

# FAGRAPPORT STØY

Kommunedelplan med konsekvensutredning

Togparkering i Tønsbergområdet, InterCity Vestfoldbanen

Saksnummer: 201905284

Ref.: ICH-30-A-10601

PlanID 90020

April 2020





## SAMMENDRAG

Det er utredet støy fra tre ulike alternativer for hensettingsanlegg i Barkåkerområdet ved Tønsberg. To alternativer ligger nord for Barkåker sentrum og ett alternativ ligger sørøst for Barkåker sentrum.

Benevnelse for områdene er henholdsvis:

- Barkåker sør
- Barkåker nord nordlig
- Barkåker nord sørlig

Kildedata som inngår i simuleringer er innhentet hovedsakelig fra målinger utført for Bane NOR på Sundland hensetting i Drammen. Målingene er utført på Flirt-tog.

For bremsetest og vaskeanlegg for tog har det ikke vært tilgjengelige kildedata, det er derfor anvendt alternative data.

Beregninger viser følgende resultater:

- Lden (døgnbasert) Alle tre områder oppnår tilfredsstillende forhold for omkringliggende boligområder
- Ln / Lnight (natt) Kun hensettingsanlegg ved Barkåker nord nordlig oppnår tilfredsstillende forhold uten støyreducerende tiltak. Hensettingsanlegg ved Barkåker nord sørlig overskrider grenseverdier for natt og det må etableres avbøtende tiltak for å tilfredsstille krav i veileder. Hensettingsanlegg ved Barkåker sør overskrider grenseverdier for natt og det må etableres avbøtende tiltak for å tilfredsstille krav i veileder.

Det er grenseverdier for Lnight som er dimensjonerende for krav i denne sammenhengen. Det må derfor legges inn kostnader til avbøtende tiltak for Barkåker nord sørlig og Barkåker sør.

Mer detaljert vurdering av støynivåer og avbøtende tiltak vil gjøres i reguleringsplanfasen.

Det er, etter offentlig ettersyn, som følge av innspill til planforslaget, lagt til et kapittel 5.5 som omtaler støyvurderinger på dobbeltsporet mellom alternativene ved Barkåker nord og Tønsberg som følge av tomtogkjøringen som hensettingsanlegget medfører.

# INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>GRUNNLAG FOR ARBEIDET MED HENSETTING</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>OM TILTAKET - HENSETTINGSANLEGG</b>	<b>6</b>
2.1	GENERELT OM HENSETTING/TOGPARKERING	6
2.2	HENSETTINGSANLEGG BARKÅKER NORD NORDLIG OG SØRLIG	7
2.3	HENSETTINGSANLEGG BARKÅKER SØR	9
2.4	ANLEGG- OG RIGGOMRÅDER	10
<b>3</b>	<b>METODE OG RAMMEBETINGELSER</b>	<b>12</b>
3.1	FAGTERMINOLOGI – STØY	12
3.2	FORHOLD SOM INNGÅR OG IKKE INNGÅR I STØYSIMULERING	12
3.3	GRENSEVERDIER	12
3.4	REFERANSESITUASJONEN	14
3.5	PLANPROGRAMMET	14
<b>4</b>	<b>BEREGNINGSFORUTSETNINGER</b>	<b>15</b>
4.1	TRAFIKKTALL	15
4.2	KILDESTYRKE FOR TYPISKE HENDELSER	16
4.3	DRIFTSTID FOR DE ULIKE KILDENE	18
4.4	VEGETASJON	18
4.5	VEITRAFIKKSTØY	19
<b>5</b>	<b>BEREGNINGSRISULTATER</b>	<b>20</b>
5.1	BARKÅKER NORD NORDLIG OG SØRLIG	20
5.2	BARKÅKER SØR	24
5.3	SKJERMINGSTILTAK	26
5.4	SAMMENSTILLING BARKÅKER NORD NORDLIG OG SØRLIG OG BARKÅKER SØR	27
5.5	ØKT TRAFIKK PÅ DOBBELTSPOR SOM FØLGE AV HENSETTINGSTRAFIKK	27
<b>6</b>	<b>STØYREDUSERENDE TILTAK</b>	<b>31</b>
6.1	BARKÅKER NORD	31
6.2	BARKÅKER SØR	31
<b>7</b>	<b>VEDLEGG</b>	<b>32</b>
7.1	VEDLEGG	32
<b>8</b>	<b>DOKUMENTINFORMASJON</b>	<b>33</b>
8.1	ENDRINGSLOGG	33
8.2	REFERANSELISTE	33
VEDLEGG 1	STØY – BEGREPER OG FORKLARINGER	35

# 1 GRUNNLAG FOR ARBEIDET MED HENSETTING

InterCity-satsingen omfatter planlegging og bygging av sammenhengende dobbeltspor på Dovrebanen, Vestfoldbanen, Østfoldbanen og Ringeriksbanen. I de kommende årene skal det planlegges og bygges 270 kilometer med nytt dobbeltspor og 25 nye stasjoner for å gjøre InterCity-nettet komplett.

Moderniseringen av Vestfoldbanen vil gi flere togavganger og kortere reisetid, som bidrar til at veksten i persontrafikk tas med kollektivtransport, gang- og sykkeltrafikk. Sammenhengende dobbeltspor skal stå ferdig til Tønsberg innen 2024.

Hensettingsanlegget må kunne tas i bruk før innføringen av nytt tilbudskonsept på Vestfoldbanen. Tilbudskonseptene T2024 og T2027 er beskrevet i Konseptdokument for InterCity-strekningene [1]. De skisserte tilbudskonseptene kan først innføres etter utbygging av nødvendig infrastruktur, som dobbeltspor og hensettingsanlegg. Etter ferdig utbygging av dobbeltspor mellom Drammen og Tønsberg, samt etablering av hensettingsanlegg i Tønsbergområdet, legges det til rette for en tilbudsøkning som tilsvarer:

- To tog i grunnrute og ett innsatstog i rushretningen mellom Tønsberg og Oslo ved T2024

Etter utbygging av dobbeltsporparsell mellom Sandefjord og Stokke og firespors stasjon på Tønsberg kan tilbudet økes ytterligere ved innføring av tilbudskonsept T2027 som tilsvarer:

- Fire tog i grunnrute i timen mellom Tønsberg og Oslo

Med et nytt hensettingsanlegg i Tønsbergområdet vil det etableres tilstrekkelig hensettingskapasitet til å muliggjøre tilbudsøkningene som er beskrevet i T2024 og T2027.

Utvidelse av hensettingskapasiteten innebærer bygging av et sporområde hvor tog kan parkeres når de ikke er i drift. På togoppstillingsplassene vil togene stå fram til neste gang de skal benyttes. I perioden togene er hensatt vil det normalt foregå driftsoppgaver som utvendig og innvendig renhold, vannpåfylling, søppeltømming og toalettømming.

Hensettingsanlegget skal i hovedsak benyttes av tog som starter/slutter sin rute på Tønsberg stasjon. Anlegget må derfor etableres i rimelig avstand til stasjonen og kobles på jernbanelinja som fører tog til/fra Tønsberg.

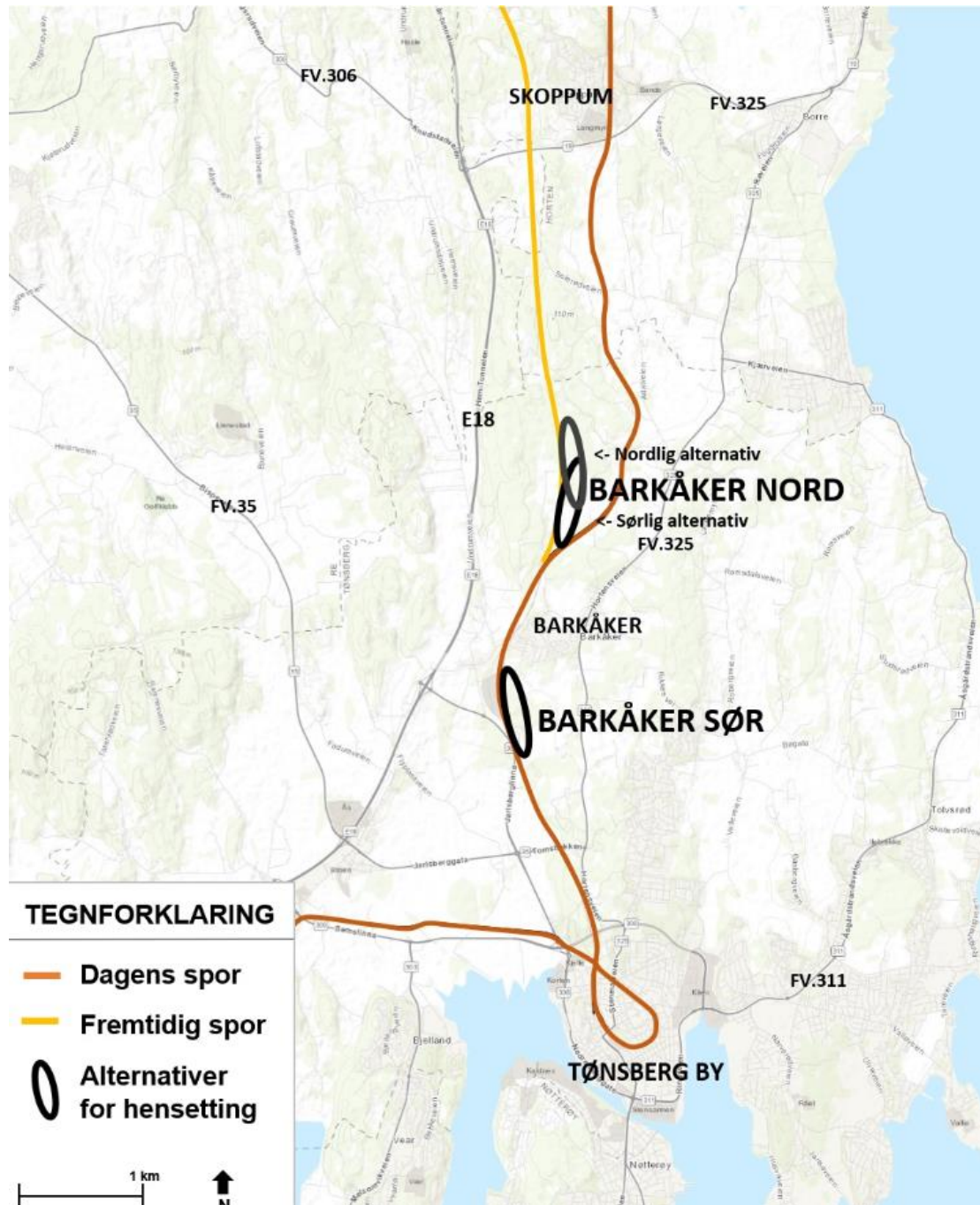
Formål med planarbeidet og mål for hensettingsanlegget er omtalt i Planprogrammet for hensetting i Tønsbergområdet [4] og i Planbeskrivelsen for hensetting i Tønsbergområdet [11].

Kapittel 1 og 2 beskriver bakgrunnen for tiltaket og omtaler tiltaket kort. Resten av rapporten er fagspesifikk.

## 2 OM TILTAKET - HENSETTINGSANLEGG

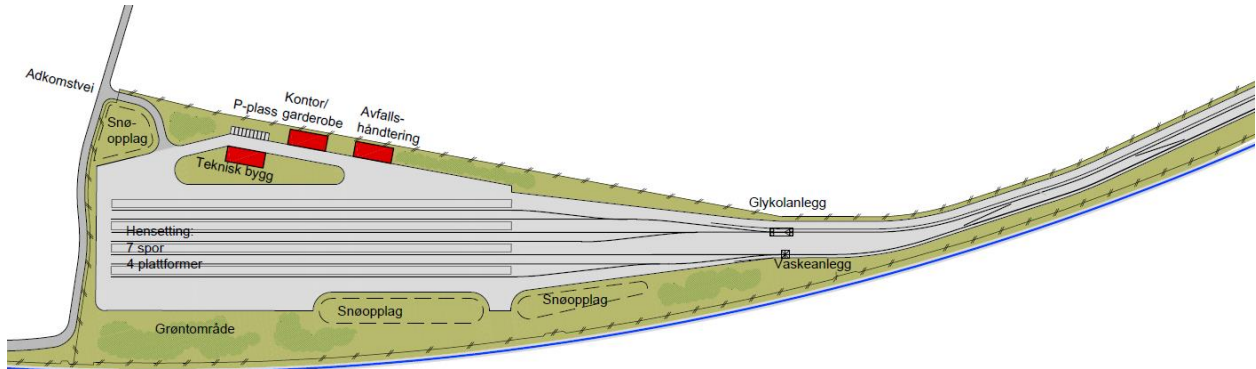
### 2.1 Generelt om hensetting/togparkering

Det er gjennomført søk og vurderinger av aktuelle hensettingslokaliteter i Tønsbergområdet. Det er også gjennomført en optimalisering av de områdene som ligger til grunn for planprogrammet. Som et resultat av optimaliseringen står det igjen tre alternativer, se Figur 2.1. Tidligere søk og vurderinger av lokaliteter er omtalt i planbeskrivelsen [11]. To alternativer er lokalisert innenfor området som i planprogrammet heter Barkåker nord, på østsiden av nytt dobbeltspor mellom Nykirke og Barkåker. Et alternativ er lokalisert innenfor Barkåker sør.



Figur 2.1 Oversikt over områdene som er utredet.

Hensettingsanlegget skal etableres for 14 tog på 110 meter. Foruten selve hensettingssporene består anlegget av et påkoblingsspor, et servicebygg med kontor og garderobe, et utendørs vaskeanlegg, glykolpåfyllingsplass, plass til snørydding og parkeringsplasser til ansatte. Anlegget må på grunn av sikkerhet gjerdes inn. Totalt sett vil hensettingsanlegget beslaglegge et areal på mellom 60 og 100 dekar. Se prinsippsskisse i Figur 2.2.



Figur 2.2 Prinsippsskisse for utforming av hensettingsanlegg (illustrasjon: Norconsult)

### Bygninger og parkering for bil

Anlegget skal minimum inneholde et servicebygg og et teknisk bygg. Servicebygget bør generelt legges direkte inntil serviceplattform, for kortest mulig avstand for renhold og vedlikehold. Parkeringsplass tilknyttet servicebygg og teknisk bygg lokaliseres i nærheten av byggene.

