

Prosjektnotat

Implementering av CNOSSOS-EU i Norge

Tilfeller for testberegning

VERSJON

1.0

DATO

2018-02-21

FORFATTER(E)

Herold Olsen

OPPDRAGSGIVER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REF.

Kaisa Gjertsen

PROSJEKTNR

102017005

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

16

SAMMENDRAG

SINTEF har oppdrag for Miljødirektoratet å undersøke forskjeller mellom dagens beregningsmetoder for utendørs støy, og en ny metode fra EU, kjent under navnet CNOSSOS-EU. Arbeidet skal danne et faglig grunnlag for myndighetenes valg av fremtidig metode for kartlegging av utendørs støy fra veg, jernbane og industri.

I dette notatet er det spesifisert tre områder som er egnet til å gjøre sammenlignende beregninger av støy. De er utvalgt i tråd med SINTEF prosjektnotat "Implementering av CNOSSOS-EU i Norge. Metodisk tilnærming", datert 2017-12-06.

- Oslo – Et tettbebygd by-område mellom Skøyen og Lysaker, som er utsatt for støy fra E18 og jernbane. Området har bl.a. skjermende topografi og lydutbredelse over vann.
- Jessheim – Et boligområde som er utsatt for støy fra E6 og jernbane (bl.a. Flytoget). Området er skjermet av lokale støyskjermer.
- Dale – Et boligområde i bygda Dale i Hordaland. Det er utsatt for støy fra E16 og fra Bergensbanen. Området er i hovedsak ikke skjermet mot støyen.

Det er lagt opp til separat beregning av støy fra veg og jernbane i hvert av områdene. I tillegg er det definert kunstige kilder for testberegning av støy fra industri.

UTARBEIDET AV

Herold Olsen

SIGNATUR



SIGNATUR

GODKJENT AV

Bengt Holter

PROSJEKTNOTAT NR

1

GRADERING

Fortrolig

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
0.1	2017-12-20	Uferdig utkast for diskusjon i møte med oppdragsgiver. Områder for beregning av støy: Oslo, Eidsvoll og Stjørdal
0.2	2018-01-29	Utkast med kompletterte beskrivelser, og nytt eksempel fra Vestlandet. Område fra Dale i Hordaland erstatter område fra Stjørdal. Trafikkgrunnlag for veg og jernbane mangler for alle områdene.
1.0	2018-02-21	Endelig utgave

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Generelle krav til støyberegningene	4
2.1	Beregningsmetoder	4
2.2	Værforhold	4
2.3	Måleenheter	5
2.4	Beregningspunkter	5
2.5	Digitale kartgrunnlag	5
3	Områder for beregning av støy	6
3.1	Oslo – mellom Skøyen og Lysaker	6
3.1.1	Beskrivelse av området	6
3.1.2	Avgrensning av beregningsområde	6
3.1.3	Vegtrafikk	8
3.1.4	Trafikk på jernbane	8
3.1.5	Kilde for industristøy	9
3.1.6	Støyforhold	9
3.2	Jessheim – Ved E6 sør for avkjørsel mot Gardermoen	10
3.2.1	Beskrivelse av området	10
3.2.2	Avgrensning av beregningsområde	11
3.2.3	Vegtrafikk	12
3.2.4	Trafikk på jernbane	12
3.2.5	Kilder for industristøy	12
3.2.6	Støyforhold	13
3.3	Boligområde i Dale i Hordaland	14
3.3.1	Beskrivelse av området	14
3.3.2	Avgrensning av beregningsområde	14
3.3.3	Vegtrafikk	15
3.3.4	Trafikk på jernbane	16
3.3.5	Kilde for industristøy	16

1 Innledning

SINTEF har oppdrag for Miljødirektoratet å undersøke forskjeller mellom dagens beregningsmetoder for utendørs støy, og en ny metode fra EU, kjent under navnet CNOSSOS-EU. Arbeidet skal danne et faglig grunnlag for myndighetenes valg av fremtidig metode for kartlegging av utendørs støy fra veg, jernbane og industri.

I dette notatet er det spesifisert tre områder som er egnet til å gjøre sammenlignende beregninger av støy. Områdene tilfredsstiller et sett med kriterier som er nærmere spesifisert i SINTEF prosjektnotat "*Implementering av CNOSSOS-EU i Norge. Metodisk tilnærming*", datert 2017-12-06.

