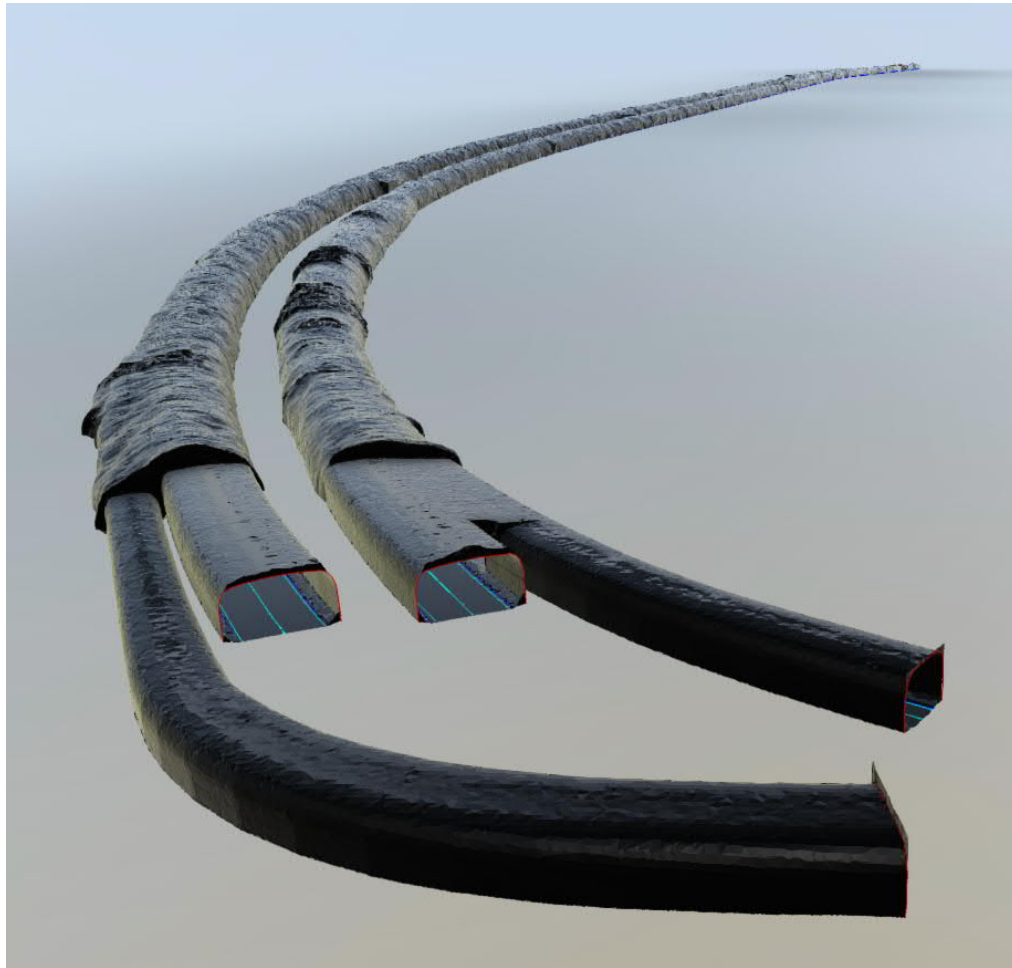

RAPPORT

Støyrapport, bygge- og anleggsfase



Kunde:	Statens vegvesen		
Prosjekt:	Damsgård- og Nygårdstunnelene		
Prosjektnummer:	10216045		
Dokumentnummer:	RIAKU01	Rev.:	01
Arkivnummer SVV:	20/144475		

Sammendrag:

Rapporten gir prognose for støy fra anleggsarbeid ved oppgradering av Nygårdstunnelen og Damsgårdstunnelen, og anbefaler avbøtende tiltak. Vurderinger er gjort for støy fra installering av oppheng av tekniske installasjoner langs hele tunnelenes lengder, etablering av nisjer for tekniske rom inne i tunnelene, og bygge- og anleggsarbeid i dagsoner på begge sider av Damsgårdtunnelen.

- Strukturlyd fra boring og pigging for utvidelse av Nygårdstunnelen kan gi innendørs støynivå over anbefalt grenseverdi i overliggende boliger. Varsling og informasjon anbefales at gis til et utvalg adresser listet i rapporten, og videre oppfølging av de nærmeste adressene bør utføres. Alternativt oppholdssted kan være aktuelt tiltak for de nærmeste adressene.
- Strukturlyd fra boring og pigging for utvidelse av Damsgårdstunnelen er ikke forventet å gi overskridelse på anbefalte grenseverdier.
- Strukturlyd fra boring for oppheng av tekniske installasjoner er i hovedsak ikke forventet å gi overskridelser på anbefalte grenseverdier, men både i Nygårdstunnelen og Damsgårdstunnelen er det boliger med mindre enn 20 m overdekning til tunnelen som bør varsles spesielt.
- Støy fra anleggsarbeid utenfor Damsgårdstunnelen vil gi overskridelser ved nærmeste boliger, både ved munning vest og ved munning øst. Det anbefales at arbeidet utføres på dag (kl. 07-19) og at pigging begrenses til kl. 07-17. Dersom dette anleggsarbeidet må skje på kveld eller natt må spesiell varsling og informasjon gis til et utbredt område og behov for alternativt overnattingssted kan oppstå for de nærmeste boligene.
- Det kan vurderes å avtale faste tidsintervall for sprenging for å gi forutsigbarhet for naboer.

Rapporteringsstatus:

- ☒ Endelig
☐ Oversendelse for kommentar
☐ Utkast

Utarbeidet av: Marita Sørbø	Sign.:
Kontrollert av: Sigrid Katharina Meyer	Sign.:
Prosjektleder: Gry Helle Prytz	Prosjekteier: Terje Schutz Pettersen

Revisjonshistorikk:

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av
01	21.9.2022	Mindre omformuleringer	nojenl/nosorb	nomeye
00	8.4.2022	Første utsending	nosorb	nomeye

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Planlagt arbeid.....	4
2.1	Arbeid i tunnel	5
2.2	Arbeid i dagen.....	6
3	Forutsetninger og metode.....	7
3.1	Støykilder anleggsarbeid utenfor tunnel.....	7
3.2	Støykilde i tunnel.....	7
3.3	Støykilde vegtrafikk	7
3.4	Beregningsmetode luftoverført støy.....	8
3.5	Metode strukturlyd.....	8
4	Resultat	9
4.1	Støynivå fra arbeid utenfor tunnel.....	9
4.1.1	Støynivå fra arbeid utenfor tunnel, Damsgårdstunnelen, munning vest	9
4.1.2	Støynivå utenfor tunnel, Damsgårdstunnelen, munning øst.....	12
4.1.3	Avbøtende tiltak	15
4.2	Strukturlyd ved utvidelse av tunnel	15
4.2.1	Damsgårdstunnelen	15
4.2.2	Nygårdstunnelen	16
4.3	Strukturlyd ved boring for oppheng av tekniske installasjoner	17
4.4	Sprenginger	19
5	Konklusjon	19
6	Referanser	20
7	Vedlegg	21
	Vedlegg 1 Lyduttrykk	22
	Vedlegg 2 Krav og retningslinjer.....	23
	Vedlegg 3 Liste over adresser, Nygårdstunnelen.....	25

1 Innledning

Sweco Norge AS har på oppdrag fra Statens vegvesen utført prosjektering av tunneloppgradering av Rv. 555 Damsgårdstunnelen og Nygårdstunnelen. Oppgraderingen gjelder i hovedsak elektriske og styringstekniske installasjoner i tunnelene, utvidelse av tunnel for stopplomme og tekniske bygg inne i tunnelene og ombygging/etablering av magasin og tekniske bygg på utsiden. Arbeidet vil medføre støyende arbeid i begge tunnelene og også utenfor munningene til Damsgårdstunnelen, og en støyutredning av anleggsfasen er derfor nødvendig.

Lydduttrykk brukt i rapporten er forklart i Vedlegg 1.