### Interne veier

Det er planlagt driftsveier langs begge sider av hensettingsanlegget. Driftsveiene er asfaltert og legges normalt i samme høyde som sporet. Driftsveiene langs hensettingsanlegget legges innenfor gjerdet for anlegget, og er ikke tilgjengelig for annen ferdsel.

### Sporsløyfe

For å oppnå tilstrekkelig fleksibilitet og robusthet for trafikk på dobbeltsporet er det planlagt sporsløyfe (to sporveksler som gjør det mulig for tog å skifte spor) i hovedsporet.

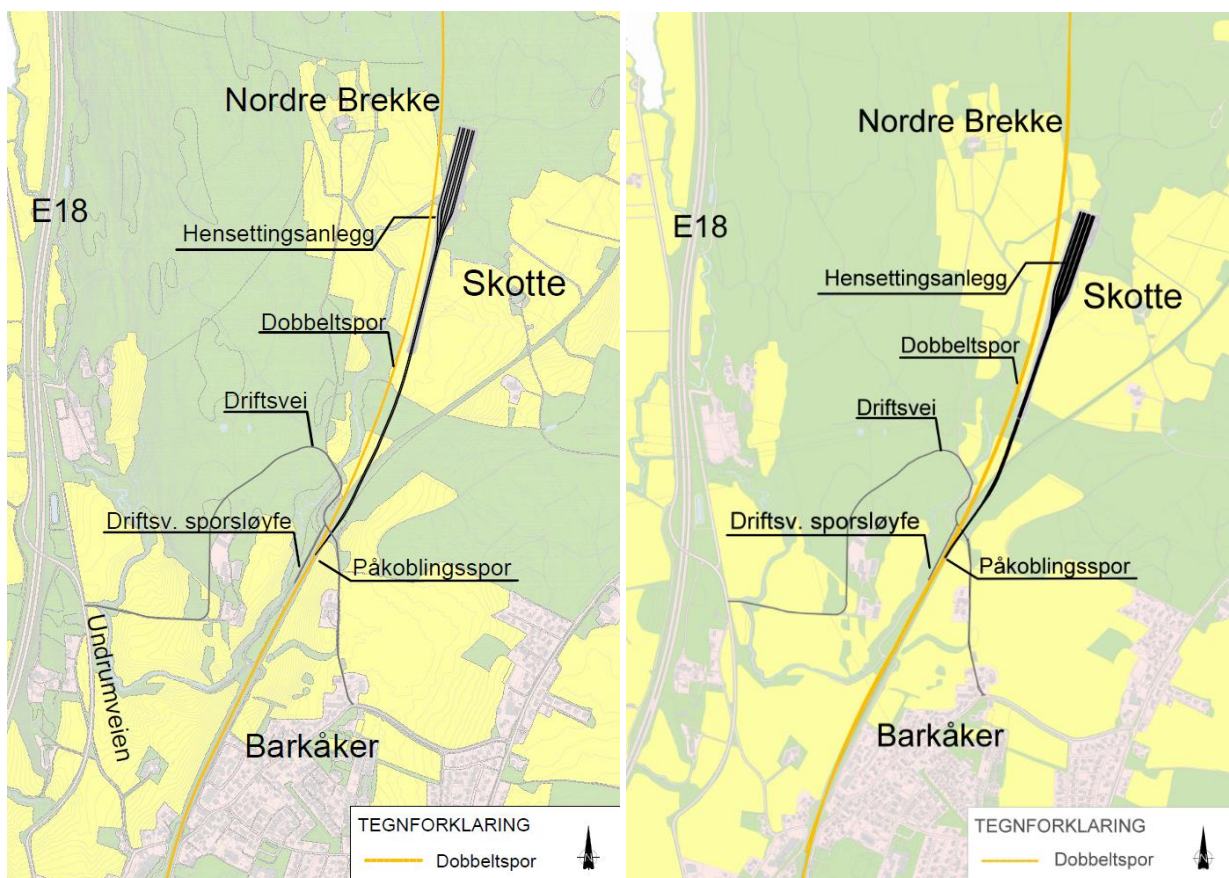
## 2.2 Hensettingsanlegg Barkåker nord nordlig og sørlig

Ved Barkåker nord er det utredet og vurdert to alternativer, et nordlig og et sørlig.

Barkåker nord nordlig ligger i større grad i skogen enn det Barkåker nord sørlig gjør. Det nordlige alternativet beslaglegger derfor mindre jordbruksjord enn den sørlige varianten. De to alternativene har felles løsninger for veiatkomst for anleggs- og driftsfase.

Det er vurdert ulike atkomster for permanent vei til området med hensyn til blant annet trafiksikkerhet og effektiv avvikling av trafikk til og fra hensettingsanlegget. Flere atkomster kan være egnet. Trafikkmengde i driftsfase er forventet å være lav (ca. 60 ÅDT). Et aktuelt veialternativ er å etablere driftsvei fra fv. 3176 Undrumveien. Denne atkomsten skal benyttes til utbygging av dobbeltspor Nykirke - Barkåker og vil anlegges i den forbindelse. Det er denne atkomsten som ligger til grunn for konsekvensutredningene. Andre alternativer er å etablere driftsvei fra fv. 325 Hortensveien via Skotte gård eller fv. 3140 Adalveien. Vurdering av og beslutning om driftsvei vil gjøres i reguleringsplanfasen. Ytterligere omtale av atkomstalternativene er gitt i planbeskrivelsen [11].

Det er behov for permanent driftsvei til sporsløyfe. Det foreslås at vei til sporsløyfe etableres parallelt med dagens turvei, som også brukes som lysløyfe. Vei foreslås etablert fra overgangsbrua langs eksisterende turvei/skiløyfe. Denne løsningen medfører at en mindre del av skiløypa må legges i egen trasé. Veien legges utenfor gjerdet langs anlegget, og vil dermed være tilgjengelig for allmenn ferdsel. Det etableres en vendehammer i enden av driftsveien. Det skal tilstrebes at turveien/skiløypa skal være åpen i anleggsfasen. Servicebygg og teknisk bygg foreslås plassert umiddelbart øst for hensettingsområdet. Det understrekes at plassering av bygg ikke fastsettes gjennom denne kommunedelplanen.



Figur 2.3 Illustrasjon av Barkåker nord nordlig til venstre og Barkåker nord sørlig til høyre.

### 2.2.1 Barkåker nord nordlig



Figur 2.4 Barkåker nord nordlig, fra samordningsmodell

Hensettingsanlegget ligger parallelt med prosjertert og regulert jernbanetrasé for strekningen Nykirke-Barkåker. Anlegget ligger i den sør-sørvestre delen av et større skogsområde. Det er tettere og høyere vegetasjon ved den sørligste delen av togoppstillingsplassene. Mot den nordøstre delen av togoppstillingsplassene er vegetasjonen lavere og mer spredt. Hele hensettingsanlegget er eksponert fra



vestsiden. Terrengnet nord og øst for anlegget er forholdsvis kupert, det gir seg utslag i større terreng-inngrep, spesielt på nordsiden der anlegget ligger 10-12 meter lavere enn eksisterende terreng.

### 2.2.2 Barkåker nord sørlig



Figur 2.5 Barkåker nord sørlig, fra samordningsmodell.

Hensettingsanlegget ligger ca. 240 m lenger sør enn alternativ Barkåker nord nordlig. Anlegget ligger delvis i sørparten av et skogsområde og delvis på dyrket mark. Det er planlagt betydelig lavere skjæring ved dette alternativet enn det nordlige.

### 2.3 Hensettingsanlegg Barkåker sør



Figur 2.6 Barkåker sør, fra samordningsmodell.



Figur 2.7 Illustrasjon av Barkåker sør.

Anleggets plassering avgrenses av jernbanetraséen, fv. 3152 og Barkåkerveien. Anlegget ligger på et mindre areal av dyrket mark, samtidig må noe skog fjernes for etablering av anlegget. For å få best mulig terrengtilpasning er det benyttet 30 promille stigning på togparkeringsanlegget på denne strekningen, med unntak av et flatt område hvor vask- og glykolanlegg skal ligge og sporviften hvor togene skal stå parkert.

For Barkåker sør er det vurdert to mulige atkomster for permanent vei til området, fra fv. 3152 Barkåkerveien eller fra fv. 308 Jarlsberglinna. Den nordlige atkomsten fra fv. 3152 Barkåkerveien anbefales lagt til grunn som driftsvei og som anleggsvei. Denne løsningen krever ingen større tilrettelegging av eksisterende veianlegg i området. Ved å legge atkomsten i nord, kan restarealet mellom togoppstillingsplassene og dobbeltsporet utnyttes til serviceplattform, bygg og parkering uten at det medfører ekstra lang kjørevei for de ansatte som skal dit.

Driftsvei til sporsløyfe i sør er mulig å etablere sørover fra Hestehagen, som vist i figur 2.7. Denne driftsveien vil ha grusdekke, etableres med fire meters bredde og legges ca. 10 m fra senterspor. Veien legges utenfor gjerdet langs anlegget, og vil dermed være tilgjengelig for allmenn ferdsel. Det etableres en vendehammer i enden av driftsveien.

Bygningsmassen, det vil si servicebygg og teknisk bygg inkludert parkeringsplasser, foreslås plassert mellom hensettingsområdet og jernbanelinjen, forutsatt atkomst fra nord. Det understrekes at plassering av bygg ikke fastsettes gjennom denne kommunedelplanen.

## 2.4 Anleggs- og riggområder

Anleggs- og riggområder vil være innenfor det som er avsatt til planområde. Rundt det permanente anlegget er det avsatt en sone på ca. 50 - 70 meter for å ivareta fremtidig optimalisering av tiltaket i reguleringsplanfasen. Denne sonen dekker også nødvendig areal for anleggsgjennomføring og rigg. Ingen av alternativene byr på kompliserte anleggstekniske utfordringer, basert på nåværende kunnskap.

Anleggsbeltet vil variere avhengig av behov for atkomst, langsgående anleggstrafikk, skjæringer og fyllinger, men er generelt planlagt å være 50 meter bredt. Under byggeplanarbeidet vil det legges vekt på å redusere anleggsbeltet i så stor grad som mulig for å spare dyrket mark. Anleggstrafikken for inn- og utkjøring av masser vil i hovedsak følge anleggsbeltet og ha atkomst til dette via opparbeidede atkomstveier fra offentlige veinett.

### 2.4.1 Barkåker nord

Anleggsvei til området foreslås å være den samme som skal benyttes for utbygging av dobbeltspor Nykirke – Barkåker. Utbyggingen av dobbeltspor Nykirke – Barkåker medfører etablering av en anleggsvei på dobbeltsporets østside, fra sør for hensettingsanlegget og fram til fv. 3178 Solerødveien, og videre til rv. 19. Anleggsveien strekker seg inn i Horten kommune. Anleggsvei avklares i detalj i neste planfase.



Figur 2.8 Foreløpig foreslått anleggsvei for begge alternativer i Barkåker nord.

#### 2.4.2 Barkåker sør

Anleggsvei til området foreslås å være samme atkomst som for driftsvei/permanent vei, det vil si fra nord via fv. 3152 Barkåkerveien og gårdsvei rett nord for bru som krysser dobbeltspor. Veien i sør, fra fv. 308 Jarlsberglinna kan også benyttes i en innledende fase av byggeperioden. Anleggsvei avklares i detalj i neste planfase.

## 3 METODE OG RAMMEBETINGELSER

### 3.1 Fagterminologi – støy

Ord og uttrykk som omhandler støy er forklart i vedlegg 1 til dette dokumentet.

### 3.2 Forhold som inngår og ikke inngår i støysimulering

Det er utført støysimuleringer med forutsetning om bruk av alle spor på hensettingsområdet og doble togsett på alle spor. Det vil si full utnyttelse av hensettingsområdet. Følgende tilleggskommentarer gjelder:

1. Togsettene er ikke modellert som objekter som støymessig sett skjermer for hverandre ved oppstilling på parallelle spor, dette da skjermingseffekten er usikker.
2. Veitrafikkstøy inn til anleggene er ikke modellert grunnet forventet lav trafikkbelastning på veinettet.
3. Alle støysimuleringer som er utført er ekvivalentnivåer for døgnvektet nivå,  $L_{den}$ , og aktivitet på natt,  $L_{night}$ , hvor alle kilder er representert med ulike driftstider for periodene dag, kveld og natt.
4. Det er ikke simulert støy for enkelhendelser og maksimalnivåer knyttet til dette. Typiske hendelser hvor maksimalnivåer opptrer er:
  - a. Kopling og dekopling av togsett
  - b. Oppstilling av tog mot buffer på enden av hensettingssporet
  - c. Passering av sporvekslere
  - d. Dekompressjon av akkumulatorer for trykkluft for bremses

### 3.3 Grenseverdier

#### 3.3.1 Utendørs støy T-1442

Et hensettingsanlegg er å betrakte som et terminalanlegg og vil derfor grensesettes i henhold til dette. Tabell 3 i Støyretningslinje T-1442 [5] angir grenseverdier som vist i *Figur 3.1* under. Kategorien «Havner og Terminaler» er markert med grønt.

Det er angitt felles grenseverdier for uteoppholdsarealer og utenfor vinduer til rom med støyfølsomme bruksformål.

Det settes strengere grenseverdier til støyende aktivitet som har innslag av impulslyd sammenlignet med et jevnt støybilde. Støy fra hensettingsområdet er i henhold til tidligere praksis fra tilsvarende prosjekter vurdert opp mot anbefalte grenseverdier for støy fra «Havner og terminaler». Den strengeste grenseverdien med impulslyd skal benyttes dersom denne type lyd opptrer med i gjennomsnitt mer enn ti hendelser per time. Støt som oppstår ved skifte av jernbanemateriell er en typisk impulslyd. Andre typiske impulslyder vil ikke forekomme. Det forventes derfor ikke at impulslyder vil forekomme så hyppig at det er grunnlag for å benytte den strengeste grenseverdien.

Grenseverdier blir da som følger:

- Uteområder og utenfor vinduer  $L_{DEN} = 55$  dB
- Utenfor soverom, Natt  $L_{NIGHT} = 45$  dB
- Utenfor soverom, Natt  $L_{AFmax} = 60$  dB

**Tabell 3:** Anbefalte støygrenser ved planlegging av ny støyende virksomhet og bygging av boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, skoler og barnehager. Alle tall oppgitt i dB, innfallende lydtryknivå. Se kap 6 for definisjoner.