De utvalgte områdene for beregning er

- Oslo – Et tettbebygd by-område mellom Skøyen og Lysaker, som er utsatt for støy fra E18 og jernbane. Området har bl.a. skjermende topografi og lydutbredelse over vann.
- Jessheim – Et boligområde som er utsatt for støy fra E6 og jernbane (bl.a. Flytoget). Området er skjermet av lokale støyskjermer.
- Dale i Hordaland – Et boligområde som er utsatt for støy fra E16 og Bergensbanen. Området er det vesentligste ikke skjermet mot støy fra veg og jernbane.

Områdene ligger til rette for beregning av støy fra eksisterende veg- og jernbanetraffikk. I tillegg er det definert kunstige kilder for testberegning av støy fra industri.

2 Generelle krav til støyberegningene

2.1 Beregningsmetoder

Det skal gjøres separate beregninger for de tre kildene **veg, jernbane** og **industri**. For alle beregningene skal det gjøres separate beregninger med tre ulike metoder:

- Nåværende offisiell nordisk metode (spesifikke metoder for veg- bane og industri)
- Cnossos-EU (vi forutsetter at test-utgave av metoden er tilgjengelig fra programvareleverandørene)
- Nord 2000 (så langt som tilgjengelig programvare støtter denne metoden for hver av de tre kildene)

Reflektert lyd fra bygninger etc. skal inkluderes i henhold til spesifikasjon i beregningsmetoden. Hvis metoden ikke spesifiserer dette entydig, skal det beregnes med 3. ordens refleksjon. Alternativt kan 2. ordens refleksjon benyttes om 3. ordens ikke støttes av programvaren.

2.2 Værforhold

To av de valgte metodene (Cnossos-EU og Nord 2000) kan ta hensyn til variasjon i værforholdene ved beregning av støy. For disse metodene skal det derfor gjøres separate beregninger for to værforhold:

- Alltid gunstig lydutbredelse.
 - I Cnossos-EU modelleres dette som 100 % "favourable"
 - I Nord 2000 kan dette modelleres som vindstille og 2 grader temperaturstigning per 100 høydemeter (dvs. tydelig inversjon)
- Realistisk lydutbredelse.
 - I Cnossos modelleres det som 50/50 fordeling mellom "favourable" og nøytral
 - I Nord 2000 modelleres det som vindstille med 50/50 fordeling mellom +2gr./100m og ingen temperaturgradient.

2.3 Måleenheter

For alle beregningene av støy fra veg og jernbane skal det beregnes og rapporteres separate resultater for to enheter.

Disse er

- L_{DEN}
- L_{5AF} (Om den ikke støttes i tilgjengelig programvare, kan den erstattes av annen $L_{A,F,max}$ enhet)

For beregning av støy fra industrikilde skal det kun beregnes for L_{DEN} . Maks-beregning er ikke relevant fordi beregningsgrunnlaget ikke angir noen tidsvariasjon for kilden.

2.4 Beregningspunkter

Beregningene skal gjøres i et gitter av beregningspunkter som dekker et visst beregningsområde. Dette kan være et regulært rutenett (kvadratiske ruter) eller annen lignende samling av beregningspunkter som er egnet som basis for å tegne kotekart for støy. Beregningene skal gjøres i en høyde 4 meter over lokalt terreng. Resultatene skal leveres i form av tabeller som angir koordinater (x, y og z) for hvert punkt, sammen med tilhørende verdier for støy. Det er ikke noe krav om å tegne ut endelige støykart.

I tillegg til dette skal det beregnes støy på nærmere spesifiserte bygningsfasader. Punktene skal i utgangspunktet dekke alle etasjene i bygningen. Støyen skal beregnes som innfallende lydnivå mot fasaden. Det betyr at reflektert lyd fra beregningspunktet på fasaden, ikke skal være inkludert. Også for fasadepunktene skal resultatene levers i form av tabeller som angir koordinater (x, y og z) for hvert punkt, sammen med tilhørende verdier for støy.

2.5 Digitale kartgrunnlag

Data for topografi, markoverflate, bygninger, støyskjermer etc. leses normalt fra digitale kartgrunnlag. Dette skal gjøres på den måten som er innarbeidet praksis ved normale støykartlegginger i Norge, og i henhold til de prosedyrer som passer til den aktuelle programvaren. Som utgangspunkt skal oppdaterte FKB-kart fra Kartverket benyttes. Terrengform kan om ønskelig innhentes fra Kartverkets landsdekkende DEM-modell med 10 meter rutenett.

Nødvendige digitale kart vil stilles til rådighet fra Statens Vegvesen (SVV). Kartene er basert på Kartverkets serier for FKB kart. De er videre bearbeidet gjennom SVV sin produksjonsløype for tilrettelegging av beregningsgrunnlag til beregningsprogrammet Norstøy.