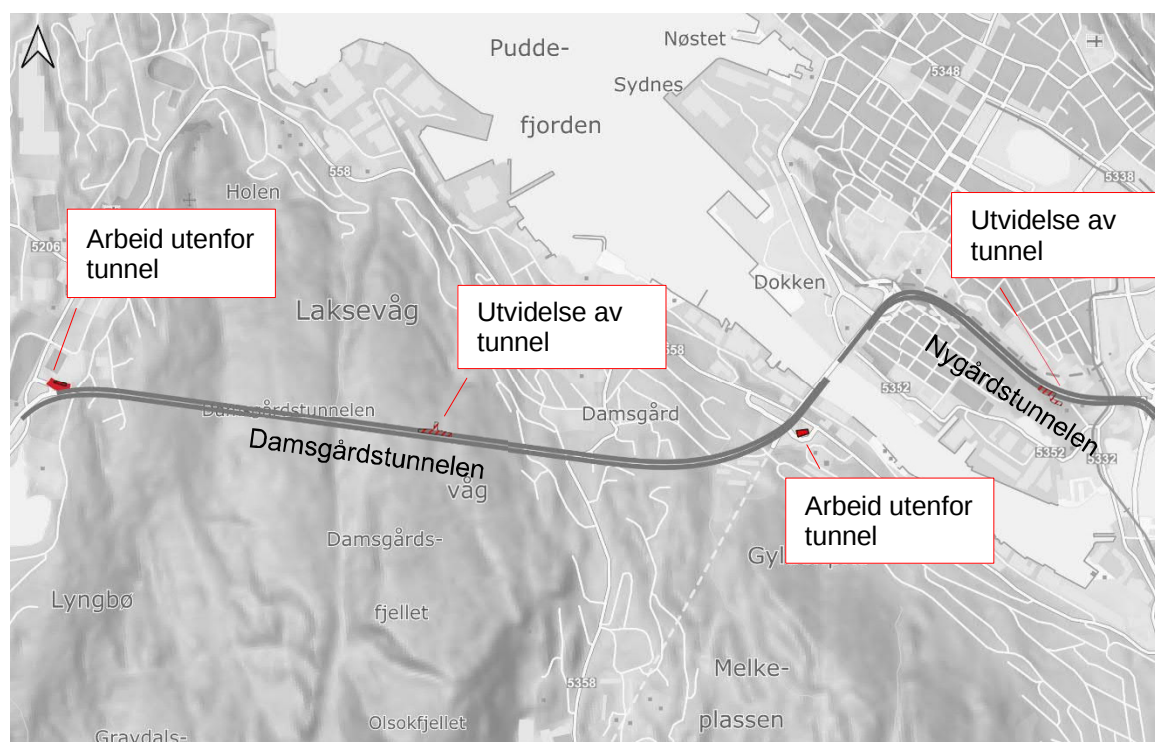
Krav og retningslinjer er beskrevet i Vedlegg 2.

Underlag:

- Tverrfaglig modell utarbeidet av Sweco
- Digitalt kart over området med 1 m kotehøyde.

2 Planlagt arbeid

Både Damsgårdstunnelen og Nygårdstunnelen skal oppgraderes. Tunnelarbeidet består i riving og installasjon av tekniske installasjoner langs hele tunnellengdene, men det skal også tas ut noe berg i begge tunneler, samt etableres og bygges om sedimenteringsmagasin utenfor Damsgårdstunnelen, se markering i Figur 1.



Figur 1. Oversiktskart over tunnelene.

Anleggsarbeidet utenfor Damsgårdstunnelen vil innebære noe støyende arbeid ved boring, pigging og sprenging i tillegg til generelt anleggsarbeid.

Arbeidet som skal utføres er videre detaljert og differensiert mellom inne i tunnel og utenfor tunnel i de to påfølgende underkapitler.

2.1 Arbeid i tunnel

Damsgårdstunnelen er 2342/2360 m lang med fri høyde 4,5 m (T9,5). Nygårdstunnelen er 865 m lang med 4,5 m fri høyde (T9,5).

Arbeidet som skal utføres i begge tunnelene er riving og fjerning av eksisterende tekniske installasjoner og montering/installasjon av nytt utstyr. Montering av nytt utstyr vil innebære boring i tunnel for oppheng og feste av utstyr. Dette arbeidet vil skje i hele tunnelenes lengde.

I Nygårdstunnelen skal det tas ut berg for utvidelse til ny stopplomme og nytt teknisk bygg skal etableres i eksisterende fjellrom like ved der utvidelsen skjer, se Figur 2. Utvidelsen skjer ved ca. profilnr. 250-300 like under Nygårdsparken og Allégaten 55 (Institutt for fysikk og teknologi).



Figur 2. Rødskravert markering viser hvor Nygårdstunnelen skal utvides for ny stopplomme og teknisk bygg.

I Damsgårdstunnelen skal det tas ut berg for utvidelse av tunnel og rom til teknisk bygg, se rødskravert markering i Figur 3. Utvidelsen skjer ved profil 1150-1200 og det er ingen bygninger direkte over



Figur 3. Rødskravert markering viser hvor tunnel skal utvides og rom for teknisk bygg skal sprenges ut.

Ved uttak av berg i tunnel vil boring og pigging kunne gi strukturlyd til overliggende bygninger. Sprengingen vil kunne oppleves både som ved vibrasjon og lyd.

2.2 Arbeid i dagen

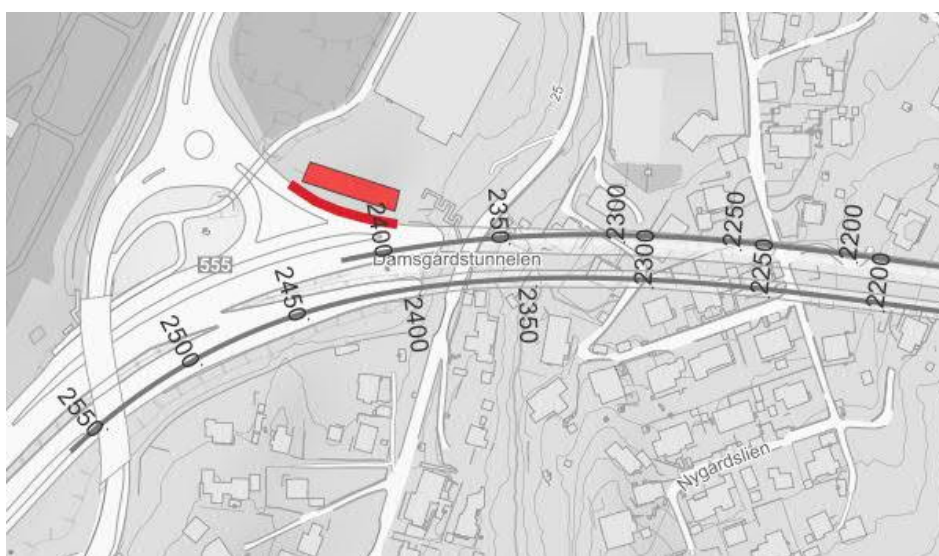
Det skal ikke foregå støyende arbeid i dagen utenfor Nygårdstunnelen.

Utenfor Damsgårdstunnelen øst (Gyldenpris) skal eksisterende sedimenteringsmagasin bygges om. Arbeidet kan innebære noe uttak av berg for å få plass til bassengene, se rødt areal i Figur 4.



Figur 4. Rød markering viser ca. området for ombygging av eksisterende sedimenteringsmagasin like ved den østlige munningen til tunnelen.

Langs Lyderhornsveien utenfor Damsgårdstunnelen munning vest skal det etableres røranlegg og sedimenteringsmagasin, samt nytt teknisk bygg. For å støtte eksisterende veg mens det utføres graving må det også etableres en rørvegg langs vegen, se rød strek i Figur 5. Etablering av rørvegg vil gi støy til nærliggende naboer siden denne bores ned. Dersom det må tas ut berg for å få plass til sedimenteringsmagasin vil dette arbeidet også innebære støy til naboene.



Figur 5. Plassering av rørvegg (rød strek) og nytt teknisk bygg (rødt bygg) langs Lyderhornsveien, like ved den vestlige munning til tunnelen.