Støykilde	Støynivå på uteoppholdsareal og utenfor vinduer til rom med støyfølsom bruksformål	Støynivå utenfor soverom, natt kl. 23 – 07	Støynivå på uteoppholdsareal og utenfor rom med støyfølsom bruksformål, dag og kveld, kl 7 - 23	Støynivå på uteoppholdsareal og utenfor rom med støyfølsom bruksformål, lørdager	Støynivå på uteoppholdsareal og utenfor rom med støyfølsom bruksformål, søn-/helligdag
Vei	$L_{den}$ 55 dB	$L_{5AF}$ 70 dB	-		
Bane	$L_{den}$ 58 dB	$L_{5AF}$ 75 dB	-		
Flyplass	$L_{den}$ 52 dB	$L_{5AS}$ 80 dB	-		
Industri med helkontinuerlig drift	Uten impulslyd: $L_{den}$ 55 dB Med impulslyd: $L_{den}$ 50 dB	$L_{night}$ 45 dB $L_{AFmax}$ 60 dB			
Øvrig industri,	Uten impulslyd: $L_{den}$ 55 dB og $L_{evening}$ 50 dB Med impulslyd: $L_{den}$ 50 dB og $L_{evening}$ 45 dB	$L_{night}$ 45 dB $L_{AFmax}$ 60 dB	-	Uten impulslyd: $L_{den}$ 50 dB Med impulslyd: $L_{den}$ 45 dB	Uten impulslyd: $L_{den}$ 45 dB Med impulslyd: $L_{den}$ 40 dB
Havner og terminaler	Uten impulslyd: $L_{den}$ 55 dB Med impulslyd: $L_{den}$ 50 dB	$L_{night}$ 45 dB, $L_{AFmax}$ 60 dB			
Motorsport	$L_{den}$ 45 dB	Aktivitet bør ikke foregå	$L_{5AF}$ 60 dB		
Skytebaner	$L_{den}$ 35 dB	Aktivitet bør ikke foregå.	$L_{AFmax}$ 65 dB		
Vindturbiner	$L_{den}$ 45 dB	-	-		
Nærmiljøanlegg	$L_{AFmax}$ 60 dB				

Figur 3.1 Tabell 3 fra T-1442 [5]

### 3.3.2 Støyreducerende tiltak

Hvis det blir behov for støyreducerende tiltak vil det bli tiltak som grovt sett kan deles opp i to hovedkategorier, henholdsvis:

- Arbeidsmetodikk og vektlegging av støysvake prosesser
- Oppsetting av støyskjerm lokalt sammen med fasadetiltak, eller støyskjerming rundt deler av anlegget

### 3.3.3 Stille områder

For stille soner er det angitt følgende definisjoner av støysonene:

- Stille sone  $L_{den} = 50$  dB gjelder for stilleområder i by / tettsted, større sammenhengende grønnstrukturer i tettsteder.
- Stille sone  $L_{den} = 40$  dB gjelder for stille områder utenfor by / tettsted, nærfriluftsområder, bymarker.

Alternativene for plassering av hensettingsanleggene ligger i Barkåkerområdet nær hovedsporet mellom Skoppum og Tønsberg. Det medfører at vesentlige deler av områder avsatt til hensetting allerede ligger innenfor støysoner fra togtrafikk på hovedsporet.

Det er ikke avsatt stille områder i kommuneplanens arealdel [12], men kommuneplanens temakart for støy angir likevel alle områder utenfor røde og gule soner som hvite soner, med følgende bestemmelse: «Nye tiltak skal ikke medføre økt støybelastning for grønnstruktur innenfor hvit sone ( $< 55$  dB  $L_{den}$ )».

Alternativene i Barkåker nord ligger nær arealer som brukes hyppig til rekreasjon og friluftsliv. Virksomheten på hensettingsanlegget foregår i hovedsak på sen kveld, på natt og på tidlig morgen. Det

forventes derfor ikke at aktivitet på hensettingsområdet vil komme i konflikt med bruk av friluftsområder, da friluftsområdene i hovedsak er i bruk på dag og tidlig kveldstid.

Beregning for stille soner i henhold til definisjon i veileder T-1442 er ikke utredet. Dette begrunnes med at det i kommuneplanen for Tønsberg kommune ikke er avsatt områder for stille soner og at forventet bruk av områder med stille soner ikke samsvarer i tid med støy som oppstår på grunn av aktiviteten på hensettingsanlegget, samt at støybidrag fra hensetting ikke strekker seg utover støybidrag fra togtrafikk på dobbeltspor.

### **3.4 Referansesituasjonen**

Det er ikke utført støysimulering for referansesituasjonen. I henhold til planprogrammet [4] er det for de prissatte konsekvensene, kun de beslutningsrelevante forskjellene mellom de ulike alternativene det er vesentlig å analysere.

### **3.5 Planprogrammet**

Det er utført støyberegninger i henhold til planprogrammet [4]. Støyutredning for hensettingsanlegget skal inneholde følgende emner:

Konsekvenser med hensyn til støy skal beregnes. Dette innebærer kartlegging og vurdering av følgende:

- Det skal beregnes antall bygninger med boligformål og andre typer bygninger med støyfølsom bruk i gul og rød støysone
- Støysonekartene med tilhørende opptelling av bygninger benyttes som grunnlag for kostnadsvurderinger for støydempende tiltak ved hensettingsområdet og eventuelt ved boliger i influensområdet. Behov for og endelig utforming av avbøtende tiltak for å redusere støyulempen for bebyggelse som ligger innenfor gul eller rød støysone skal vurderes og omtales i neste fase, reguleringsplanen

For støysimuleringer skal det benyttes godkjent beregningsmetode for industristøy (Nordisk beregningsmetode for Industristøy [6] og ISO 9613-2:1995) samt Nordisk beregningsmetode for skinnegående trafikk (Nord96) [7]. Gule og røde støysoner skal tegnes inn på kart i henhold til Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442/2016) [5] med grenseverdier som gjelder for enten skinnegående trafikk eller terminaler. Støykostnadene beregnes ut fra antall boliger hvor beboerne er innenfor gul og rød sone. Erfaringstall vil benyttes for å vurdere kostnadene.

## 4 BEREGNINGSFORUTSETNINGER

### 4.1 Trafikktall

#### 4.1.1 Trafikktall

Tilbudskonseptene for Vestfoldbanen [1] inneholder informasjon om kjøring av antall tog inn og ut av hensettingsområdene.

Det er angitt to tog per time i tre timer inn på hensettingsanlegget på kveld (avslutningen av driftsdøgnet) og tre timer ut av hensettingsanlegget på morgen (starten på driftsdøgnet) i T2024IC, T2027IC og T2031IC, mens det tilsvarende for T2050IC angis to tog per time i to timer inn på hensettingsanlegget på kveld, tre tog inn på natt, tre tog ut på natt og to tog per time i to timer ut av hensettingsanlegget på morgenen.

Det er forutsatt Flirttog som doble togsett for alle disse bevegelsene, det vil si tog lengde på 212 m. Basert på denne informasjonen er det satt opp forslag til togtrafikkmengde til og fra hensettingsområdet, som vist i Figur 4.1 under.

Time på døgn		Periode	Antall tog pr time	Tilbudskonsept				Togmeter pr tog	T2024IC			T2027IC			T2031IC			T2050IC		
Fra	Til			2	T2024IC	T2027IC	T2031IC		T2050IC	Togmeter			Togmeter			Togmeter			Togmeter	
								212	Dag	Kveld	Natt	Dag	Kveld	Natt	Dag	Kveld	Natt	Dag	Kveld	Natt
20	21	Kveld	Inn				2		-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-
21	22	Kveld	Inn				2		-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-
22	23	Kveld	Inn	2	2	2	2		-	424	-	-	424	-	-	424	-	-	424	-
23	24	Natt	Inn	2	2	2	2		-	-	424	-	-	424	-	-	424	-	-	424
0	1	Natt	Inn	2	2	2	1		-	-	424	-	-	424	-	-	424	-	-	212
1	2	Natt	Inn						-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0
2	3	Natt	Inn						-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0
3	4	Natt	Ut						-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0
4	5	Natt	Ut						-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0
5	6	Natt	Ut	2	2	2	1		-	-	424	-	-	424	-	-	424	-	-	212
6	7	Natt	Ut	2	2	2	2		-	-	424	-	-	424	-	-	424	-	-	424
7	8	Dag	Ut	2	2	2	2		424	-	-	424	-	-	424	-	-	424	-	-
8	9	Dag	Ut				2		0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
<b>SUM pr peric</b>									424	424	1 696	424	424	1 696	424	424	1 696	848	848	1 272
<b>SUM pr døgn</b>									<b>2 544</b>			<b>2 544</b>			<b>2 544</b>			<b>2 968</b>		

Figur 4.1 Tabell som inneholder trafikktall i form av togmeter pr. døgn fordelt på hhv. dag, kveld og natt

#### 4.1.2 Hastigheter

Det er fastsatt følgende verdier for kjørehastigheter på hensettingsanlegget:

- Hastighet inn på anlegget fra hovedsporet: 60 km/t.
- Hastigheten inne på anlegget etter ankomst/sikkerhetsone: 40 km/t.

For å kompensere for støy fra bremsetesting er det beregningsmessig benyttet en hastighet på 60 km/t fram til sporvifta på hensettingsanlegget, se også senere kommentarer vedrørende hastigheter.

#### 4.1.3 Rullende materiell

Pr i dag er det følgende materiell i bruk på Vestfoldbanen:

- Stamruter, dvs timesruter BM74 (Flirt)
- Innsatstog BM70

Det forventes at BM70 blir utfaset for de senere utgavene av tilbudskonseptene. Det er derfor kun Flirt-togene som inngår som kildegrunnlag i utførte støysimuleringer.

## 4.2 Kildestyrke for typiske hendelser

### 4.2.1 Kildedata fra Sundland - Hensettingsstøy

Det er mottatt et internt notat fra Bane NOR [8] som er basert på målinger utført av Brekke & Strand *Akustikk på hensettingsområdet på Sundland i Drammen*. Her er det angitt kildestyrke som lydeffektnivå for ulike aktiviteter på og i tilknytning til sporene ved et hensettingsområde.

Tabell 4.1 Tabell fra [8] - Kildestyrke for støvende hendelser på togsett i forbindelse med rangering

Kilde	Kildehøyde	Lydeffektnivå	Kommentar
Kobling tog	1 meter	115 dBA	Dette er en sammenkobling av tog, skjer en gang for annethvert tog som hensettes.
Ventilasjon – HVAC	4 meter	98 dBA	Av og til går HVAC på maks opp mot 15 minutter ved parkering av tog og/eller ved oppstart før turtallet justeres nedover. 1 ventilasjonsrist på begge sider av toget.
Stille tog	2 meter	74 dBA	Toget gir et lydtrykk på ca. 45 dBA på 7 m avstand fra skroget, snitt av noen målinger er fordelt ut som linjekilde over hele toget.
Sporkryss/skadet skinne	0,5 meter	114 dBA	Det forutsettes at dette skjer to ganger per tog per natt.
Passering	0,5 meter	101 dBA	Tog som passerer i sakte fart forbi, 20 km/t.
Rangering	0,5 meter	94 dBA	Tog manøvreres inn på buttspor.
Stille sporkryss	0,5 meter	98 dBA	Bevegelig kryss i god stand.

Som en kommentar til måleverdiene er det i den tilhørende teksten i [8] skrevet følgende:

*Dette er målinger som er gjort på ett sted ved én anledning. Dataene må derfor brukes med forsiktighet. Det bør gjøres tilsvarende målinger på minst to andre steder i tillegg til at det bør gjøres målinger ved flere anledninger samme sted. Det er på ingen måte gitt at målte verdier et sted kan overføres til et annet sted.*

Per dags dato er dette det beste grunnlaget som finnes for å gjøre beregninger av støy fra hensettingsanlegg.

### 4.2.2 Margin for usikkerhet

Det er kun ett sett med måledata tilgjengelig som kildedata for de fleste kilder som inngår i utførte støy-simuleringer. Det er derfor valgt å legge inn en sikkerhetsmargin på 3 dB for alle kilder i Tabell 4.1 over.

### 4.2.3 Øvrige kilder på hensettingsanlegg

I tillegg til kilder nevnt over skal følgende kilder inngå i anlegget:

- Regulær togtrafikk med lav hastighet – inntil 60 km/t
- Vaskeanlegg for tog plassert på strekket mellom påkopling hovedspor og sporvifte for hensetting. Se prinsippskisse for hensettingsanlegg i *Figur 2.2* i kapittel 2.1
- Støy fra test av bremses på strekket mellom påkopling hovedspor og sporvifte for hensetting

#### 4.2.3.1 Vaskeanlegg

Det er undersøkt forhold som gjelder støy fra vaskeanlegg for tog. En aktuell leverandør som har levert tilsvarende anlegg ved Mantenas anlegg i Skien sier at det ikke er mye støy fra slike anlegg. En annen kilde sier at vaskeanlegget i seg selv støyer mindre enn toget som passerer forbi i en hastighet på ca 1



m/sek i vaskeprosessen. Et slikt anlegg kan bestå av et spyleanlegg med pumper som er bygget inn i et hus og 2 børster pr side av sporet, det vil si i alt 4 børster. Det er opplyst om at det ikke er noe problem å foreta en vanlig samtale tett opptil anlegget. Det er derfor antatt en kildestyrke på anlegget (pr side) som er  $L_w = 80$  dBA med et flatt lydspekter. Med en toghastighet på ca 1 m/s i vaskeprosessen vil et dobbeltsett med lengde 212 m vaskes på ca. tre minutter.

#### 4.2.3.2 Bremsetest

Bane NOR henviser til en rapport fra UIC [9] for kildedata for bremsetest. I Appendix 2 til denne rapporten er vist en tabell med lydeffekt for ulike kildetyper, også bremsetest. Se Figur 4.2 under. Det er angitt et variasjonsområde på lydeffekt fra  $L_{wA} = 77$  dB til 109 dB, det vil si et variasjonsområde på 32 dB. Variasjonsområdet er vurdert til å være for stort til at kildedataene er anvendelig denne sammenheng.