3 Områder for beregning av støy

3.1 Oslo – mellom Skøyen og Lysaker

3.1.1 Beskrivelse av området

Et område for beregning av støy er valgt ut i Oslo. Området er ment å representere vanlig forekommende beregning av støyforhold i typisk by-bebyggelse som er eksponert av sterke støykilder. Dette betyr lydutbredelse over relativt lange avstander gjennom områder med mye skjerming og/eller refleksjon. Det valgte området har også klare innslag av skjerming fra topografi og lydutbredelse over vann.

Støykildene som skal tas med i beregningene er E18 og jernbanestrekningen mellom Skøyen – Lysaker. I tillegg legges det inn en tenkt industristøykilde sentralt i området.

3.1.2 Avgrensning av beregningsområde



Støyen skal beregnes i et rutenett på 3 km x 2 km, med tanke på å tegne vanlige støykart. Oppløsning settes til ca. 10 meter, noe som forventes å gi en gridstørrelse på 301 x 201 punkter. Det skal beregnes i en høyde på 4 meter over lokal bakke. Beregningsområdet er begrenset av disse koordinatene:

Koordinater, UTM sone 32 V, WGS84 / EUREF 89	Nord	Øst
Fra	6 642 500	591 500
Til	6 644 500	594 500

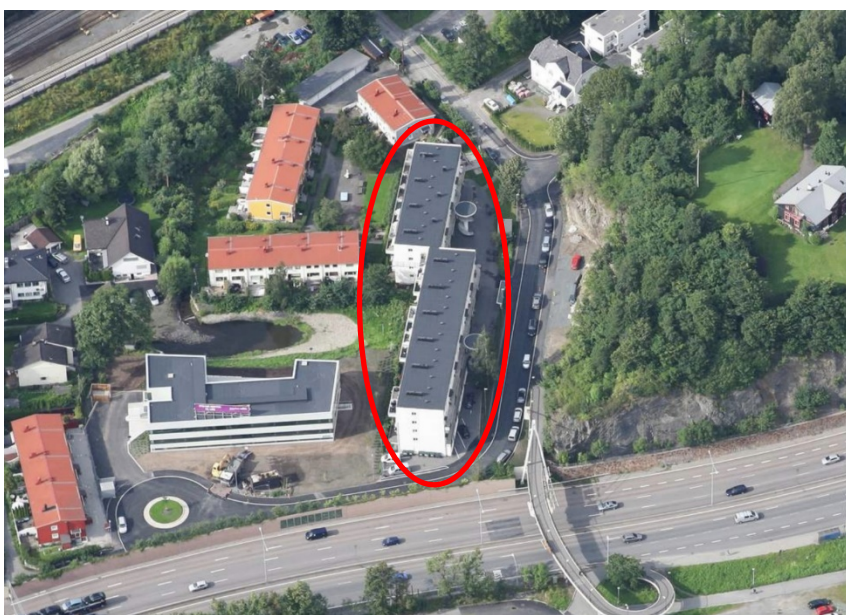
I tillegg til beregning i rutenett, skal det beregnes innfallende lydnivå mot utvalgte bygningsfasader. Det skal i utgangspunktet beregnes støynivå langs alle fasadene og for alle etasjene i bygningen. Tre bygninger er valgt ut:

- B.nr. 80027192 – Et kontorbygg i Drammensveien 211
- B.nr. 80029446 – En boligblokk i Bestumveien 2
- B.nr. 80027788 – En stor enebolig/flerfamiliehus i Nedre Skogvei 13

Disse er nærmere identifisert i følgende tre skrå-foto.



Drammensveien 211 – Kontorbygg. Fasadepunktene begrenses til den delen av bygningskomplekset som strekker seg mot øst



Bestumveien 2 – Boligblokk. Fasadepunktene legges på alle fasadene, dvs. begge bygningsdelene



Nedre Skogvei 13 – Stor enebolig/flerfamiliehus. Fasadepunkter kan utelates i øverste etasje (den med skråtak)

3.1.3 Vegtrafikk

Vegtrafikkstøyen på E18 modelleres med ÅDT = 75 000, og fordelingen 90% / 5% / 5% mellom kjøretøykategoriene *lett*, *middels* og *tung*. For beregning med nåværende nordisk metode (Nord 96) settes andelen tungtrafikk til 10 %. Det regnes med konstant hastighet = 80 km/t for alle kjøretøyklassene, og det tas ikke hensyn til avvik pga. oppbremsing, akselerasjon eller kø-forhold. Døgnfordelingen settes til 75% / 13% / 12 % for hhv. *dag*, *kveld* og *natt*. Vegdekket er av type Asfaltbetong med 16 mm karakteristisk steinstørrelse.