3 Forutsetninger og metode

3.1 Støykilder anleggsarbeid utenfor tunnel

Alt arbeid i tunnel må foregå når tunnelen er stengt, dvs. i tidsrommet kl. 2200 – 0530. Arbeid utenfor tunnel skal fortrinnsvis skje på dagtid, kl. 07-19, men arbeid på kveld og natt kan også forekomme

Støyende aktiviteter fra anleggsarbeid utenfor tunnel vil være boring og pigging ved uttak av berg for sedimenteringsmagasinene, og gravemaskin ved generelt anleggsarbeid. Rørveggen utenfor Damsgårdstunnelen vest skal bores ned og arbeidet vil gi støy.

Det forutsettes i beregningene at all lasting av berg fra tunnelutvidelsene skjer direkte til lastebil inne i tunnelene og ikke via mellomlagring utenfor tunnelene. Eventuelle avvik fra dette er ikke beregnet, og forutsettes kun gjennomført unntaksvis.

I beregningene av støy i dagen er det benyttet typiske verdier for lydeffektnivå L_{WA} for de forskjellige støykildene hentet fra støyretningslinjen T-1442s veileder M-128¹ [2]. Effektiv driftsandel i prosent er typiske verdier basert på erfaringstall. Støydata benyttet i beregningen er oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1: Støydata

Støykilde	Lydeffektnivå L_{WA} [dB]	Effektiv driftsandel i arbeidsperioden [%]
Gravemaskin løsmasser	103	50
Gravemaskin stein	114	50
Boring, for sprenging og for rørvegg	118	50
Pigging	122	20

3.2 Støykilde i tunnel

I tunnelene vil boring og pigging ved utvidelse av tunnelene kunne gi strukturlyd til overliggende bygninger. Sprenging i tunnel vil gi vibrasjoner og lyd til overliggende bygninger.

Boring for oppheng av tekniske installasjoner er forventet å gi mindre strukturlyd enn ved boring for uttak av berg, men det er knyttet stor usikkerhet til størrelse.

3.3 Støykilde vegtrafikk

Vegtrafikkstøy ved munningene til Damsgårdstunnelen er beregnet for å kunne kartlegge bakgrunnsstøyen i området.

Trafikktall som er brukt i beregningene av vegtrafikkstøy er hentet fra Nasjonal veidatabank [3] og oppsummert i Tabell 2.

¹ Støyretningslinjens veileder er erstattet av ny veileder, M-2061 [1], men for typiske verdier for lydeffektnivåer vises det fremdeles til M-128 kapittel 7,8 og 9.

Tabell 2: Trafikktall.

Veglenke	ÅDT ₂₀₁₉ [kjt./døgn]	Andel tungtrafikk [%]	Fartsgrense [km/t]
Rv555 Sotraveien	39 800	11	80
Rv 555 Sotraveien, Puddefjordsbroen	50 000	11	60
Fv584 M. Krohns gate	10 000	8	50
Fv540 Løvestakktunnelen	11400	11	60

3.4 Beregningsmetode luftoverført støy

Støynivå fra vegtrafikk ved fasade er beregnet etter gjeldende nordiske beregningsmetode for vegtrafikkstøy [4].

Støynivå fra bygge- og anleggsstøy er beregnet etter nordisk metode for ekstern industristøy [5]. Metoden forutsetter utbredelse i svak medvind, der lyddemping fra vegetasjon og terreng blir svært begrenset.

Beregningene er gjort med beregningsverktøyet CadnaA, versjon 2022. Støysonene er beregnet i høyde 4 m over terreng, representativt for vinduene i en lav 2. etasje. Støynivået ved fasade er beregnet for utvalgte bygg i ulike etasjer.

3.5 Metode strukturlyd

For beregning og estimering av innendørs strukturlydnivå fra boring og pigging i tunnel finnes det per d.d. ingen standardisert metode i Norge (eller i Norden). Strukturlyden kan beregnes teoretisk, men resultatene vil være svært usikre pga. alle faktorene som inngår i overføringen av vibrasjoner slik som avstand, bortype og boremetode, geologi mellom lydkilde og mottaker samt fundamentering og type konstruksjon ved mottaker. Empiriske modeller er derfor utviklet, disse er basert på målinger og gir estimat på strukturlyd avhengig av overdekning til lydkilden.

Der er i beregningene benyttet en logaritmisk tilpasning til norske målinger av strukturlyd fra boring i tunnel [6] [7], avhengig av overdekning. Videre blir det skilt mellom fundamentering på fjell eller fundamentering på løsmasser, der estimat for løsmasser er korrigert ned 5 dB ref. M-128.

Strukturlyd fra pigging benytter samme modell for avstandsdemping, men med et 5 dB høyere resultatnivå (M-128). Estimert strukturlydnivå er sum av støy fra boring og støy fra pigging og gjelder i den etasjen som har kontakt med fundamentet. Støynivået er forventet redusert med ca. 2 dB per etasje.

For arbeid utenfor tunnelene vil luftoverført lyd som regel være høyere enn fra strukturoverført lyd fra anleggsarbeid.

4 Resultat

4.1 Støynivå fra arbeid utenfor tunnel

For vurdering av støynivå fra anleggsarbeid utenfor Damsgårdstunnelen er også bakgrunnsnivået fra vegtrafikk beregnet. Det er antatt at anleggsarbeidet kan utføres når det er trafikk på nærliggende veger, og ved vurdering av tiltak er det derfor relevant å se om bakgrunnsnivået dominerer over støy fra anleggsområdet slik at avbøtende tiltak mot anleggsstøy får lite effekt.

Grenseverdiene for anleggsarbeid er gitt for tidsmidlet støynivå innenfor intervallene dag, kveld og natt. Dersom effektiv driftsandel innenfor et tidsintervall er 50 % blir midlet støynivå 3 dB lavere enn støynivå ved kontinuerlig drift. For å vurdere støynivå mot grenseverdi beregnes derfor tidsmidlet støynivå over gjeldende tidsintervall. For å vurdere opplevd støynivå ved aktivitet, og mot bakgrunnsstøyen, er også støynivå ved kontinuerlig drift beregnet.

Bakgrunnsnivået er høyt på dag, og lavere på kveld og natt pga. variasjonen i trafikk. Ved beregning av støy fra boring og gravearbeid er det antatt lik effektiv driftsandel innenfor tidsintervallet dag/kveld/natt og beregnet tidsmidlet støynivå fra anleggsarbeid blir derfor likt i de tre intervallene. Støy fra boring, pigging og graving er beregnet separat for kontinuerlig og midlet nivå, i tillegg til beregning av samlet midlet støynivå.

4.1.1 Støynivå fra arbeid utenfor tunnel, Damsgårdstunnelen, munning vest

Ved Damsgårdstunnelen munning vest, langs Lyderhornveien, skal det bores ned en rørvegg, graves for sedimenteringsmagasin og bygges nytt teknisk bygg. Rørvegg og teknisk bygg er markert med rød farge i Figur 5.

Beregnet støynivå, 4 m over lokalt terreng, fra boring og gravearbeid er vist i hhv. Figur 7 og Figur 8. Lys oransje farge viser området som vil få overskridelser på anbefalte grenseverdier ved arbeid på natt, oransje farge viser området som vil få overskridelse på natt og kveld og mørk oransje farge viser området som vil få overskridelser ved arbeid også på dag. Fra figurene ser man at boring gir høyere støynivå enn fra graving siden støysonene brer seg lenger ut ved boring. Pigging vil ha sammenlignbart støynivå med boring, men har en strengere grenseverdi pga. impuls karakter. Støynivåene vist her gjelder midlet støynivå.

Støyende anleggsarbeid som boring, pigging og graving vil overskride anbefalte grenseverdier for midlet støynivå ved nærmeste boliger både ved arbeid på dag, kveld og natt. Overskridelser på dag er hovedsakelig aktuelt for nærmeste boliger i området ved Lyngbøveien i sør og vest og Eliasmarken i nord. På kveldstid utvides området med overskridelser, spesielt mot vest, og inkluderer bl.a. Gravdalspollen vest for anleggsområdet. Størrelsen på overskridelsene øker med 5 dB (differanse i grenseverdi for dag og kveld) for boligene med overskridelse på dag. På natt, som har ytterligere 10 dB strengere grenseverdi enn kveldsperioden, øker overskridelsene i de nevnte områdene tilsvarende, og området med overskridelser utvides til å inkludere boliger også på sørsiden av Lyngbøvannet.

