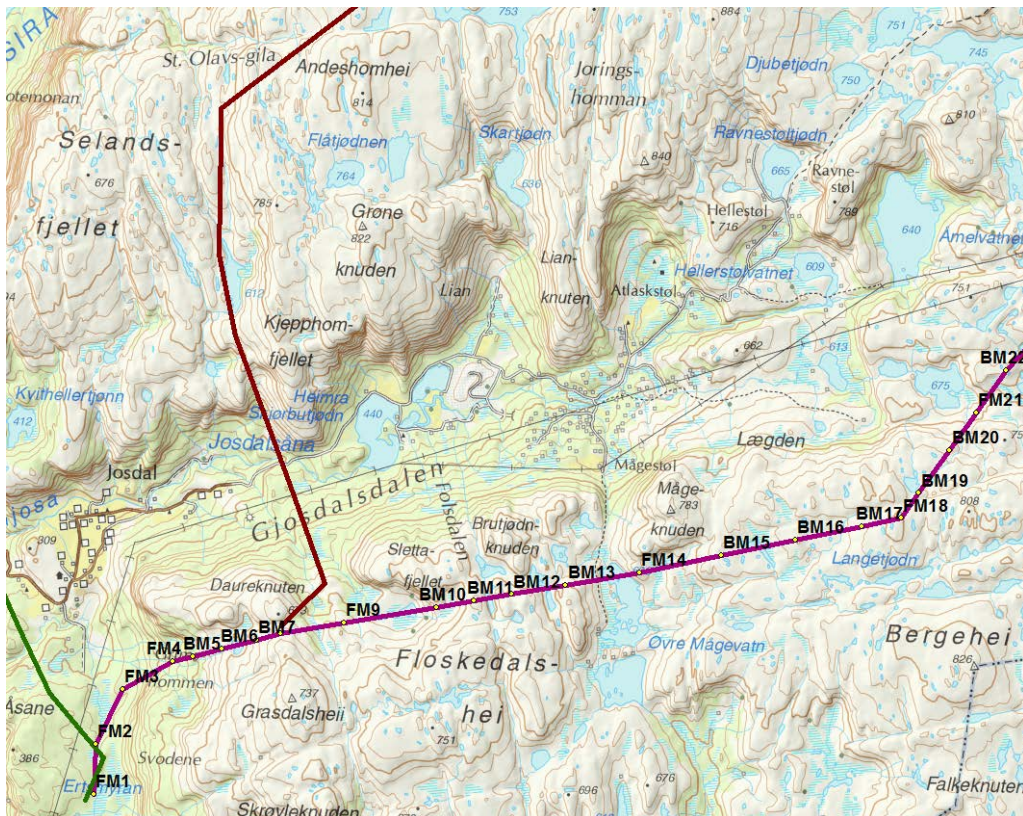


Figur J: Fra mastepunkt BM47 til mastepunkt FM62 (kartdata er fra Kartverket).

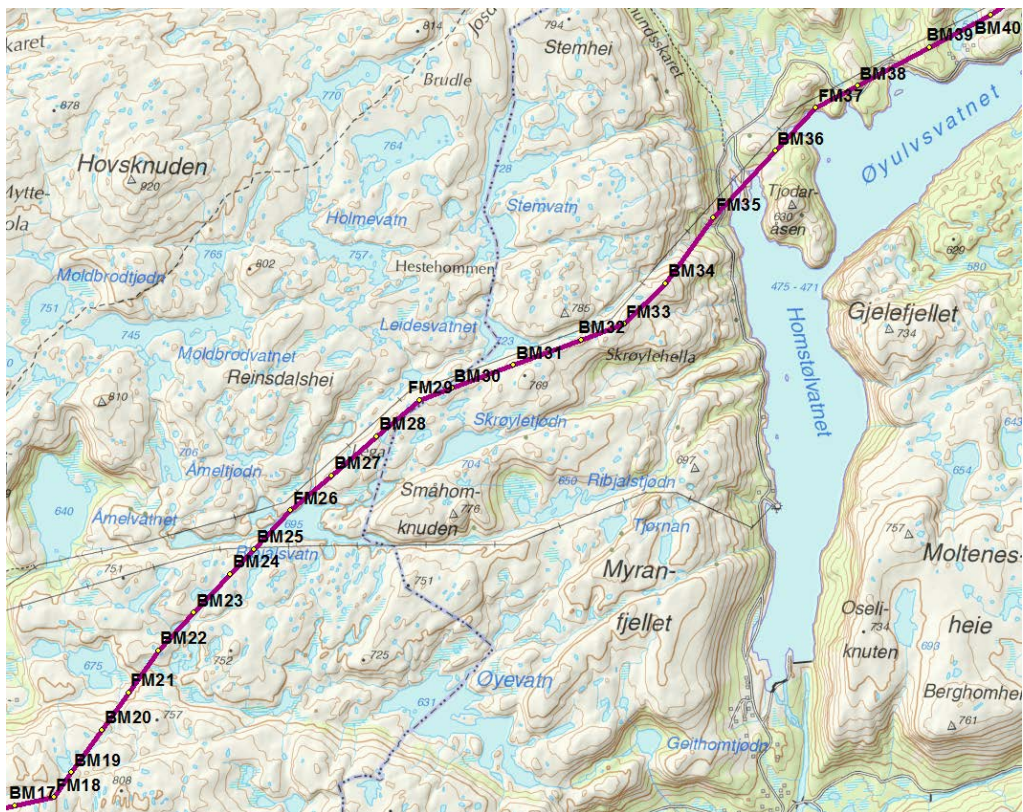


Figur K: Fra mastepunkt BM55 til endepunkt (kartdata er fra Kartverket).

## Ertsmyra - Solhom



Figur L : Fra startpunkt til mastepunkt BM20 (kartdata er fra Kartverket).



Figur M : Fra mastepunkt BM18 til BM40 (kartdata er fra Kartverket).



Figur N: Fra mastepunkt BM37 til sluttpunkt (kartdata er fra Kartverket).