3.1.4 Trafikk på jernbane

Støyen fra jernbanen modelleres med følgende trafikkmengder fordelt på togtyper og tid på døgnet:

Togtype	Togmeter per døgn		
	Dag	Kveld	Natt
BM69	6783	1951	1912
BM70	539	2	55
BM71	9410	3120	3262
BM72	7630	2149	2528
BM73	877	89	166
BM74/75	21169	6019	4262
EL18	1487	618	508
Elektrisk (godstog)	2306	1278	1060
Diesel (godstog)	74	225	250

Hastigheten på strekningen er 80 km/t. Maksimum støy nivå bestemmes av godstog (N_goo i Nord 96), med dimensjonerende lengde på 400 meter. Det skal ikke beregnes ekstra støybidrag fra sporvekslere, broer, oppbremsing, e.l.

3.1.5 Kilde for industristøy

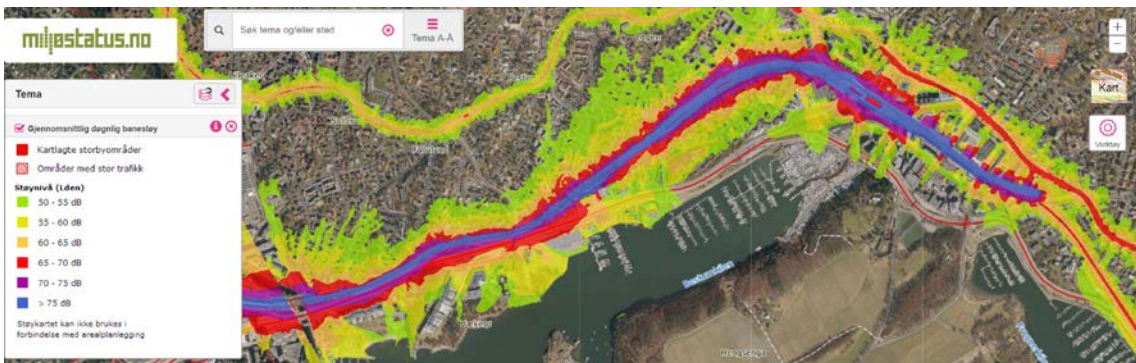
Den tenkte kilden for industristøy er lokalisert til en lagerbygning i Drammensveien 200:



Fire punktkilder plasseres høyt oppe på fasadene i den høyeste delen av den store lagerbygningen (tårnet). En kilde plasseres på hver av de fire fasadene. Høyden til alle kildene legges to meter lavere enn tak-linjen. Kildene plasseres midt på fasadens lengderetning og en meter foran fasaden. Alle kildene skal ha samme lydstyrke. Den settes til A-veid lydeffektnivå $L_W = 120$ dB. Tilhørende frekvensspekter settes til "rosa spekter" (likt lydnivå i alle frekvensbånd), for oktavbåndene 63 Hz – 8 kHz (tilsvarer 1/3-oktavbåndene 50 Hz – 10 kHz).

3.1.6 Støyforhold

Eksisterende støyforhold er antydnet i følgende to figurer hentet fra Miljøstatus.no. Den øverste viser støysoner for vegtrafikk, og den nederste vise for jernbane og T-bane.



3.2 Jessheim – Ved E6 sør for avkjørsel mot Gardermoen

3.2.1 Beskrivelse av området

Denne beregningen gjelder et boligområde på Jessheim som er utsatt for støy fra E6 og jernbane (bl.a. Flytoget). Området er skjermet av lokale støyskjermer mellom støykildene og boligene. Beregningen er relevant for situasjoner der det er gjort effektive skjermingstiltak for å redusere sterk støy.



Området ligger like sør for avkjørselen til Gardermoen. Det omfatter et boligfelt øst for E6, med adresser i Finholtvegen.



Fotoet er tatt mot nord, fra bro som krysser E6 og jernbanen. Boligområdet ligger bak trene og støyskjermer til høyre.

3.2.2 Avgrensning av beregningsområde



Støykildene som skal tas med i beregningene er E6 og jernbanestrekningen sør for Gardermoen. I tillegg legges det inn en tenkt industristøykilde i området.