For å vurdere hvilke avbøtende tiltak som bør iverksettes ved anleggsarbeid i området er også bakgrunnsnivået fra vegtrafikk beregnet. Figur 9 og Figur 10 viser støynivå fra vegtrafikk på dag og natt.

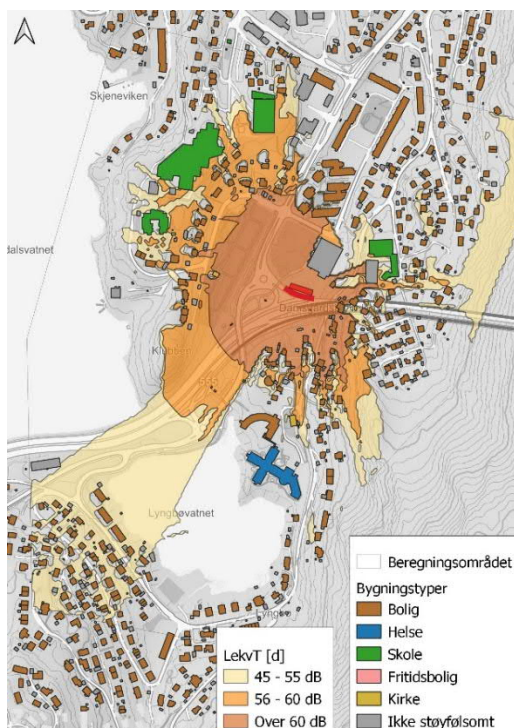
Ved arbeid på kveld og natt, spesielt boring og pigging, vil støy fra anleggsarbeidet i hovedsak være høyere enn bakgrunnsnivået fra vegtrafikk for boliger i Lyngbøveien og Gravdalspollen. For boliger på sørsiden av Lyngbøvannet vil støy fra vegtrafikk fortsatt være dominerende eller av ca. lik størrelse også på natt. Ved arbeid på dag er det avhengig av type arbeid om støyen er høyere eller lavere enn bakgrunnsstøyen. Pigging vil være tydelig høyere enn bakgrunnsnivået, boring kan

være høyere eller sammenlignbart med bakgrunnsnivå, men gravearbeid vil i hovedsak være lavere enn bakgrunnsstøyen. For å vurdere støynivå fra anleggsarbeid ytterligere er støynivå ved fasade til tre valgte adresser beregnet og listet i Tabell 3. Lyngbøveien 52 ligger like over tunnelmunningen, tett på både veg og anleggsområdet, Lyngbøveien 65 ligger sør for veg og anleggsområdet og Gravdalspollen 11 ligger nord for veg og anleggsområdet, se Figur 6.

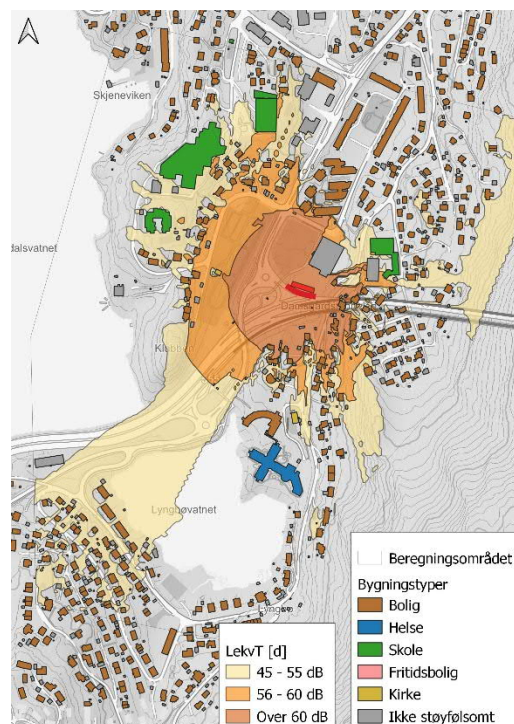
Avbøtende tiltak er beskrevet i kapittel 4.1.3.



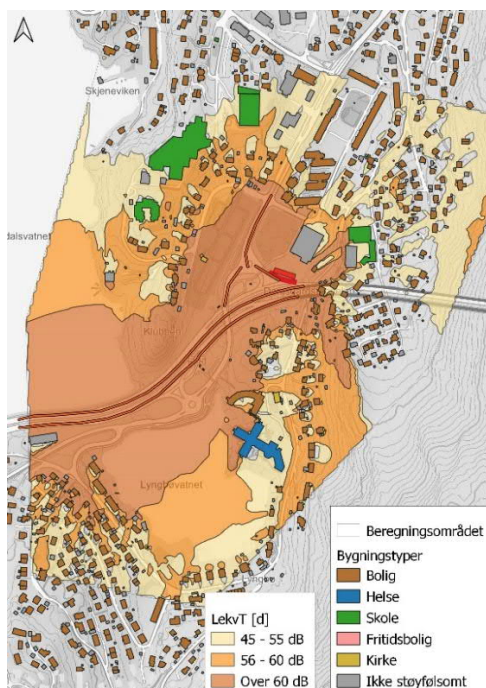
Figur 6. Anleggsområdet ved Damsgårdstunnelen munning vest. Rød strek viser plassering av rørspunt og rødt rektangel viser plassering av sedimenteringsmagasin og teknisk bygg.



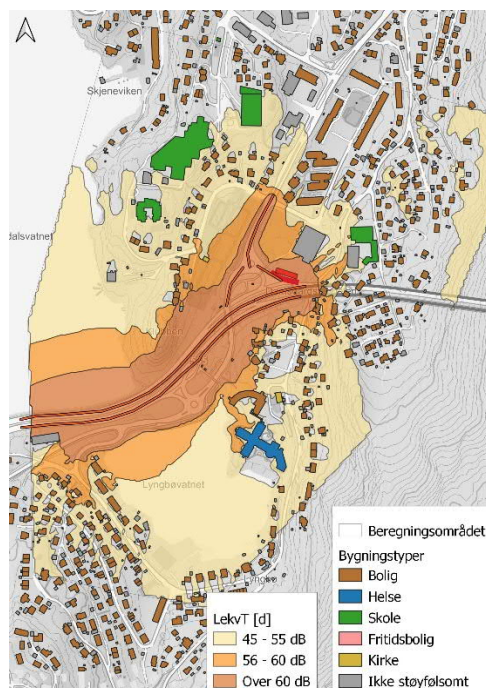
Figur 7. Støynivå, $L_{kv,T}$, fra boring. Lys oransje farge viser området som kan få overskridelser på natt, oransje viser overskridelse på kveld og mørk oransje viser omfang av overskridelse på dag.



Figur 8. Tilsvarende som Figur 7, men for gravearbeid.



Figur 9. Støynivå fra veg på dag, L_d .



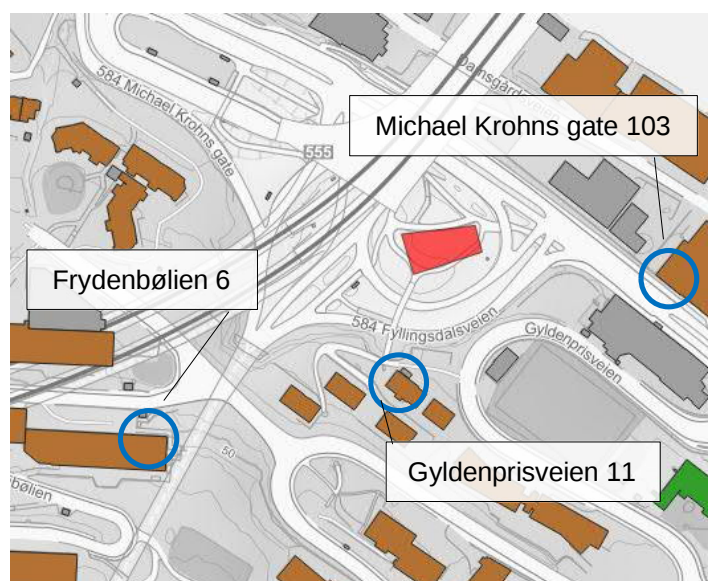
Figur 10. Støynivå fra veg på natt, L_n .