Table 2 Range of sound power levels  $L_{wA}$  deduced from measurements of  $L_{pA,eq}$  in 1 m distance from aggregates [dB(A)]. Duration refers to the approximate time of activity for night time parking of the train given in percent and assuming 8 hours parking duration.

	Standstill	Parked	Sleeping	Preparation	Duration of activity [%]
Air compressor	80 – 93	69 – 93	69 – 78	-	5 – 10
Converter	91	74	72	-	100
Transformer	-	-	70 – 76	-	100
Exhaust valve (no silencer)	-	109	-	-	2
HVAC	74 – 88	62 – 88	52 – 73	81	100
Cooling system fans	72 – 79	61 – 79	60 – 72	78	100
<b>Brake test</b>	-	-	-	<b>77 – 109</b>	<b>2</b>
Cooling system pumps	-	76 – 81	66 – 75	-	100
Air conditioning passenger area	-	67 – 78	65 – 76	-	90

Figur 4.2 Liste med kildedata fra UIC-rapport [9]

Det er begrenset hvor stor hastighet et togsett kan oppnå på en kort strekning. I tillegg er bremsene på et moderne togsett skivebremsere som ikke gir mye støy. Det er derfor antatt at støy fra aktiviteten bremsetest ikke avviker mye fra normal kjøring på sporet. Det er derfor satt en hastighet på 60 km/t for tog i områder hvor det normalt kjøres med 40 km/t, for å kompensere for støy fra bremsetest.

#### 4.2.4 Sporveksler

For Hensetting i Tønsbergområdet er det lagt til grunn følgende avklaring vedrørende sporveksler/bevegelige kryss:

- Sporveksler inne på hensettingsområdet bygges med fastkryss.
- Øvrige sporveksler bygges med bevegelig spiss i henhold til teknisk regelverk sitt «bør krav»:
  - I spesielt støyutsatte områder
  - På baner med aksellaster over 22,5 tonn
  - På baner med høy trafikkbelastning (> 10 MGT / år)
  - I sporveksler med hastighet over 130 km/h (hastighet i hovedspor, ikke avvik)

Det er derfor lagt til grunn sporvekslere med fast kryss i hensettingsområdet. Kildestyrke for fastkryss er hentet fra Tabell 4.1. Verdiene i kildegrunnet er redusert med 3 dB for overgang til ekvivalentnivå.

### 4.3 Driftstid for de ulike kildene

Det er lagt inn mange ulike kilder i støysimuleringene. Driftstidene for hensettingsanlegget er fra sen kveld, på natt og til tidlig morgen. Det er forutsatt at utvendig vasking utføres i det togene passerer på vei til hensetting. Bremsetest er forutsatt utført som en delaktivitet på utkjøring fra anlegget mellom sporvifta og tilkopling til hovedspor.

Basert på forventede kjøretider og opplysninger fra målenotat nevnt over, er det satt opp en oversikt over antall tog inn og ut av anlegget og driftstider for de kildene som er spesielle for hensetting. Driftstider er hentet fra figur 4.1. Tabell 4.2 under viser antall togbevegelser ut av anlegget i forbindelse med bremsetest.

Tabell 4.2 Antall togbevegelser inn og ut av hensettingsanlegg

Kilde	Type kilde i simulering	Antall tog		
		dag	kveld	natt
Kjøring ut fra hensetting 60 km/t til sporvifte pga effekt av bremsetest	Flirt i Togstøy Nor96	4	0	3

Tabell 4.3 under viser driftstider angitt i minutter pr hendelse, for kilder tilknyttet hensetting.

Tabell 4.3 Driftstider for togrelaterte kilder tilknyttet hensettingsanlegg

Kilde	Type kilde i sim	Driftstid (minutter)		
		dag	kveld	natt
K1 Kopling tog	Arealkilde Vertikal	1	1	2
K2 Ventilasjonsrist	Arealkilde Vertikal	5	5	30
K3 Stille tog	Linjekilde	60	60	480
K4 Sporveksel, fast kryss – pr passering	Arealkilde	1	1	1
K5 Passering	Ikke benyttet			
K6 Ranging	Linjekilder	5	5	10
K7 Stille sporkryss	Ikke benyttet			
K8 Togvaskemaskin	Arealkilde Vertikal	0	12	9

### 4.4 Vegetasjon

For flere av alternativene er det skog i områder mellom hensettingsanlegget og nærliggende bebyggelse. Vegetasjon vil normalt kunne gi demping av støy for belter med vegetasjon som har dybde fra 50 meter og oppover.

Til støysimuleringene som er utført benyttes felles nordisk beregningsmetode for industristøy og jernbanestøy. Disse metodene har ikke metodikk for å ta inn demping av støy fra områder med vegetasjon, men lydabsorpsjon som følge av markdemping fra myk mark inngår i simuleringene.

## **4.5 Veitrafikkstøy**

Det er ikke utført beregning av støy fra biltrafikk, da trafikken til og fra anlegget blir relativt liten.

## 5 BEREGNINGSRISULTATER

Det er ikke bare støynivået målt i desibel som avgjør om støy er skadelig (oppleves som forstyrrende) eller ikke. Hvor lenge støyen varer og hvor ofte man blir utsatt teller også. Derfor beregnes støy over tid og oppgis i støyindikatorer [10].

- **Lden** er et ekvivalentnivå («gjennomsnittsnivå») som gjelder for dag-kveld-natt. Ved bruk av Lden vektet all støy i en fire timers kveldsperiode et tillegg på 5 dB, og støy om natten (8 timer) vektet med et tillegg på 10 dB.
- **Lnight / Ln** er et ekvivalentnivå for den 8-timers nattperioden fra 23-07.

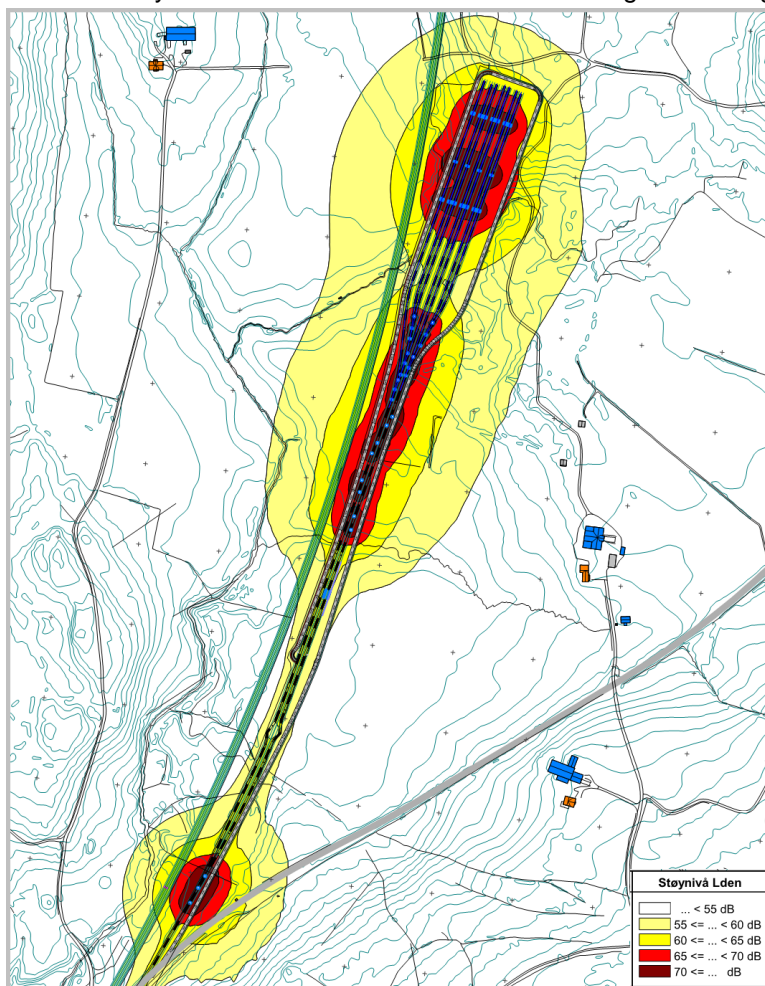
Ekvivalentnivået er et energimessig gjennomsnittlig lydnivå over en gitt periode, det vil si den gjennomsnittlige lydenergien man har vært utsatt for over for eksempel 8 timer eller 24 timer. En dobling av lydenergien tilsvarer en økning i lydstyrken på 3 dB. En dobling av støynivå vil derfor gjøre at påvirkningstiden må halveres dersom ekvivalentnivået skal være det samme.

Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging T-1442 [5] angir grenseverdi både for Lden og Lnight og den strengeste av disse må være oppfylt. For hensettingsanlegg i Tønsbergområdet er Lnight dimensjonerende. I det følgende vises støysonekart for både Lden og Lnight for alle tre alternativene. Boliger er vist med oransje farge i figurene.

### 5.1 Barkåker nord nordlig og sørlig

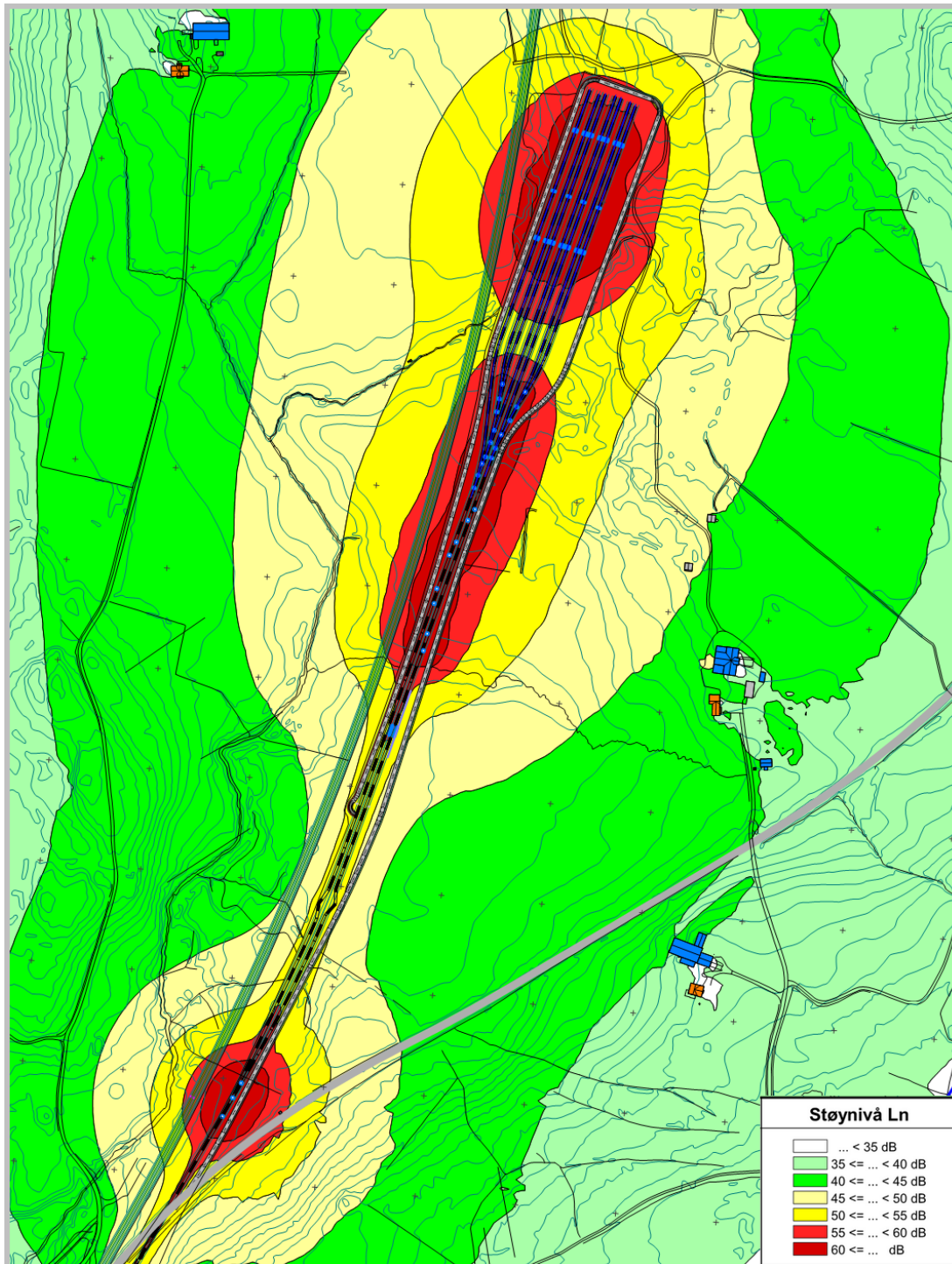
#### 5.1.1 Barkåker nord nordlig

Utsnitt av støysonekart Lden for Barkåker nord nordlig er vist i Figur 5.1



Figur 5.1 Utdrag av støysonekart for døgn, Lden, for Barkåker nord nordlig

Det er i tillegg til døgnbasert nivå (Lden) utarbeidet støysonekart for natt (Lnight / Ln). Der vurderes støynivå på natt opp mot grenseverdien angitt i kapittel 3.3.1. Beregningsresultat vises i figur 5.2.