Støyen skal beregnes i et rutenett på 200 m x 400 m, med tanke på å tegne vanlige støykart. Oppløsning settes til ca. 1 meter, noe som i utgangspunktet forventes å gi en gridstørrelse 201 x 401 punkter. Det skal beregnes i en høyde på 4 meter over lokal bakke. Beregningsområdet er begrenset av disse koordinatene:

Koordinater, UTM sone 32 V, WGS84 / EUREF 89	Nord	Øst
Fra	6 670 100	619 200
Til	6 670 300	619 600

I tillegg til beregning i rutenett, skal det beregnes innfallende lydnivå mot utvalgte bygningsfasader. Det skal i utgangspunktet beregnes støynivå langs alle fasadene og for alle etasjene i bygningen. To bygninger er valgt ut.

- B.nr. 22680773 – Enebolig i Finholtvegen 26 (første rekke bak skjermen)
- B.nr. 22681664 – Enebolig i Finholtvegen 28 (andre rekke bak skjermen)



3.2.3 Vegtrafikk

Vegtrafikkstøyen på E6 modelleres med $\text{ÅDT} = 24\,500$, og fordelingen 80% / 10% / 10% mellom kjøretøykategoriene *lett*, *middels* og *tung*. For beregning med nåværende nordisk metode (Nord 96) settes andelen tungtrafikk til 16 %. Det regnes med konstant hastighet = 110 km/t for alle kjøretøyklassene, og det tas ikke hensyn til avvik pga. oppbremsing, akselerasjon eller kø-forhold. Døgnfordelingen settes til 75% / 13% / 12 % for hhv. *dag*, *kveld* og *natt*. Vegdekket er av type Asfaltbetong med 16 mm karakteristisk steinstørrelse.

3.2.4 Trafikk på jernbane

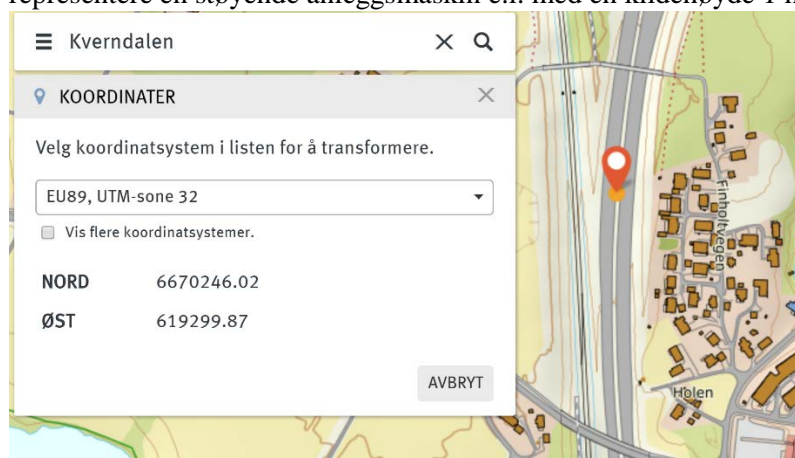
Støyen fra jernbanen modelleres med følgende trafikkmengder fordelt på togtyper og tid på døgnet:

Togtype	Togmeter per døgn		
	Dag	Kveld	Natt
BM69	0	0	1
BM70	21	2	1
BM71	13066	4458	2792
BM72	27	9	7
BM73	214	210	20
BM74/75	15806	4293	3038
EL18	575	29	338
Elektrisk	2186	1171	1146
Diesel	648	181	197

Hastigheten på strekningen er 210 km/t. Maksimum støynivå bestemmes av Flytoget (BM71), med dimensjonerende lengde på 165 meter (doble sett). Det skal ikke beregnes ekstra støybidrag fra sporvekslere, broer, oppbremsing e.l.

3.2.5 Kilder for industristøy

Den tenkte kilden for industristøy er lagt til et punkt mellom de to kjøreretningene på E6. Den tenkes å representere en støyende anleggsmaskin e.l. med en kildehøyde 1 meter over bakken.