Tabell 3. Bakgrunnsnivå og støynivå ved boring og gravearbeid utenfor tunnel, munning vest. For støy fra pigging (impulslyd) vil grenseverdi skjerpes med 5 dB. Det forutsettes at støyende arbeid med impulskarakter ikke gjennomføres på natt.

Adresser	Tidsmidlet støynivå, $L_{p,A,T}$ (sammenlignes mot grenseverdier)		Støynivå ved kontin. drift, $L_{p,A,eq}$ (sammenlignes mot bakgrunnsstøynivå)			
	Grense- verdi dag/kveld/n [dB]*	Samlet [dB]	Bakgrunnsnivå dag/kveld/natt [dB]	Boring [dB]	Pigging [dB]	Gravearbeid [dB]
Lyngbø- veien 52	60 / 55 / 45	71	68 / 66 / 61	70	75	67
Lyngbø- veien 65	60 / 55 / 45	69	71 / 69 / 64	68	72	65
Gravdals- pollen 11	60 / 55 / 45	62	60 / 58 / 53	61	64	58

4.1.2 Støynivå utenfor tunnel, Damsgårdstunnelen, munning øst

Ved Damsgårdstunnelen munning øst, Gyldenpris, skal det graves og tas ut berg for nye sedimenteringsmagasin, se rød markering i Figur 11.



Figur 11. Anleggsområdet ved Damsgårdstunnelen munning vest. Rødt rektangel viser plassering av sedimenteringsmagasin. Blå sirkler viser adressene hvor fasadenivå er beregnet.

Støynivå fra boring og gravearbeid er vist i hhv. Figur 12 og Figur 13. Alt støyende anleggsarbeid som boring, pigging og graving vil gi overskridelser på anbefalte grenseverdier ved nærmeste boliger ved arbeid på dag, kveld og natt (mørk oransje område, oransje område og lys oransje område).

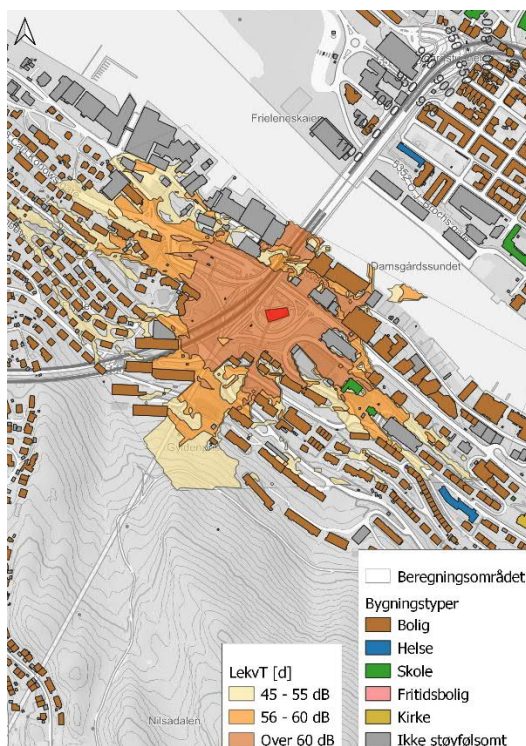
Bakgrunnsnivået fra vegtrafikk på dag og natt er vist i Figur 14 og Figur 15. Ved de nærmeste boligbyggene, Gyldenprisveien 11 (og 15) vil alt anleggsarbeid være høyere enn bakgrunnsnivået,

også på dag. I et større område rundt anleggsområdet vil støy fra anleggsarbeid på kveld og natt være høyere enn bakgrunnsnivået, men på dag vil støy fra anleggsarbeidet være sammenlignbart med bakgrunnsnivået.

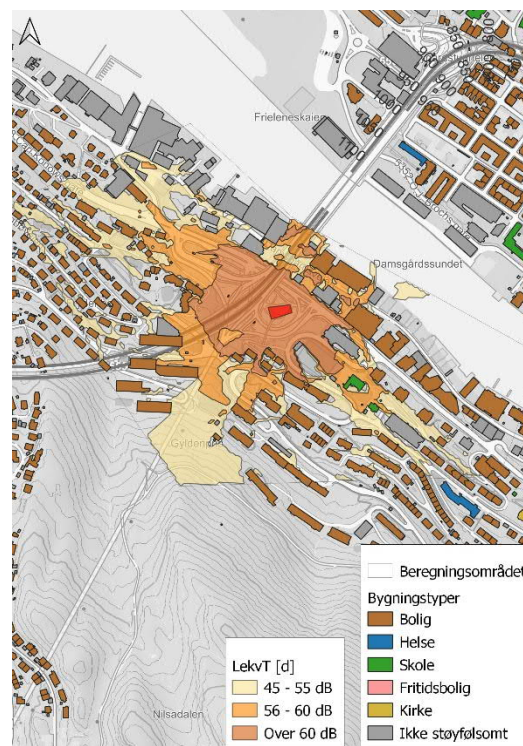
Støynivå ved tre valgte adresser er listet i Tabell 4.

Tabell 4. Bakgrunnsnivå og støynivå ved boring og gravearbeid utenfor tunnel, munning øst. For støy fra pigging (impulslyd) vil grenseverdi skjerpes med 5 dB. Det forutsettes at støyende arbeid med impulskarakter ikke gjennomføres på natt.

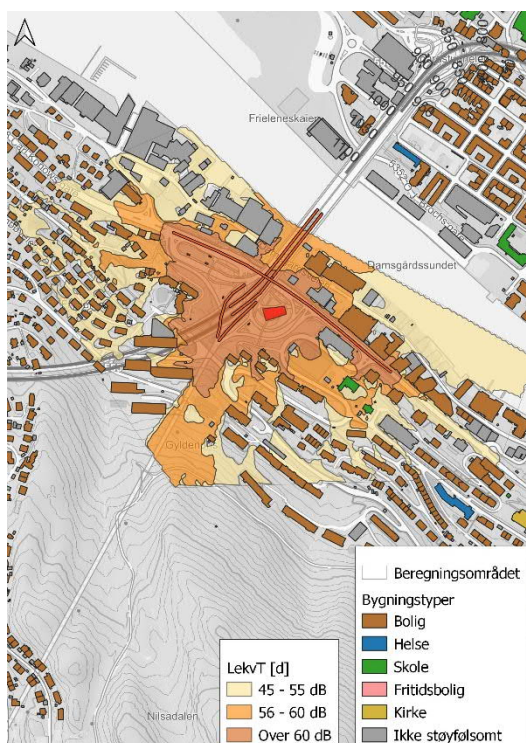
Adresser	Tidsmidlet støynivå, $L_{p,A,T}$ (sammenlignes mot grenseverdier)		Støynivå ved kontin. drift, $L_{p,A,eq}$ (sammenlignes mot bakgrunnsstøynivå)			
	Grense-verdi dag/kveld/natt [dB]	Sanlet [dB]	Bakgrunnsnivå dag/kveld/natt [dB]	Boring [dB]	Pigging [dB]	Gravearbeid [dB]
Michael Krohns- gate 103	60 / 55 / 45	65	68 / 66 / 61	68	72	65
Gylden- prisveien 11	60 / 55 / 45	72	71 / 69 / 64	71	75	68
Frydenbø- lien 6	60 / 55 / 45	63	60 / 58 / 53	62	66	60



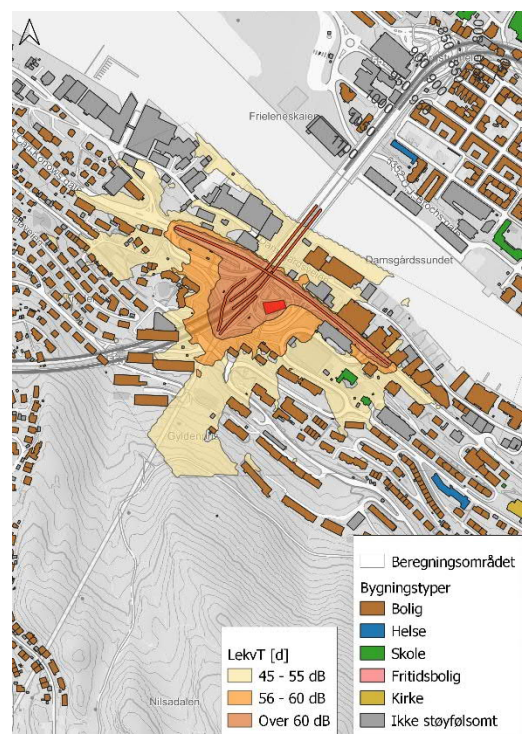
Figur 12. Støynivå, $L_{kv,T}$, fra boring. Lys oransje farge viser området som kan få overskridelser på natt, oransje viser overskridelse på kveld og mørk oransje viser omfang av overskridelse på dag.