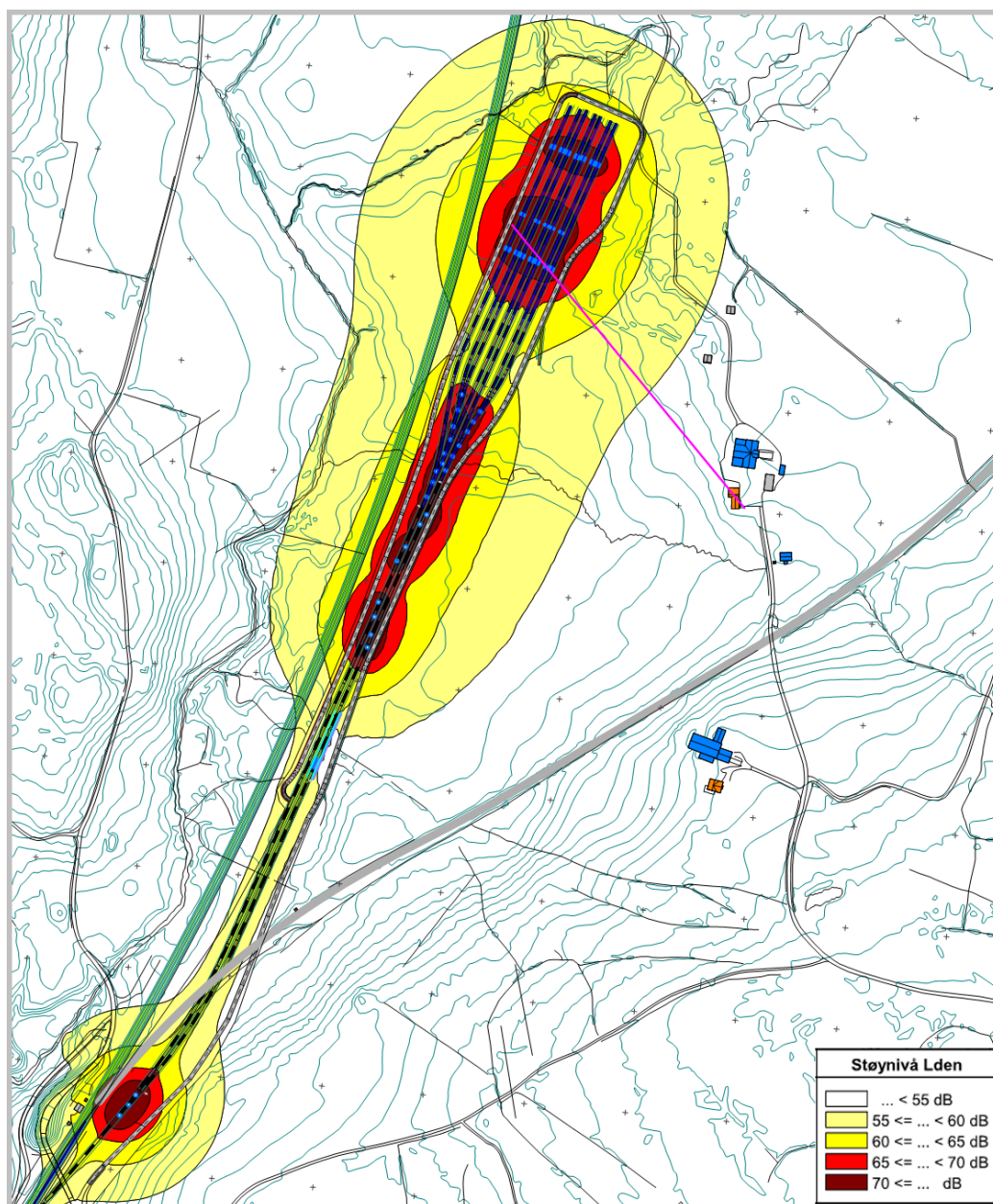
Figur 5.2 Utdrag av støysonkart for natt, Lnight / Ln, for Barkåker nord nordlig

Det er to boliger i nærheten av anlegget. Ingen av disse ligger innenfor gul sone for tiltaket (Lden), eller over grenseverdien for natt (Lnight), da sone for natt ikke berører nærliggende boliger. Det er ikke behov for skjermingstiltak i dette alternativet. Etter en faglig vurdering basert på gjeldende støygrenser vil denne plasseringen gi tilfredsstillende forhold for de to boenhetene i driftssituasjon for anlegget. De største bidragsyttere til støynivå ved bolig er kopling av tog og ventilasjonsrister på tak av togene.

### 5.1.2 Barkåker nord sørlig

Utsnitt av støysonekart for Lden for Barkåker nord sørlig er vist i Figur 5.3 under. Det er to boliger i nærheten av anlegget. Ingen av disse ligger innenfor gul sone for tiltaket. I Figur 5.3 er det også vist en snittmarkør som en lilla strek som skjærer gjennom hensettingssporene og et bolighus. I linjen for denne markeringen er det laget vertikale snitt med støysonekart. Vertikale støysonekart er presentert og omtalt i kapittel 5.3 under.

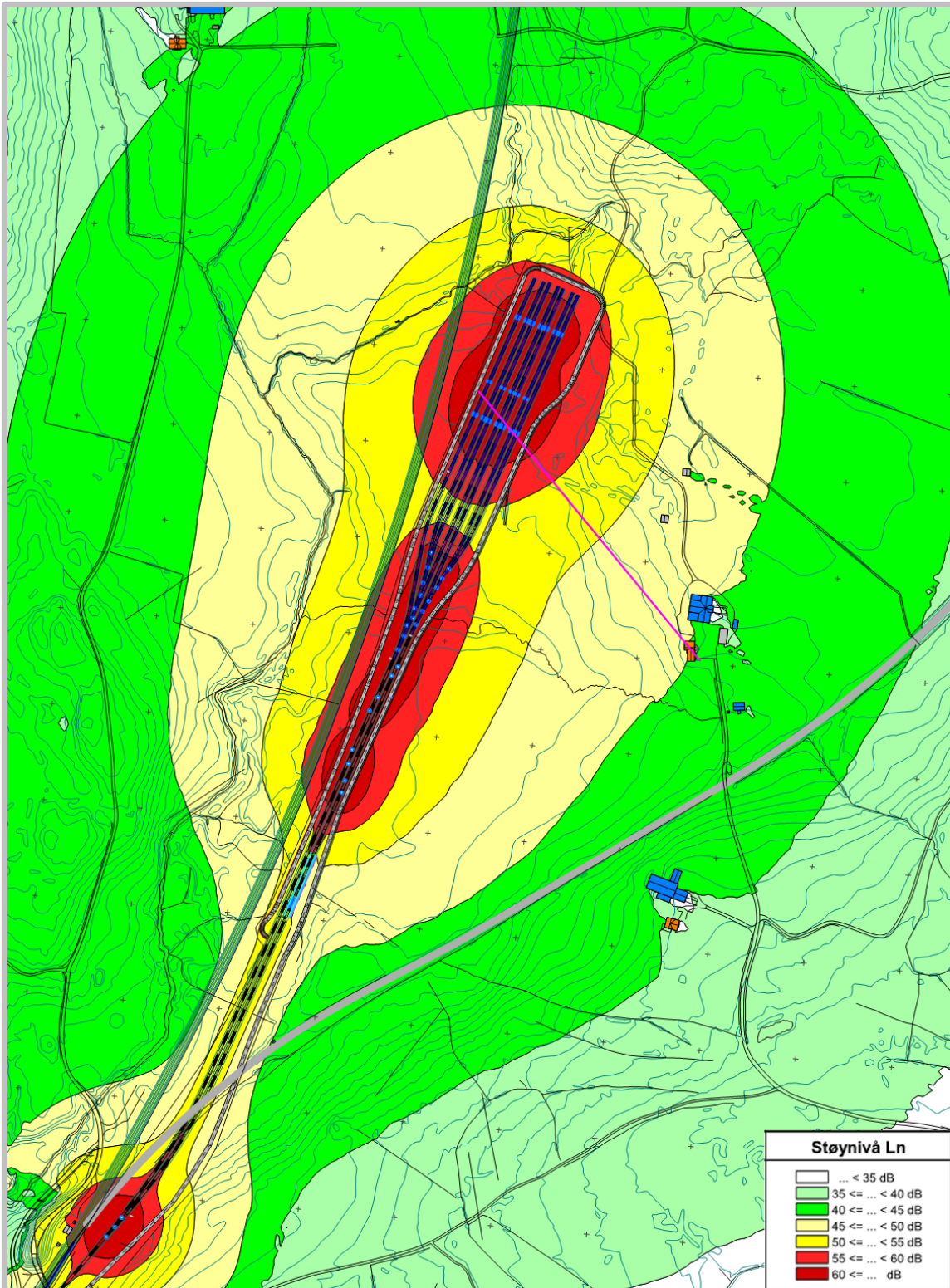
I henhold til støygrenser for Lden vil denne plasseringen gi tilfredsstillende forhold for de to boenhetene i driftssituasjon for anlegget over døgnet.



Figur 5.3 Utdrag av støysonekart Lden for Barkåker nord sørlig

For situasjonen på natt ( $L_{night} / L_n$ ) gir Barkåker nord sørlig overskridelse for en bolig. Se støysonekart i figur 5.4. Det er derfor, i henhold til krav i veileder T-1442 [5], nødvendig med avbøtende tiltak for å unngå for høye støynivåer ved husfasade og uteområder for dette alternativet. De største bidragsyttere til støynivå ved bolig er kopling av tog og ventilasjonsrister på tak av togene.

I vedleggene er disse figurene vist i større format, samt at det også er vist tilsvarende støysonekart hvor det er beregnet støyutbredelse med avbøtende tiltak.

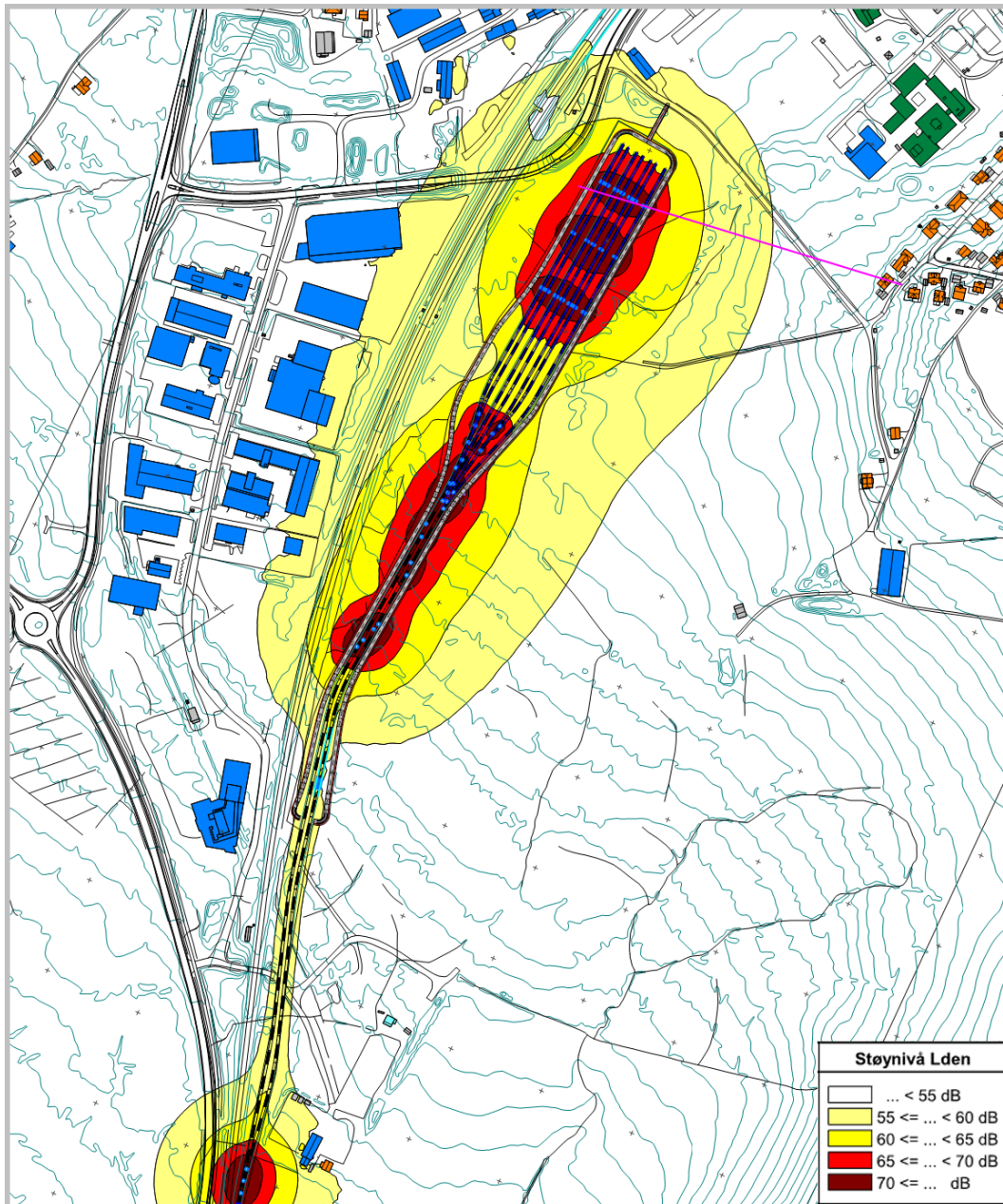


Figur 5.4 Utdrag av støysonekart Ln<sub>night</sub> / Ln for Barkåker nord sørlig

## 5.2 Barkåker sør

Utsnitt av støysonekart for Lden for Barkåker sør er vist i figur 5.5 under. Det er flere boliger i nærheten av anlegget, i retning nord-vestlig, nordlig og østlig retning. Ingen av disse ligger innenfor gul sone for støy over døgnet (Lden) for tiltaket. I Figur 5.5 er det også vist en snittmarkør som en lilla strek som skjærer gjennom hensettingssporene og et bolighus. I linjen for denne markeringen er det laget vertikale snitt med støysonekart. Vertikale støysonekart er presentert og omtalt i kapittel 5.3 under.