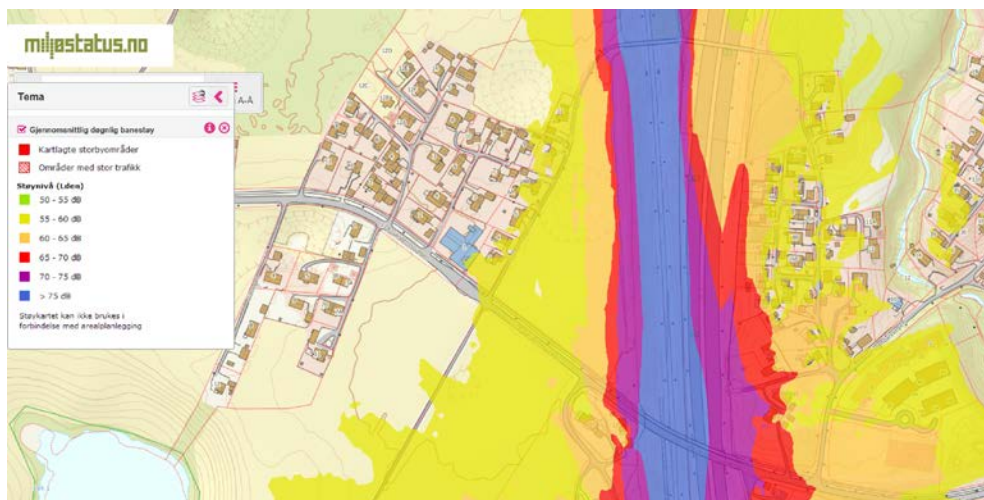
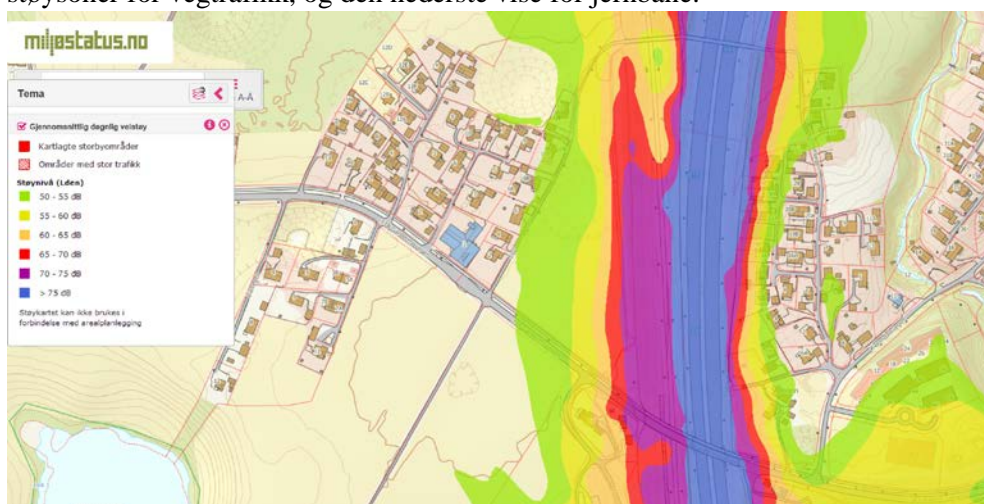


Industristøykilden plasseres i koordinat nord = 6 670 246, øst = 619 300, h = 1 meter over terreng. Koordinatene er oppgitt i UTM sone 32, Eurof89. Kildestyrken settes til A-veid lydeffektnivå $L_W = 110$ dB.

Tilhørende frekvensspekter settes til "rosa spekter" (likt lydnivå i alle frekvensbånd), for oktavbåndene 63 Hz – 8 kHz (tilsvarende 1/3-oktavbåndene 50 Hz – 10 kHz).

3.2.6 Støyforhold

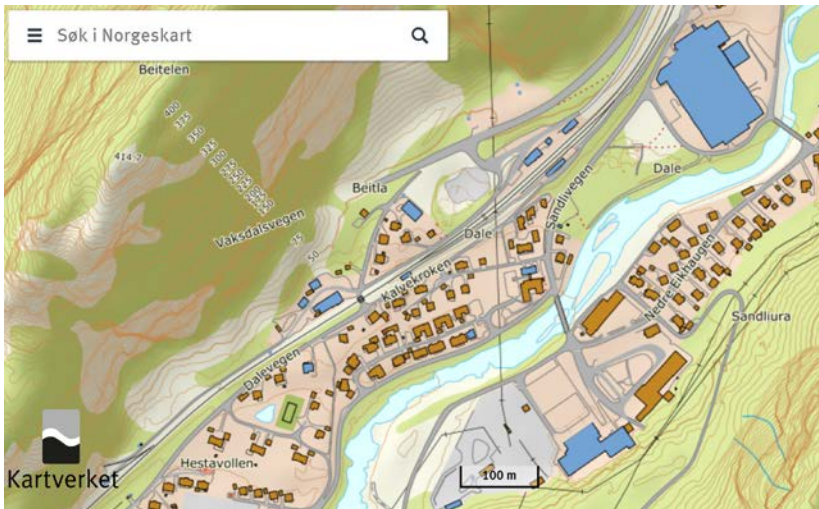
Eksisterende støyforhold er antydnet i følgende to figurer hentet fra Miljøstatus.no. Den øverste viser støysoner for vegtrafikk, og den nederste viser for jernbane.