Figur 13. Tilsvarende som Figur 7, men for gravearbeid.



Figur 14. Støynivå fra veg på dag, L_d .



Figur 15. Støynivå fra veg på natt, L_n .

4.1.3 Avbøtende tiltak

For alt arbeid anbefales det at naboer er varslet om anleggsarbeidet med informasjon om type arbeid, lengde på arbeid, arbeidstider og kontaktinformasjon.

Det anbefales at anleggsarbeidet ved Damsgårdstunnelen munning vest utføres i dagperioden, kl. 07-19 i den grad det er mulig. Pigging gir vesentlig mer støy enn boring og bør begrenses til kl. 07-17. Begrensning i driftstid er anbefalt foran støyskjerming da støyskjerming er antatt vanskelig å få til pga. lite areal og høydeforskjeller mellom anleggsarbeidet og nærliggende boliger. Arbeidet vil gi overskridelser, men omfanget er begrenset til arbeidet med den ene rørvæggen og muligens noe boring av berg til sedimenteringsmagasinet og dermed av kortvarig lengde. Annet mindre støyende anleggsarbeid, inklusive arbeid med gravemaskin i løsmasser, kan utføres på dag (kl. 07-19) og kveld (kl. 19-23) uten ytterligere avbøtende tiltak.

Ved Damsgårdstunnelen munning øst anbefales det også at anleggsarbeidet utføres på dag i den grad det er mulig. Gyldenprisveien 11 (og 15) vil være spesielt utsatt for støy fra anleggsarbeidet, også på dag, men skjerming kan være vanskelig å få til pga. høydeforskjellen. Det kan forsøkes å sette tette støyskjermer nær støykilden ved utførelse av det mest støyende arbeidet. For at skjermen skal ha effekt må siktlinjen mellom bolig og støykilde være brutt av støyskjermen. Hvis skjerming av kilden ikke er mulig anbefales at pigging også her begrenses til kl. 07-17. Annet mindre støyende anleggsarbeid, inklusive arbeid med gravemaskin i løsmasser, kan utføres på dag (kl. 07-19) og kveld (kl. 19-23) uten ytterligere avbøtende tiltak.

Sprenging i dagsone bør kun utføres på dag.

Dersom sprenging eller støyende anleggsarbeid som boring og pigging må utføres på kveld eller natt må særlig varsling om kvelds- og/eller nattarbeid gis til et større område (alle naboer innenfor ca. radius 300 m). Arbeidet bør begrenses til så få kvelder/netter som mulig og ved arbeid på kveld/natt må god informasjon og varsel gis til berørte naboer. Behov for alternativt overnattingssted kan oppstå for nærmeste boliger.

4.2 Strukturlyd ved utvidelse av tunnel

Usikkerhetene ved estimering av strukturlydnivå fra boring og pigging i tunnel er store. Grovt sett kan man få overskridelser ved arbeid på dagtid ved overdekning mindre enn 40-60 m og på kveldstid ved overdekning mindre enn 80-100 m. Usikkerheten i estimatet blir større ved større avstand, og grensen for når arbeid på natt kan gi overskridelser blir dermed tilsvarende vanskelig å sette. For arbeidet her er 200 m satt som forslag til første oppmerksomhetsgrense. For boliger med mindre overdekning enn 200 m til stedet hvor boring og pigging skjer er sannsynligheten for overskridelser på anbefalte grenseverdier for innendørs støynivå på natt tilstede, og avbøtende tiltak bør iverksettes. Videre kan tiltakene differensieres innenfor intervallet, men det kan bli nødvendig med justeringer underveis i anleggsfasen.

4.2.1 Damsgårdstunnelen

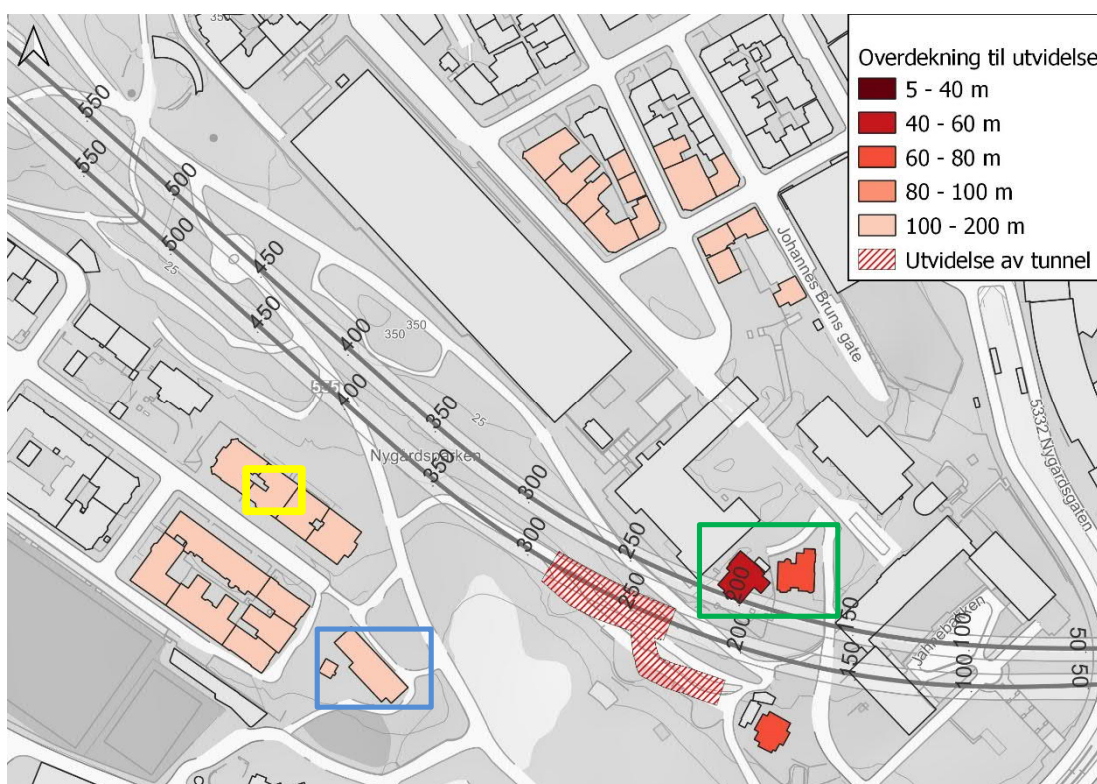
Tunnelutvidelsen i Damsgårdstunnelen ved profil 1150-1200 skjer på høydekote +27 m. Nærmeste boliger over tunnelen ligger på ca. kote +111 m og med horisontal avstand ca. 190 m. Total overdekning er dermed ca. 208 m.

Boring og pigging for tunnelutvidelse i Damsgårdstunnelen kan utføres uten ytterligere avbøtende tiltak enn informasjon og varsling til overliggende naboer.

4.2.2 Nygårdstunnelen

Ved utvidelse av Nygårdstunnelen er det kort overdekning til nærmeste bygninger. Flere av bygningene er undervisnings- og forskningsbygninger hvor man kan anta at boring og pigging på natt ikke er til plage, men det vil være boliger som kan få overskridelser

Bygningene som er markert med rosa og rød farge i Figur 16 er bygg med støvfølsomt bruksformål som har kortere enn 200 m overdekning til utvidelsen, og som derfor kan få overskridelser på anbefalte grenseverdier ved arbeid på natt. Bygningen i blå rektangel er en barnehage som man kan anta ikke blir plaget av arbeid på natt. Boligene i grønt rektangel, Jahnebakken 6 og 8, brukes begge som kontorbygg av universitetet, men er registrert som boliger. Kontorbygg vil ikke bli plaget av arbeid på natt, men dersom de også brukes til boformål så kan beboere bli plaget. Resterende bygninger med farge er boliger, hvorav én bygning er et sykehjem – markert med gult rektangel.