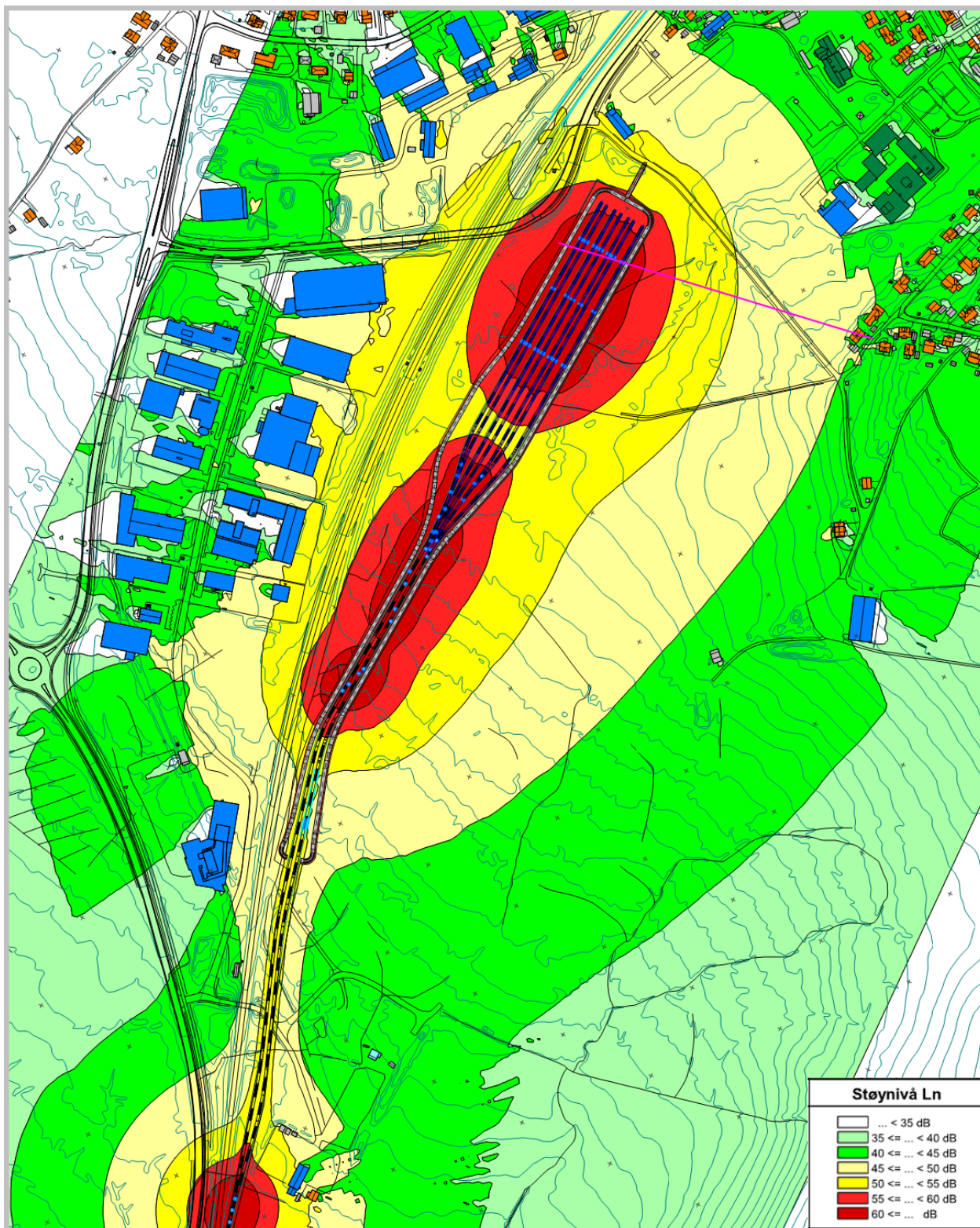
I henhold til støygrenser for Lden vil denne plasseringen gi tilfredsstillende forhold for alle boenhetene i driftssituasjon for anlegget over døgnet.



Figur 5.5 Utdrag av støysonekart Lden for Barkåker sør

For situasjonen på natt (Lnight / Ln) gir Barkåker sør overskridelse for ca. 10 boliger. Se støysonekart i Figur 5.6. De største bidragsyttere til støynivå ved bolig er kopling av tog og ventilasjonsrister på tak av togene. Det er derfor, i henhold til krav i veileder T-1442 [5], nødvendig med avbøtende tiltak for å unngå for høye støynivåer ved husfasade og uteområder for dette alternativet.





Figur 5.6 Utdrag av støysonekart  $L_{night} / L_n$  for Barkåker sør

I vedleggene er disse figurene vist i større format, samt at det også er vist tilsvarende støysonekart hvor det er beregnet støyutbredelse med avbøtende tiltak. Beregningen viser at en områdeskjerm har liten støyreducerende effekt for omkringliggende boliger. Dette omtales nærmere i kapittel 5.3.

## 5.3 Skjermingstiltak

Effekten av støyskjerming avhenger av støyens frekvensspekter og lokale forhold, som terreng, skjermhøyde og plassering i forhold til mottaker. Bolig er vist med oransje farge i figurene.

### 5.3.1 Lden – døgnbasert vurdering

Driftssituasjonen vurdert som ekvivalent støynivå dag-kveld-natt, Lden, gir ikke overskridelser for noen av de tre alternativene for omkringliggende boliger.

### 5.3.2 Lnight / Ln – Støynivå på natt

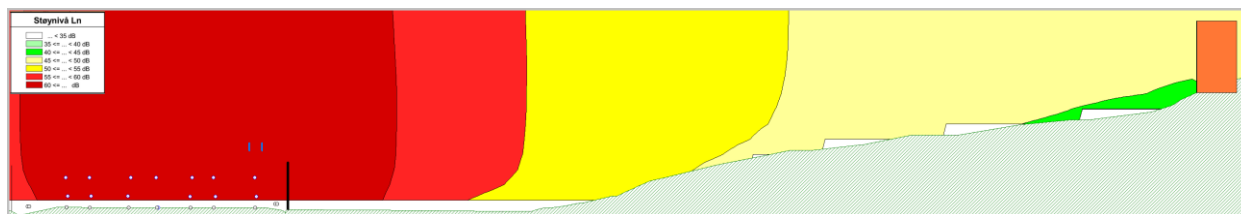
To av tre alternativer (Barkåker nord sørlig og Barkåker sør) gir overskridelser av grenseverdier for støy på natt, Lnight / Ln, for nærliggende boliger. Det er derfor lagt inn støyskjermer langs ytterkant av hensettingsområdet for de to alternativene i beregningsmodellen. Dette er gjort for å kunne vurdere effekten av skjerm langs hensettingsanlegget.

Det er benyttet skjermer med høyde 3,0 m som er plassert på steder hvor de har antatt best effekt. Følgende tiltak er lagt inn og simuleringer er utført for:

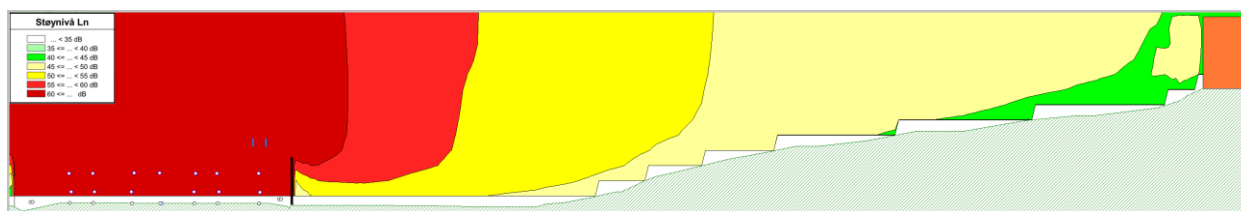
- Barkåker nord sørlig Skjerm med samlet lengde 560 m med plassering øst for anlegget.
- Barkåker sør Skjerm med samlet lengde 470 m med plassering vest, nord, øst for anlegget og øst for sporveksler ved overgang fra to til ett spor i sørenden.

Figur 5.7 og Figur 5.8 under viser et vertikalt støysonekart for Barkåker sør uten og med skjerm ved anlegget. Figurene viser støysonekart som et vertikalt tverrsnitt, det vil si støysonekart satt på kant. Plassering av snittet er vist på en akse som framkommer av lilla strek på Figur 5.6. Høydeaksen Z er multiplisert med 4 i illustrasjonene for bedre å kunne «lese» høydeendringer i det lokale terrenget.

I figurene er støykilder på hensettingsanlegget vist til venstre, og boligene øst for anlegget vist til høyre. Det er liten forskjell på utbredelsen av rød og gul sone for de to figurene under. Likeledes er størrelse på grønn sone ved boligene i høyre ende av figurene relativt liten. Begge disse forhold viser at skjermen har liten støydempende effekt for boligene øst for anlegget.



Figur 5.7 Uten skjerm Barkåker sør. Støysonekart som tverrsnitt, fra hensetting til venstre og østover mot boliger i øst til høyre i figurene - det vil si et tverrsnitt sett fra syd

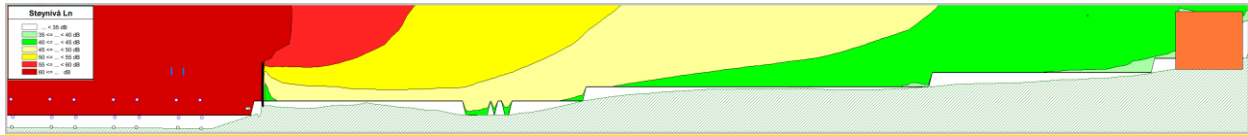


Figur 5.8 Med skjerm Barkåker sør. Støysonekart som tverrsnitt, fra hensetting og østover

Effekten av støyskjerm er mer synlig for Barkåker nord sørlig. Det vises i Figur 5.9 og Figur 5.10. Plassering av snittet er vist på en akse som framkommer av lilla strek på Figur 5.3. Figurene viser som nevnt over støysoner i et vertikalt plan mellom støykilder og bolig for Barkåker nord sørlig. Høydeaksen Z er også her multiplisert med 4 i illustrasjonene for bedre å kunne «lese» høydeendringer.



Figur 5.9 Uten skjerm Barkåker nord sørlig. Støysonekart som tverrsnitt, fra hensetting og østover (sett fra syd)



Figur 5.10 Med skjerm Barkåker nord sørlig. Støysonekart som tverrsnitt, fra hensetting og østover

Gul sone fjerner seg mer fra boligen (til høyre) som vist i nederste figur (Figur 5.10), og det blir mer grønn sone ved boligen. Det er et tydelig tegn på at støyskjermen har en god effekt. Et alternativ til støyskjerm ved anlegget er å utføre støydempende tiltak på bolig.

## 5.4 Sammenstilling Barkåker nord nordlig og sørlig og Barkåker sør

For støy på natt ( $L_{night} / L_n$ ) vil kun Barkåker nord nordlig gi tilfredsstillende verdier uten støyreduerende tiltak.

Det er lagt inn skjermer på alternativene Barkåker sør og Barkåker nord sørlig. Effekt av skjermene er oppsummert under:

- Effekten av skjermer er liten på Barkåker sør, det er ikke mulig å oppnå tilfredsstillende forhold på natt ved hjelp av skjerm.
- Effekten er god på Barkåker nord sørlig. Her er det kun ett hus som har behov for skjerming og det får tilfredsstillende nivåer med skjermingstiltak.

Barkåker nord nordlig er det eneste alternativet som tilfredsstillende alle grenseverdier uten behov for støyskjermingstiltak.

Denne rapporten omtaler resultater av støyberegninger og vurdering av om skjermingstiltak kan ha en positiv virkning for støyutbredelse rundt hensettingsanlegget. Det er også mulig med andre avbøtende tiltak enn skjerm for å tilfredsstille krav i veileder T-1442. Hvilke type tiltak som er mest aktuelle å legge til grunn er omtalt i kapittel 6. Beslutning om type avbøtende tiltak i det alternativet som blir valgt til slutt tas i reguleringsplanfase. I reguleringsplanfasen vil det også gjøres nye støyberegninger av det aktuelle alternativet, da tiltaket vil bli ytterligere optimalisert.

## 5.5 Økt trafikk på dobbeltspor som følge av hensettingstrafikk

Det er i ovenstående beregninger ikke gjort støyvurderinger knyttet til økt trafikk på dobbeltsporet mellom hensettingsanlegget og Tønsberg stasjon som følge av hensettingstrafikken. Det at tomtog må kjøre til og fra Tønsberg stasjon medfører noe økt trafikk sammenlignet med hva som ble lagt til grunn ved planlegging av dobbeltsporet. Herunder følger noen vurderinger av støy fra tomtogkjøring.

### 5.5.1 Forutsetninger for vurderingene

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for vurderingene:

- Det er tatt med alle trafikk tall og kilder fra hensettingsprosjektet som vist i kapittel 4 her
- For hovedsporet er det lagt inn alle trafikk tall som er benyttet på Nykirke – Barkåker (rapport fra 2018); det vil si tall for T2050IC
- Hastighet 200 km/t på Flirt-tog og 200 km/t på BM73-tog for hele strekningen forbi Barkåker tettsted.

- Det er lagt inn en hastighet inntil 200 km/t på tomtog til og fra hensettingsanlegget (tomtog er differensiert geografisk med hastigheter fra 60, via 80, 120, 160 til 200 km/t)
- Det er benyttet støygrenser for togtrafikk, Lden 58 dB (gul) og Lden 68 dB (rød). Støysoner for hensettingsanlegget, som omtalt i kapitlene 5.1 og 5.2 over, er beregnet ut ifra støygrenser for terminal (55 dB/ 65 dB)
- Beregningshøyde er 4 m over terreng