3.3 Boligområde i Dale i Hordaland

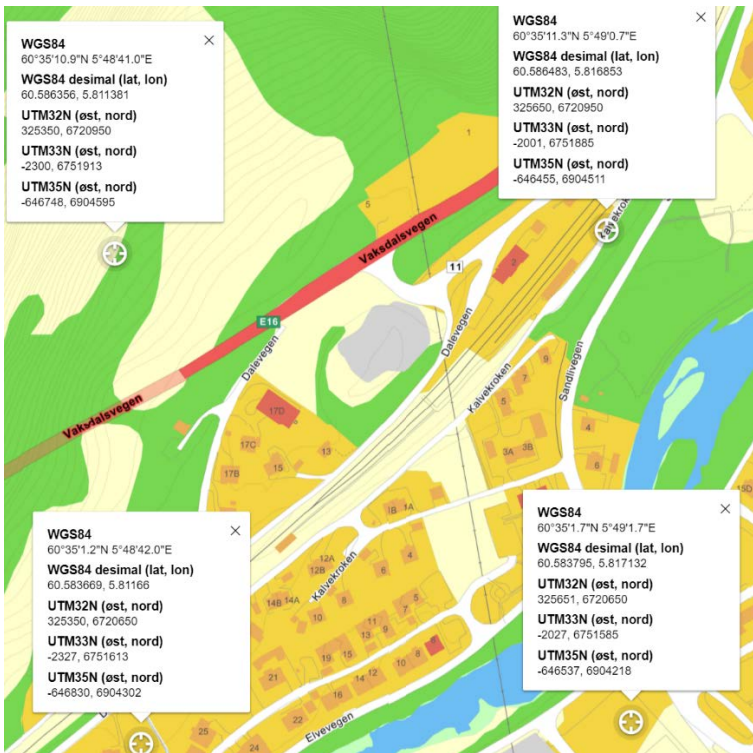
3.3.1 Beskrivelse av området

Et område for beregning av støy er valgt ut på Dale i Hordaland. Stedet legger på strekningen langs E16 mellom Bergen og Voss. Området er ment å representere lydutbredelse i et særegent norsk område med kupert terreng og en vegtunnel. Dette betyr lydutbredelse over korte til mellomlange avstander gjennom områder med lite eller ingen støyskjerming, men med noe innvirkning av bratt terreng.



Støykildene i området er E16 og jernbanen mellom Bergen og Voss. I tillegg legges det inn en tenkt industristøykilde i utkanten av området.

3.3.2 Avgrensning av beregningsområde



Støyen skal beregnes i et rutenett på 300 m x 300 m, med tanke på å tegne vanlige støykart. Oppløsning settes til ca. 2 meter, noe som i utgangspunktet forventes å gi en gridstørrelse 151 x 151 punkter. Det skal beregnes i en høyde på 4 meter over lokal bakke. Beregningsområdet er begrenset av disse koordinatene:

Koordinater UTM WGS84 32 V, WGS84 / EUREF 89 Sone	Nord	Øst
Fra	6 720 350	325 350
Til	6 720 650	325 650

I tillegg til beregning i rutenett, skal det beregnes lydnivå for en utvalgt boligbygning. Det skal beregnes innfallende støynivå (frittfelt) langs alle fasadene og for alle etasjene i bygningen. Bygningen har adresse Dalevegen 17 C, og er registrert i matrikkelen med bygningsnummer 175806660.



3.3.3 Vegtrafikk

Vegtrafikkstøyen på E16 modelleres med ÅDT = 5 700, og fordelingen 80% / 10% / 10% mellom kjøretøykategoriene *lett*, *middels* og *tung*. For beregning med nåværende nordisk metode (Nord 96) settes andelen tungtrafikk til 16 %. Det regnes med konstant hastighet = 70 km/t for alle kjøretøyklassene, og det tas ikke hensyn til avvik pga. oppbremsing, akselerasjon eller kø-forhold. Døgnfordelingen settes til 75% / 13% / 12% for hhv. *dag*, *kveld* og *natt*. Vegdekket er av type Asfaltbetong med 16 mm karakteristisk steinstørrelse.