Figur 16. Markering av støvfølsomme bygninger med mindre enn 200 m overdekning til tunnelutvidelse i Nygårdstunnelen. Forklaring på markeringene er gitt i teksten.

Det er 27 adresser, med total 194 registrerte bruksenheter, i byggene med mindre enn 200 m overdekning til arbeidet. Welhavens gate 78 er et sykehjem, dette er markert med gult rektangel.

Alle adressene innenfor 200 m overdekning anbefales at få varsling og informasjon når arbeidet skal skje i tunnel. For Jahnebakken 1, med 72 m overdekning, (og Jahnebakken 6 og 8 dersom det er boenheter i byggene) bør det tilbys alternativt overnattingssted ved behov i perioden med boring og pigging. For de resterende adressene kan også behovet for alternativt overnattingssted oppstå i perioden. Disse kan enten få tilbudet om overnattingssted ved behov eller man kan gi tilbudet til adressene med overdekning f.eks. 150 m eller mindre, og i anleggsperioden ha tett oppfølging og vurdering om tilbudet må utvides til 200 m.

Målinger av innendørs støynivå fra strukturlyd i utvalgte bygg i anleggsperioden kan redusere noe av usikkerheten i estimatet, men er krevende å utføre. Behov for måling vurderes underveis i prosjektet.

Vedlegg 3 lister alle adresser med overdekning mindre enn 200 m til tunnelutvidelsen og gir også antall bruksenheter ved adressene. Tabellen er sortert etter overdekning.

4.3 Strukturlyd ved boring for oppheng av tekniske installasjoner

Ved boring av oppheng for tekniske installasjoner brukes mindre utstyr enn ved boring til sprenghull. Borehullene er mindre og det brukes ofte håndholdt utstyr. Energioverføringen til fjell er betydelig mindre og det forventes i utgangspunktet ikke overskridelser av innendørs støykrav i overliggende boliger.

Ved arbeid i vestlig del av Nygårdstunnelen er overdekningen så liten at man likevel må være oppmerksom på mulighet for overskridelser på anbefalte støygrenser på natt. Overdekningen er mindre enn 20 m til de nærmeste boligene i begynnelsen av tunnelen. I Figur 17 er boliger i nærheten av Nygårdstunnelen fargelagt etter overdekning. (Bygninger med ikke-støyfølsomt bruk er hvite).



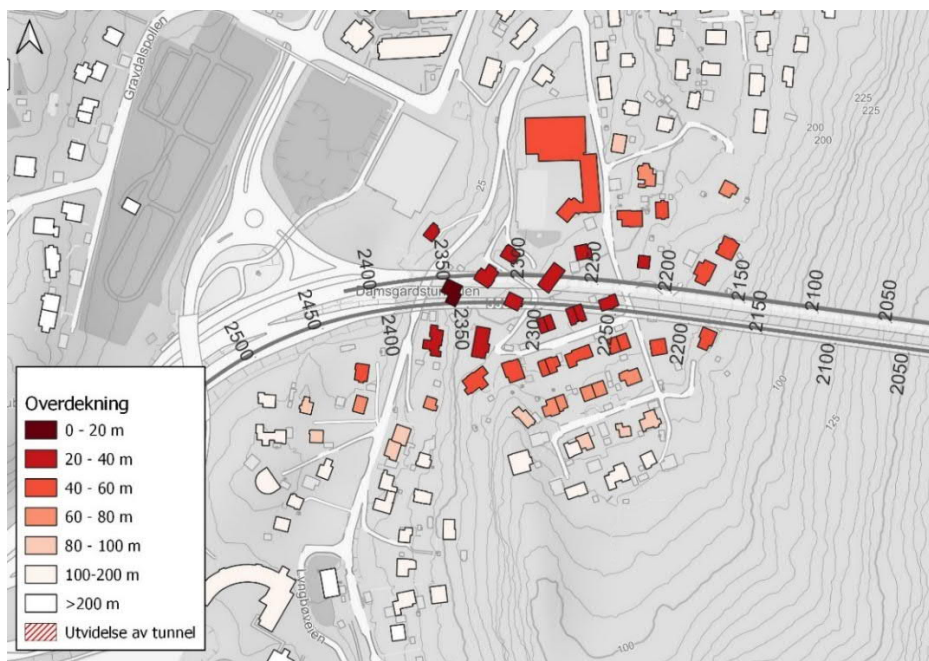
Figur 17. Boliger fargelagt etter overdekning til tunnel. (Ikke-støyfølsomme bygninger har hvit farge). (NB overdekning er beregnet mot senterlinje tunnel som ligger i vegbanen så reel overdekning kan være opp til 4,5 m mindre for boliger like over tunnelen.)

Ved oppstart av installasjonsarbeidet i den vestlige enden av Nygårdstunnelen anbefales at naboer varsles spesielt. Målinger i starten av arbeidet kan avdekke om strukturlyd fra installasjon kan gi overskridelser på anbefalte støykrav. Denne målingen kan gjerne også utføres i andre enden av tunnelen, i f.eks. Jahnebakken 5, geofysisk institutt, for å få et bilde på støynivået som kan forventes.

Ved Damsgårdstunnelen munning øst kan overdekningen til Frydenbølien 17 være under 20 m og ved Damsgårdstunnelen munning vest vil det også være mindre enn 20 m overdekning til de nærmeste boligene (Lyngbøveien 46, 48, 52, og 54). Som for Nygårdstunnelen anbefales at boligene med lavest overdekning varsles spesielt når arbeidet starter og følges opp for å avdekke om arbeidet gir strukturlyd over grenseverdier. Illustrasjon av bygninger med fargelegging etter overdekning er vist i Figur 18 og Figur 19.



Figur 18. Boliger fargelagt etter overdekning til tunnel. (Ikke-støyfølsomme bygninger har hvit farge). (NB overdekning er beregnet mot senterlinje tunnel som ligger i vegbanen så reel overdekning kan være opp til 4,5 m mindre for boliger like over tunnelen.)



Figur 19. Boliger fargelagt etter overdekning til tunnel. (Ikke-støyfølsomme bygninger har hvit farge). (NB overdekning er beregnet mot senterlinje tunnel som ligger i vegbanen så reel overdekning kan være opp til 4,5 m mindre for boliger like over tunnelen.)

4.4 Sprenginger

Sprenginger ved utvidelse av tunnelene må skje på natt og kan være til plage for beboere i boliger i et stort område, spesielt ved arbeid i Nygårdstunnelen. Perioden med sprenging skjer bare når tunnelen skal utvides og skjer i en begrenset tidsperiode på 3-4 uker.

Spesiell varsling og informasjon anbefales at gis til alle beboere i et stort område (ca. radius 200 i luftlinje). Informasjonen må inneholde beskrivelse av arbeid, tidspunkt for sprenging og tidsperiode arbeidet skal foregå. Varsling kan f.eks skje ved SMS. Det kan vurderes å avtale faste tidsintervall for sprenging slik at naboer får en forutsigbar støysituasjon.

5 Konklusjon

Oppgraderingen av Nygårdstunnelen og Damsgårdstunnelen vil gi støy som overskrider anbefalte støygrenser ved nærliggende naboer, og avbøtende tiltak må iverksettes for å følge intensjonen i retningslinje T-1442.

For alt arbeid anbefales det at naboer er informert og varslet om arbeidet som skal skje. Informasjonen skal typisk inneholde beskrivelse av arbeid, info om arbeidstider, kontaktinfo og tidsperioden det skal jobbes i. Videre bør spesiell varsling og informasjon gis ved spesielle situasjoner som beskrevet under. Det anbefales også at miljørettet helsevern i kommunen er informert om planlagt arbeid og planlagte avbøtende tiltak.