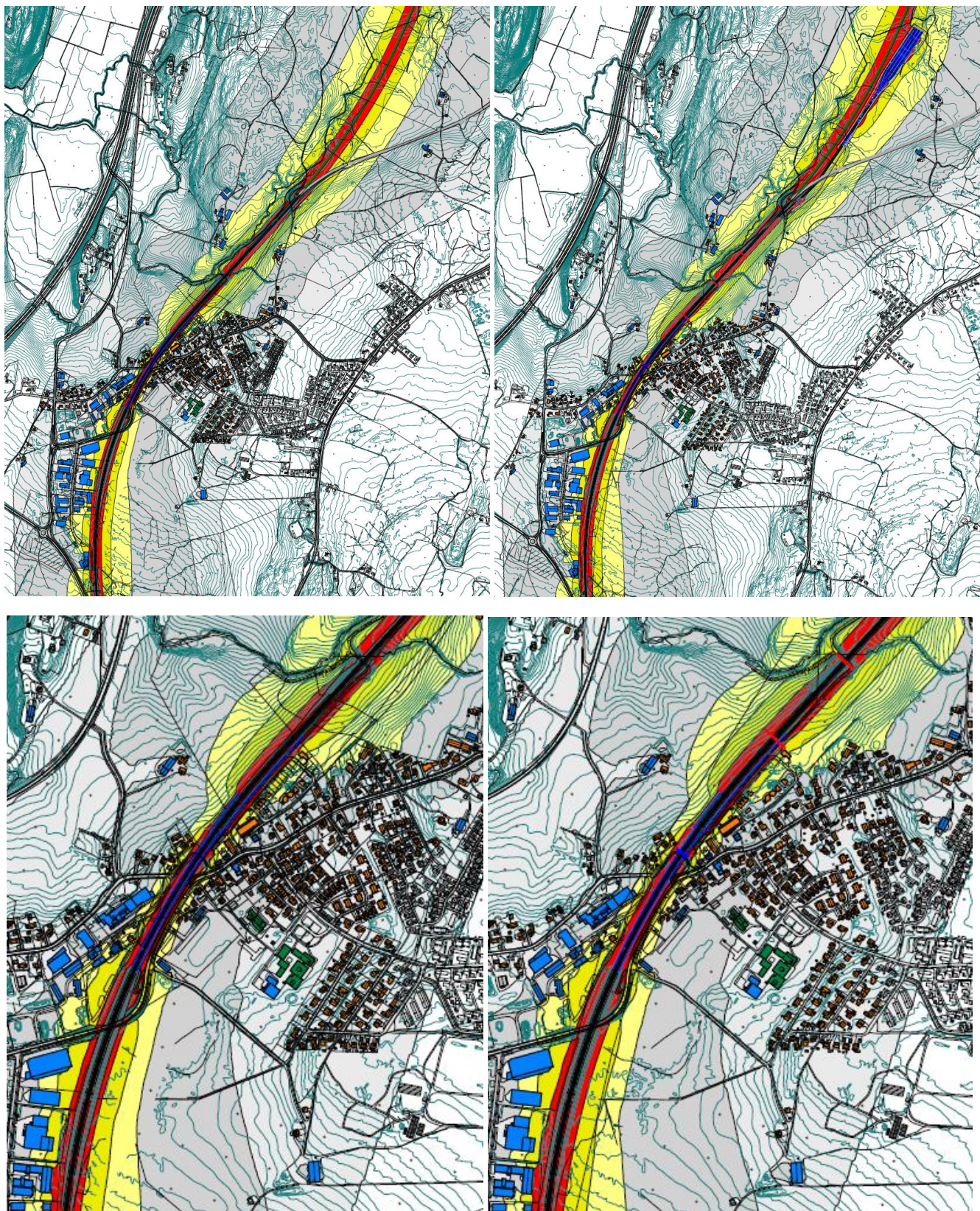
### 5.5.2 Resultater støy langs dobbeltspor

Under, i figur 5.11, vises utdrag av et støysonekart som viser støyutbredelse for virksomheten på hensettingsområdet og kjøring av tomtog alene forbi Barkåker tettsted, og ikke annen togtrafikk på sporet, gitt plassering av hensettingsanlegg ved Barkåker nord (vist med Barkåker nord sørlig). Kilometer per time-angivelser viser tomtogenes hastighet på dobbeltsporet. Beregningene er gjort som gjennomsnitt over døgn (Lden). Hensettingstrafikken på sporet forbi Barkåker bidrar til svært lav støyutbredelse gjennom tettstedet, men den øker noe når hastighet øker, men er fremdeles lav ved 200 km/t.



Figur 5.11 Støy som følge av tomtog mellom hensetting Barkåker nord sørlig forbi Barkåker tettsted.

I figuren under vises forskjellen på støysoner med henholdsvis kun ordinær rutetrafikk på dobbeltsporet og ordinær rutetrafikk sammen med tomtog til/fra hensettingsanlegget.



Figur 5.12

Trafikk som følge av tomtog til og fra hensettingsanlegget bidrar til marginal økning av støy. Beregningene viser at tomtogkjøringen gir en økning i støy på 0-0,5 dB på strekningen forbi Barkåker tettsted sammenlignet med en situasjon med ordinær togtrafikk på strekningen. Økningen på 0-0,5 dB må regnes som svært liten, da en økning i støy først vil være merkbar når forskjellen er på 2-3 dB (se vedlegg 1). I støykartene, vist med utsnitt i figur 5.12, vises også helt marginale forskjeller i støysonene.

## **6 STØYREDUSERENDE TILTAK**

### **6.1 Barkåker nord**

#### **6.1.1 Barkåker nord nordlig**

Isolert sett for hensettingsanlegget alene er det ikke behov for støytiltak grunnet de jernbanetekniske anleggene på hensettingsområdet.

#### **6.1.2 Barkåker nord sørlig**

Støysimuleringer for hensettingsanlegget viser at grenseverdier for støy på natt vil overskrides for én bolig uten støyreducerende tiltak rundt anlegget. For å tilfredsstille grenseverdier kan det enten skjermes med langsgående skjerm øst for hensettingsanlegget eller utføres lokale tiltak på/ved bygning. Et lokalt tiltak kan være installasjon av balansert ventilasjonsanlegg, tette eventuelle passive ventiler og skifte et nødvendig antall vinduer.

Mer detaljert vurdering av støynivåer og avbøtende tiltak vil gjøres i reguleringsplanfase.

### **6.2 Barkåker sør**

Støysimuleringer for hensetting viser at grenseverdier for støy på natt vil overskrides for ca. 10 boliger uten støyreducerende tiltak rundt anlegget. Effekten av skjermingstiltak rundt anlegget er minimal og kan ikke anbefales.

For å tilfredsstille grenseverdier er det i kostnadsestimatet lagt til grunn kostnader for lokale tiltak på boliger hvor overskridelser opptrer. Tiltak vil kunne omfatte utskifting av vinduer, tetting av ventiler og montering av balansert ventilasjonsanlegg.

Mer detaljert vurdering av støynivåer og avbøtende tiltak vil gjøres i reguleringsplanfase.

## 7 VEDLEGG

### 7.1 Vedlegg

#### Vedlegg 1:

1. Fagterminologi for ord og uttrykk relatert til støy (inkludert i dokumentet)

#### Vedlegg 2:

1. Støykart  $L_{den}$  for Barkåker nord - nordlig
2. Støykart  $L_{den}$  for Barkåker nord - sørlig
3. Støykart  $L_{den}$  for Barkåker sør

#### Vedlegg 3:

1. Støykart  $L_{night}$  uten skjermingstiltak for Barkåker nord - nordlig
2. Støykart  $L_{night}$  uten skjermingstiltak for Barkåker nord - sørlig
3. Støykart  $L_{night}$  uten skjermingstiltak for Barkåker sør

#### Vedlegg 4:

1. Støykart  $L_{night}$  med skjermingstiltak for Barkåker nord - sørlig
2. Støykart  $L_{night}$  med skjermingstiltak for Barkåker sør



## 8 DOKUMENTINFORMASJON

### 8.1 Endringslogg

Rev.	Endring
00A	Første utgave 05.04.2019
01A	Revidert etter tilbakemelding 15.05.2019
02A	Revidert etter tilbakemelding 21.06.2019
03A	Revidert etter tilbakemelding og endring parameter 27.09.2019
04A	Revidert etter tilbakemelding om mengde bevegelser 15.10.2019

### 8.2 Referanseliste

- [1] Jernbaneverket 2015. Konseptdokument for InterCity-strekningen  
<https://www.banenor.no/contentassets/44255421d31241ecb3fe860115bb0e31/konseptdokument-for-ic-strekningene.pdf>
- [2] Bane NOR 2018. Detaljregulering for dobbeltsporet jernbane på strekningen Nykirke – Barkåker <https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/vestfoldbanen/nykirke-barkaker/reguleringsplan/>
- [3] Jernbanedirektoratet 2018. Jernbanesektorens handlingsprogram 2018-2029  
<https://www.jernbanedirektoratet.no/no/aktualiteter/2018/handlingsprogrammet-for-jernbanesektoren-20182029-fastsatt/>
- [4] Bane NOR 2019. Planprogram for hensetting i Tønsbergområdet (ICH-30-A-00002)  
(<https://www.banenor.no/contentassets/8c7ca5febcdc4340ab11250c4447b4ba/hensetting-i-tonsborgområdet---planprogram-til-fastsettelse.pdf>)
- [5] Miljødirektoratet, 2016. T-1442/2016 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging.
- [6] Environmental noise from industrial plants, General prediction method, Report no. 32 Danish Acoustical Laboratory - 1982
- [7] TemaNord, Railway traffic noise - Nordic prediction method. Nordic Council of Ministers, 1996
- [8] Målenotat «Målinger av lydeffektnivåer ved hensetting av tog». Notatet er udatert, men måledato er oppgitt til natten mellom 5. og 6. januar 2017. Notatet er utarbeidet av Brekke & Strand akustikk AS for Bane NOR
- [9] UIC report “Managing noise from parked trains”, International Union of Railways, Research project November 2014, Appendix 2, (page 48 of 50)
- [10] <https://www.miljostatus.no/Tema/Stoy/>
- [11] Bane NOR 2020. Planbeskrivelse for hensetting i Tønsbergområdet (ICH-30-A-10701)
- [12] Tønsberg kommune 2019. Kommuneplanens arealdel 2018-2030. PlanID 99008.  
<https://www.tonsberg.kommune.no/plan-bygg-og-eiendom/overordnede-planer-kommuneplan/kommuneplanen-2018-2030/>

**Saksnummer: 201905284**  
**Ref.: ICH-30-A-10601**

**Utgitt** januar 2020, revidert april 2020

**Utarbeidet av** Norconsult AS

**Utgitt av** Bane NOR SF

**Foto** Simen Slette Sunde / Hilde Lillejord / Bane NOR SF

**Postadresse** Bane NOR, Postboks 4350, N-2308 Hamar

**E-post** [postmottak@banenor.no](mailto:postmottak@banenor.no)

05280

Sentralbord/vakttelefon

# Vedlegg 1 Støy – begreper og forklaringer

I det følgende vil det gis en kortfattet forklaring av hva som her menes med lyd, vibrasjoner og strukturstøy. Det vil i tillegg gis eksempler på typiske lydnivåer, for å kunne relatere hverdagslige lydnivåer til grenseverdiene.

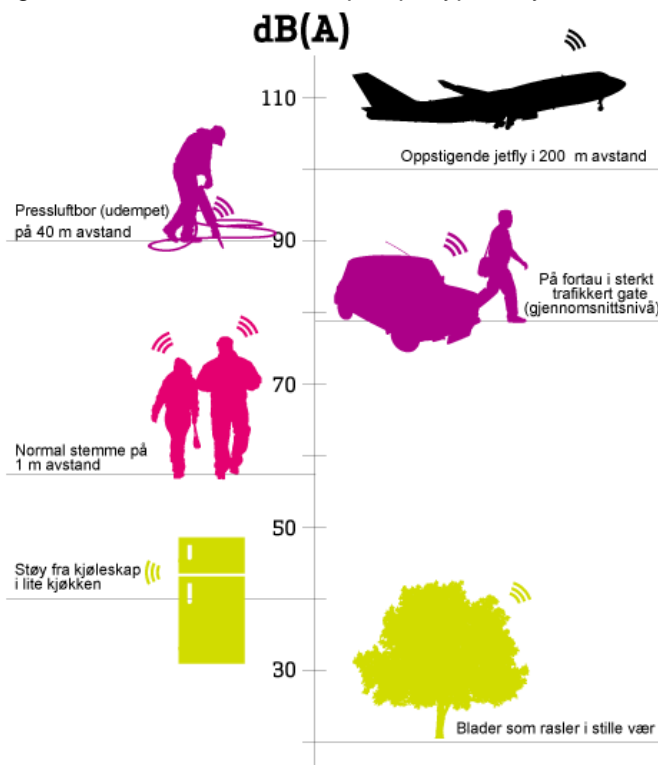
## Hva er lyd?

Lyd er forandringer i lufttrykk og forplantes som bølger i luft. Hastigheten på trykkforandringene defineres ved antall svingninger per sekund og svingehastigheten angis ved frekvens i Hertz (Hz). Lydnivået angir størrelsen på trykkforandringen og måles i desibel (dB) over et frekvensområde. Mennesker kan oppfatte lyd i frekvensområdet fra ca. 20 Hz til ca. 20 kHz. Ørets følsomhet er frekvensavhengig og for å ta hensyn til hvordan mennesker oppfatter ulike frekvenser brukes veiekurver. Normalt brukes A-veing. A-veing er tilpasset menneskets hørsel og tar hensyn til de frekvenser øret er mest følsomt for.

Oppfattelse av lyd er subjektivt og under vises det hvordan en endring i lydnivå oppfattes av mennesker. Det påpekes at selv om lydnivået angis med veiekurve dB(A) så måles en lydnivådifferanse i dB.

1 – 2 dB	Knapt merkbart
3 – 4 dB	Merkbart
5 – 7 dB	Betydelig
8 – 10 dB	Halvering/dobling av lydnivå

Figuren nedenfor viser eksempler på typiske lydnivåer i dB(A) knyttet til hverdagsaktiviteter:



KILDE: Norsk forening mot støy / [www.miljøstatus.no](http://www.miljøstatus.no)

### Sammenligning av relevante grenseverdier mot hverdagslige støykilder

Grenseverdien for A-veid maksimalt lydtryknivå for trafikk i tunnel og kulvert er satt til  $L_{p, AF, \max} = 32$  dB. Det vil si at det høyeste hørbare/målbare strukturstøynivået fra f.eks. en togpassering ikke skal overstige  $L_{p, AF, \max} = 32$  dB. Grenseverdien for innendørs lydnivå fra utendørs kilder  $L_{p, A, 24t} = 30$  dB. Det vil si at gjennomsnittlig innendørs støynivå fra f.eks. en motorvei ikke skal overstige  $L_{p, A, 24t} = 30$  dB i løpet av ett døgn. Til sammenligning er det under gjengitt omtrentlig støynivå for en del elektriske apparater som vanligvis finnes i en bolig. Støynivåene er angitt som gjennomsnittlige støynivåer mens apparatene er i bruk. Maksimalt støynivå fra disse kildene er normalt noen dB høyere.

- 35 – 40 dB(A) – et frittstående kjøleskap
- 40 dB(A) - En støysvak oppvaskmaskin.
- 55 dB(A) - Vaskemaskin under vask.
- 60 dB(A) - En vanlig samtale.
- 75 dB(A) - En vaskemaskin under sentrifugering.

### **Definisjoner på generelle fagtermer for støy**

Under er det vist definisjoner av spesielle fagtermer for støy. Disse er hentet fra dokumentet M-128 som er veiledning til retningslinje for støy i arealplanlegging T-1442

#### **Lydtryknivå ( $L_p$ )**

Når øret vårt oppfatter lyd, vil trykket i lufta variere litt over og litt under atmosfæretrykket. Forskjellen mellom trykket i lydsvingningen og atmosfæretrykket kalles lydtrykket, og betegnes vanligvis med  $p$ . Enheten for trykk er  $N/m^2 = \text{Pascal (Pa)}$ . Øret kan oppfatte trykkvariasjoner helt ned til  $0,00002$  Pa (høreterskel). Ved trykkvariasjoner på  $20$  Pa kjenner vi fysisk smerte i øret. Atmosfæretrykket er ca.  $100\,000$  Pa.