Beregningen skal om mulig inkludere støy fra åpningen til Beitlatunnelen. Den er 661 meter lang, og har rektangulær åpningen med 6 m bredde og 4 m høyde.

3.3.4 Trafikk på jernbane

Støyen fra jernbanen modelleres med følgende trafikkmengder fordelt på togtyper og tid på døgnet:

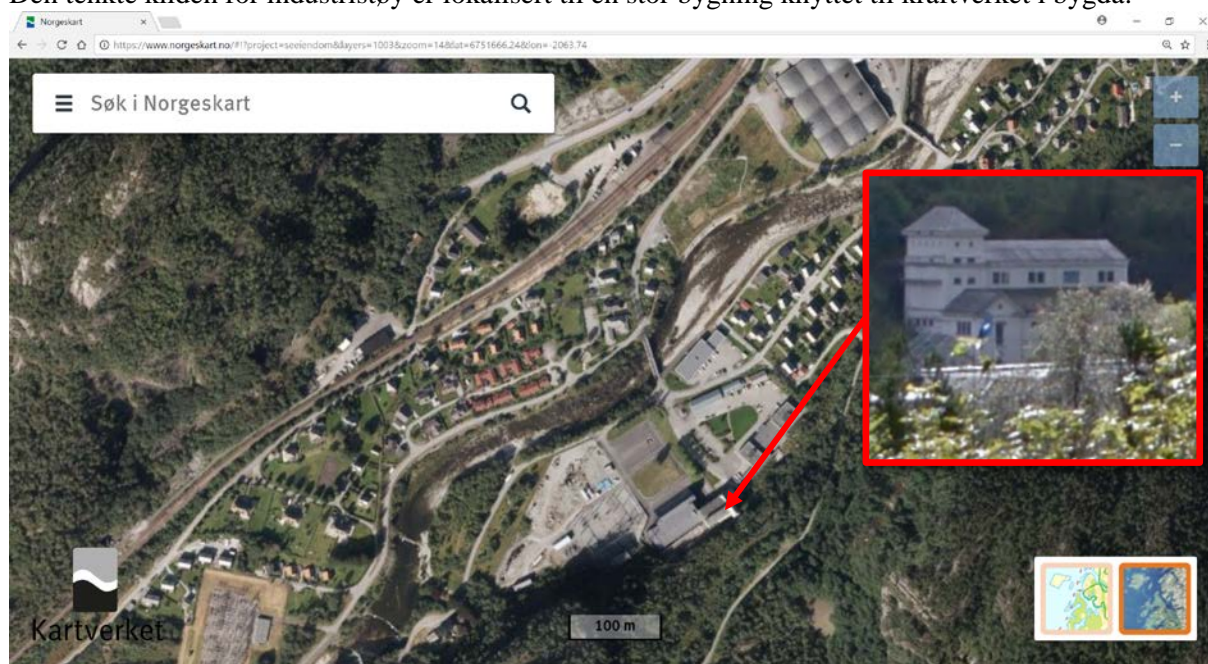
Togtype	Togmeter per døgn		
	Dag	Kveld	Natt
NSB BM69	1417	389	393
NSB EL18	1363	446	346
Elektrisk (godstog)	1029	1699	1823

Hastigheten på strekningen er 80 km/t. Maksimum støy nivå bestemmes av godstog (Ngoo i Nord 96), med dimensjonerende lengde på 400 meter. Det skal ikke beregnes ekstra støybidrag fra sporvekslere, broer, oppbremsing e.l.

Beregningsområdet inkluderer jernbanestasjonen på Dale. Det skal ikke tas hensyn til oppbremsing, stans eller nedsatt hastighet her. Trafikken modelleres med konstant hastighet gjennom stasjonsområdet.

3.3.5 Kilde for industristøy

Den tenkte kilden for industristøy er lokalisert til en stor bygning knyttet til kraftverket i bygda:



Denne bygningen er registrert i matrikkelen med bygningsnummer 175805761. En punktkilde plasseres på den lange fasaden til bygningen, som vender mot nordvest. Høyden til kilden legges én meter lavere enn det lange takskjegget (takrenna). Kilden plasseres midt på fasadens lengderetning og en meter foran fasaden. Lydstyrken settes til A-veid lydeffektnivå $L_w = 110$ dB. Tilhørende frekvensspekter settes til "rosa spekter" (likt lydnivå i alle frekvensbånd), for oktavbåndene 63 Hz – 8 kHz (tilsvarer 1/3-oktavbåndene 50 Hz – 10 kHz).



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no