Størrelsen på lufttrykksendringene beskriver lydstyrken (støynivået). For at vi skal høre en lyd, må endringen være minst  $0,000\,000\,000\,2$  ganger normalt atmosfæretrykk (atm), mens ubehagsgrensen for hørselen nås ved  $0,002$  atm. Fordi hørselen har så stor spennvidde, med forholdet  $1:10$  millioner mellom høreterskel og ubehagelig lyd, er det upraktisk å bruke atmosfæretrykket som direkte mål på lydstyrke. I stedet bruker man en desibelskala, som er en logaritmisk skala. Når lydtrykket angis på denne måten, snakker vi om lydtryknivå, som betegnes vanlig med  $L_p$ .

#### **Lydeffektnivå ( $L_w$ )**

Lydbølger representerer en energitransport. Energien leveres av lydkilden. Lydkilden er derfor å betrakte som en energikilde, og karakteriseres ved utstrålt effekt i watt (W). Vanligvis angis imidlertid ikke utstrålt effekt direkte i watt, men som et effektnivå  $L_w$  i dB i forhold til en valgt referanseverdi på  $10^{-12}$  W. For en lydkilde (punktkilde) som står på hard mark og fordeler lyden likt i alle retninger, kan lydeffektnivået  $L_w$  omregnes fra lydtryknivået  $L_p$  målt i en bestemt avstand (R) ved å bruke uttrykket:

$$L_w = L_p + 20 \log R + 8 \text{ dB}$$

Et lydtryknivå på  $92$  dB i  $10$  m avstand tilsvarer altså et lydeffektnivå på  $120$  dB. Lydeffektnivået kan være uveid, eller det kan uttrykkes f.eks. som A-veiet verdi ( $L_{WA}$ ) eller som en oktavverdi. Mens lydnivået alltid gjelder i et visst punkt, for eksempel  $10$  m fra kilden, er lydeffektnivået en entydig, avstandsuavhengig størrelse for kildestyrke.

#### **Ekvivalent lydnivå $L_{pAeqT}$**

Det ekvivalente lydnivået  $L_{pAeqT}$  er et mål på det gjennomsnittlige (energimidlede) nivået for varierende lyd over en bestemt tidsperiode T, for eksempel  $1$  minutt,  $\frac{1}{2}$  time,  $8$  timer,  $24$  timer.

Ekvivalentnivået uttrykker dermed den gjennomsnittlige lydenergien man har vært utsatt for over for eksempel  $8$  timer eller  $24$  timer. En dobling av lydenergien tilsvarer en økning i lydstyrken på  $3$  dB, vil en slik økning medføre at påvirkningstiden må halveres dersom ekvivalentnivået skal være det samme. For eksempel vil et lydnivå på  $50$  dB i  $24$  timer tilsvare  $53$  dB i  $12$  timer, som igjen tilsvarer  $56$  dB i  $6$  timer.

#### **$L_{DEN}$**

$L_{DEN}$  er A-veiet ekvivalent støynivå for dag-kveld-natt (day-evening-night) med  $5$  dB /  $10$  dB ekstra tillegg på kveld / natt. Tidspunktene for de ulike periodene er dag:  $07-19$ , kveld:  $19-23$  og natt:  $23-07$ .  $L_{DEN}$  er nærmere definert i EUs rammedirektiv for støy, og periodeinndelingene er i tråd med anbefalingene her.  $L_{DEN}$ -nivået skal i kartlegging etter direktivet beregnes som årsmiddelverdi, det vil si som gjennomsnittlig

støybelastning over et år. Også i retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging er årsmiddelverdier lagt til grunn.

I forbindelse med støysonkart etter EU-direktivets bestemmelser skal  $L_{den}$  beregnes for en mottakerhøyde på 4 meter og som årsmiddelverdi både med hensyn til støyemisjon / aktivitet og mht værforhold som kan påvirke støyutbredelsen.

I støysonkartlegging etter retningslinjen er også mottakerhøyde på 4 meter anbefalt. Anleggseier kan unntaksvis velge annen beregningshøyde, men det skal da begrunnes hvorfor dette er mest hensiktsmessig. Beregningshøyden skal aldri være mindre enn 1,5 meter. For detaljerte beregninger på/ved enkeltbygninger skal det brukes den mottakerhøyde som er aktuell for den enkelte bygning.

$L_{den}$  skal ved bruk i henhold til denne retningslinjen beregnes uten å regne med refleksjon fra fasaden på den aktuelle bygning man beregner på. Dette vil i praksis si det lydnivå man ville hatt ved fasaden på den aktuelle bygningen, hvis bygningen ikke hadde vært der. Refleksjon fra andre flater (andre bygninger, støttemurer, terrengformasjoner, fjellskjæringer etc.) skal imidlertid regnes med, likeledes bakkedempning.

Ved bruk av tidligere retningslinjer har det for en del av støykildene vært praksis at anbefalte grenseverdier har inkludert et tillegg på 3 dB for fasaderefleksjon. I denne retningslinjen er alle anbefalte grenseverdier angitt uten dette tillegget (som innfallende lydtryknivå).

Hvordan beregnet støyinnivå i  $L_{den}$  slår ut i forhold til beregnet døgnkvivalentnivå  $L_{Aeq24h}$ , vil avhenge av hvordan støykildens aktivitet er fordelt over døgnet.

For eksempel vil en virksomhet som gir et jevnt støyinnivå på  $L_{Aeq24h}$  50 dB resultere i  $L_{den}$ -verdi på 56,4 dB.

En virksomhet som har et støyinnivå på

- $L_{Aeq}$  55 dB på dagtid (07-19)
  - $L_{Aeq}$  50 dB på kveldstid (19-23)
  - $L_{Aeq}$  45 dB på natt (23-07)
  - vil resultere i  $L_{den}$ -verdi på 55 dB.
- Beregninger av denne typen kan gjøres med et eget regneark.

#### **L<sub>NIGHT</sub>**

A-veiet ekvivalentnivå for 8 timers nattperiode fra 23-07 som er definert i EUs rammedirektiv for støy.  $L_{night}$ -nivået skal i kartlegging etter direktivet beregnes som årsmiddelverdi, det vil si som gjennomsnittlig støybelastning over et år. Også i retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging er årsmiddelverdier lagt til grunn.

Kommentarene som er gitt i forhold til  $L_{den}$  gjelder også for  $L_{night}$ .

#### **Maksimalt støyinnivå $L_{MAX}$**

Maksimalt støyinnivå,  $L_{max}$ , er et mål for de høyeste, vanlige toppene i en varierende støy. Mer tilfeldige og lite typiske støytopper blir vanligvis ikke medregnet.

Krav til maksimalt støyinnivå blir først og fremst brukt i nattperioden for beskyttelse mot søvnforstyrrelser. I tillegg gis det i mange tilfeller maksimalstøykrav for kilder hvor maksimalstøyhendelser er svært viktig for opplevd plage (plagegrad).

$L_{max}$  er svært følsomt for hvordan maksimalnivå defineres, og det finnes flere ulike definisjoner som brukes for forskjellige typer formål. Det viktigste skillet går mellom hvor korte støytopper som måles. Dette bestemmes gjennom valg av tidskonstant. Tidskonstanten "fast" er den som er mest brukt i regelverkssammenheng.

I tillegg til tidskonstantene som er nevnt under har vi også tidskonstanten "peak" som er den absolutt høyeste støytoppen innenfor en kort periode.

**$L_{AImax}$**  er A-veiet maksimalnivå målt med tidskonstant "Impulse" på 35 ms.

**$L_{AFmax}$**  er A-veiet maksimalnivå målt med tidskonstant "Fast" på 125 ms.

**$L_{5AF}$**  er det A-veide nivå målt med tidskonstant "Fast" på 125 ms som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode, dvs et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser.

**$L_{ASmax}$**  er A-veiet maksimalnivå målt med tidskonstant "Slow" på 1 s (1000 ms).

**$L_{5AS}$**  er det A-veide nivå målt med tidskonstant "Slow" på 1 s som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode, dvs et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser.

## Impulslyd

Impulslyd er kortvarige, støtvis lydtrykk med varighet på under 1 sekund.

Definisjonen av impulslyd i retningslinjen er i tråd med definisjonene i ISO 1996-1:2003. Det er her tre underkategorier av impulslyd:

- "high-energy impulsive sound": skyting med tunge våpen, sprengninger, overlydssmell fra fly og lignende
- "highly impulsive sound": for eksempel skudd fra lette våpen, hammerslag, bruk av fallhammer til spunting og pæling, pigging, bruk av presslufthammer/-bor, metallstøt fra skifting av jernbanelinje og lignende, eller andre lyder med tilsvarende karakteristikk og påtrengende karakter, herunder for eksempel skateboardhopp (finérbane) og slag ved containerløfting
- "regular impulsive sound", eksemplifisert ved slaglyd fra ballspill (fotball, basketball osv.), smell fra bildører, lyd fra kirkeklokker, trykkluftutslipp, bilpassering ved tunnelmunning, vindmølle (pulserende lyd fra vinge), helikopter, lavtflygende militærfly, skinneskjøt, slag fra steinknuser, slag ved brofester og lignende.

For vurdering av antall hendelser med impulslyd fra industri, havner og terminaler i henhold til tabell 1 og tabell 3 i retningslinjen er det hendelser som faller inn under kategorien "highly impulsive sound" som skal telles med. Ved mer detaljert vurdering etter ISO 1996-1:2003 og Nordtest-metode NT ACOU 112 bør all impulslyd tas i betraktning.

## Støy

Støy er definert som uønsket lyd. Hva som er uønsket lyd, vil variere fra person til person, og fra situasjon til situasjon. Det som er ønsket lyd (vellyd) i et tilfelle kan være støy i et annet tilfelle. Spiller naboen høy musikk når du skal sove, vil du trolig definere dette som støy. Dersom du selv spiller høy musikk som du liker, oppfatter du det ikke som støy.

## Bakgrunnstøy

Støy som skyldes andre kilder enn de som skal undersøkes. Måleutstyr har egenstøy som også kan regnes som bakgrunnstøy.

## Frittfelt lydnivå

Med frittfelt eller direktefelt menes når lydbølgene brer seg fra kilden uten å reflekteres. En mottaker i lydfeltet får da lyd bare direkte fra kilden.

## Støysoner

Område rundt støykilde definert ut fra støynivåer gitt i tabell 1. I retningslinjen er det benyttet en soneinndeling med gul og rød sone, der rød sone har de høyeste støynivåene

## Bebyggelse med støyfølsom bruksformål

Bolig, skole, barnehage, helseinstitusjon, fritidsbolig, kirke og andre bygg med religiøs karakter, forsamlingslokale, kontorlokale eller annen bygning med tilsvarende bruksformål. Vær oppmerksom på at i retningslinje T-1442 gjelder grensene for utendørs støynivå ved boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, skoler og barnehager. Lydkravene i byggteknisk forskrift gjelder imidlertid også for andre typer bygninger med støyfølsom bruk, som kontorer og overnattingssteder. Bygninger som skal omfattes av de anbefalte støygrensene må være godkjent av bygningsmyndighetene for det aktuelle formål.

## Frekvens

Frekvensen er definert som antall svingninger (lufttrykksvariasjoner) pr. sekund. Frekvens betegnes med  $f$  og angis i enheten Hertz (Hz). Lyd med høye frekvenser oppfattes av øret som høye toner, diskant. Frekvenser som er høyere enn det vi kan høre, det vil si mer enn 20 000 Hz, kaller vi ultralyd.

Lyd med lave frekvenser oppfattes av øret som basslyd. Frekvenser som er lavere enn det vi kan høre, det vil si mindre enn 20 Hz, kaller vi infralyd. Når en lyd er lavfrekvent har lydbølgene lang bølgelengde. Dette medfører at lavfrekvent lyd er vanskeligere å dempe enn høyfrekvent lyd, og at den lettere spres over lange avstander.

## Veiekurver

De fleste lyder vi hører er sammensatt av mange forskjellige frekvenser. For å kunne beskrive lydnivået til en slik lyd på en enkel måte, må man summere nivået i alle frekvensene til ett tall. Hørselen vår er ikke like følsom for alle frekvensene. Den er best i området for talefrekvensene, dårligere for basslyder og diskantlyder. Det er derfor laget en frekvensveiekurve A som etterlikner ørets følsomhet. Veiekurve A blir i

stor utstrekning brukt når lydets styrke skal bedømmes. A-veid lydtrykknivå i dB betegnes  $L_{pA}$ . Ofte ser man også at dBA blir brukt (dette er imidlertid ikke en standardisert betegnelse).

Veiekurve C demper ikke bass- og diskantlyd i samme grad som veiekurve A, og brukes ofte for å beskrive lavfrekvent lyd. Veiekurve C blir også en del brukt i forbindelse med verdier for maksimalnivå, blant annet i støyforskriftene til arbeidsmiljøloven. Ved høye nivåer fra ca. 100 dB og oppover, beskriver veiekurve C bedre hvordan øret oppfatter de ulike frekvensene enn veiekurve A. C-veid lydtrykknivå i dB betegnes  $L_{pC}$ . Ofte ser man også at dBC blir brukt (dette er imidlertid ikke en standardisert betegnelse).

### Oktavbånd

Et frekvensbånd som har en slik bredde at den høyeste frekvensen i båndet er det dobbelte av den laveste, kalles et oktavbånd. Det er vanlig å samle de ulike frekvenskomponentene av en lyd i oktavbånd.

### Spektrum

De fleste lyder er sammensatt av mange frekvenser med ulike lydtrykknivå. Det er vanlig å angi denne sammensetningen i en grafisk framstilling som viser lydtrykknivået for de enkelte frekvensene. En slik framstilling kalles et spektrum. Et spektrum kan framstilles på mange måter. Figuren viser et eksempel på lydtrykknivå innen et antall frekvensbånd.



Figur 8.1 Spektrum