Arbeid utenfor tunnel vil gi overskridelser pga. støyende arbeid som boring og graving i kort avstand til nærmeste nabo. Arbeidet anbefales utført på dag og pigging anbefales begrenses til kl. 07-17. Dersom arbeidet må utføres på kveld og natt må naboer varsles spesielt. Det mest støyende arbeidet er antatt kortvarig innenfor 2-3 uker. Behov for alternativ overnattingssted kan

oppstå for nærmeste naboer både ved munning vest og munning øst ved arbeid utenfor Damsgårdstunnelen på kveld og natt.

Utvidelse av Damsgårdstunnelen for teknisk rom inne i tunnelen kan utføres uten særlige avbøtende tiltak da overdekning til nærmeste bolig er over 200 m.

Utvidelse av Nygårdstunnelen vil kunne gi overskridelser på anbefalte innendørs støykrav pga. strukturlyd fra boring og pigging i tunnelen til nærmeste boliger. Naboer med overdekning 200 m eller mindre bør varsles og informeres spesielt. Behov for alternativt overnattingssted kan oppstå for nærmeste naboer.

Sprenging i Nygårdstunnelen kan gi plage til naboer i et stort område siden sprengingen må skje på natt. Spesiell varsling bør gis i et område på ca. 200 m i luftlinje. Det kan vurderes å avtales faste tidsintervall for sprenging for å gi forutsigbarhet til beboere.

Strukturlyd fra boring for oppheng av nye tekniske installasjoner er antatt ikke vil gi store overskridelser ned nærmeste naboer, men i vestlig del av Nygårdstunnelen er overdekningen lav, mindre enn 20 m, og spesiell varsling til nærmeste naboer bør gis når arbeidet starter. For å redusere usikkerheten kan målinger i overliggende bygninger ved boring avdekke om støynivået vil overskride anbefalte støygrenser, men slike målinger kan være krevende å utføre og behovet må vurderes i prosjektet. Også ved munningene til Damsgårdstunnelen har de nærmeste boligene overdekning mindre enn 20 m og spesiell varsling bør gis når arbeidet starter.

6 Referanser

- [1] «Veileder om behandling av støy i arealplanlegging (M-2061)». Miljødirektoratet. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/forurensning/stoy/veileder-om-behandling-av-stoy-i-arealplanlegging/>
- [2] «Veileder M-128. Kapittel 7, 8 og 9 med beskrivelse av støykilder, beregning og måling». Miljødirektoratet, 2021. [Online]. Tilgjengelig på: <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/forurensning/stoy/veileder-om-behandling-av-stoy-i-arealplanlegging/>
- [3] «Nasjonal Vegdatabank (NVDB). www.vegkart.no. Inneholder data under norsk lisens for offentlige data (NLOD) tilgjengeliggjort av Statens vegvesen.»
- [4] Hans Jonasson og Hygo Lyse Nielsen, *Road Traffic Noise - Nordic Prediction Method*. TemaNord, 1996.
- [5] «Environmental noise from industrial plants. General prediction method.», Lydteknisk Laboratorium, Lyngby, 32, 1982.
- [6] «Støy fra bygge- og anleggsvirksomhet. Teknisk rapport 15.», Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, mar. 2014.
- [7] «Detaljplan. Nytt dobbelstspor Oslo - Ski Follobanen, tunnelstrekning underbygning. Notat. TBM kontra D&B - lyd og vibrasjoner», Jernbaneverket/Aas-Jacobsen, mar. 2012.
- [8] «Bergen kommune - Bestemmelser og retningslinjer til kommuneplanens arealdel (KPA2018)», Planid 65270000, jun. 2019.
- [9] «Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442/2021)», Klima- og miljødepartementet, jun. 2021.

7 Vedlegg

Vedlegg 1 Lyduttrykk

I rapporten er følgende faglige uttrykk for støy tatt i bruk:

Strukturlyd – Ikke-følbare vibrasjoner som går i bakke/fjell og som stråler ut som lyd i rom

L_{WA} Lydeffektnivå - Mål for totalt avstrålt lydenergi fra en lydkilde. Angis i desibel i forhold til en referanseverdi på 10^{-12} W. Når lydeffektnivået er kjent kan man beregne lydnivået i en ønsket avstand fra kilden.

Tidsmidlet lydnivå, $L_{p,A,eq,T}$ Gjennomsnittlig (energimidlet) lydnivå over et visst tidsintervall (T), L_d /
 $L_{pAeq12h}$ **07-19**, L_e / L_{pAeq4h} **19-23**, L_n / L_{pAeq8h} **23-07** er tidsmidlet lydnivå for henholdsvis dag, kveld og natt

Vedlegg 2 Krav og retningslinjer

Planbestemmelser

Det er ikke egen reguleringsplan for utbedringsprosjektet. Bestemmelser til kommuneplanens arealdel, KPA2018, blir gjeldende for prosjektet.

Kommuneplanens arealdel, Bergen kommune

For bygge- og anleggsstøy sier bestemmelser til kommuneplanens arealdel, KPA2018 [8], i § 22.5.1 «Grenseverdier gitt i T-1442 kapittel 4² skal i utgangspunktet tilfredsstilles. Ved overskridelser av grenseverdiene skal det varsles og gjennomføres tiltak i samsvar med T-1442»

Støyretningslinje, T-1442

Anbefalte støygrenser for utendørs støy nivå fra bygge- og anleggsstøy er gitt i støyretningslinjen T-1442 [9]. Kravene kan lempes med 5 dB på dag og kveld hvis anleggsperiodens lengde er kortere enn 6 måneder. Anbefalte støygrenser er gjengitt i Tabell 5 under.

Tabell 5: Anbefalte støygrenser for utendørs for bygge- og anleggsvirksomhet når anleggsperiodens varighet overstiger 6 mnd. Alle grenser gjelder A-veid ekvivalent (tidsmidlet) lydnivå i dB, innfallende lydtryknivå og gjelder utenfor rom med støyfølsomt bruksformål.

Bygningstype	Støykrav dag ($L_{pAeq12h}$ 07-19) L_d	Støykrav kveld (L_{pAeq4h} 19-23) eller helligdag ($L_{pAeq16h}$ 07-23)	Støykrav natt (L_{pAeq8h} 23-07)
Boliger, fritidsboliger, sykehus, pleieinstitusjoner	60	55	45
Skole, barnehage	55 i brukstid		

Støygrensene skjerpes ytterligere 5 dB ved impulslyd eller rentoner (f.eks. pigging).

Utendørs støygrenser skal som hovedregel benyttes. I noen situasjoner kan det imidlertid bli aktuelt å stille krav til innendørs støy nivå, f.eks. ved arbeid i samme bygningskropp eller der et høyt utendørs støy nivå bare kan avbøtes med isoleringstiltak. Anbefalte innendørs støygrenser er gitt i Tabell 6.

Dersom innendørs støygrenser i spesielle tilfeller ikke kan overholdes, skal de berørte partene varsles. Avvik bør bare tillates for kortvarig drift inntil 2 uker, og støygrensen bør ikke heves med mer enn 5 dB.

² T-1442 er revidert etter at KPA2018 ble vedtatt og kapittelet om begrensning av støy fra bygge- og anleggsarbeid er nå flyttet til kapittel 6. Grenseverdiene er likelydende.

Tabell 6: Anbefalte innendørs støygrenser for bygg- og anleggsvirksomhet. Alle grenser gjelder ekvivalent lydnivå (middelverdi for rommet) i dB, i rom for støyfølsomt bruksformål. For tunnelanlegg skal tydelig borelyd og piggelyd gi en skjerping av grensene med 5 dB.

Bygningstype	Støykrav dag ($L_{pAeq12h}$ 07-19) L_d	Støykrav kveld (L_{pAeq4h} 19-23), L_e , eller helligdag ($L_{pAeq16h}$ 07-23)	Støykrav natt (L_{pAeq8h} 23-07) L_n
Boliger, fritidsboliger, overnattingsbedrifter, sykehus, pleieinstitusjoner	40	35	30
Arbeidsplass med krav om lavt støy nivå	45 i brukstid		

Sprenging

Støy fra sprenging er ikke regulert av støygrensene, men det anbefales at all sprenging utføres innenfor dagtid (kl. 07-19).

Avbøtende tiltak

Ved overskridelser av anbefalte grenseverdier gir retningslinje T-1442 og veileder til retningslinjen, M-2061 [1], føringer for hvilke avbøtende tiltak som bør settes i verk. Det kan brukes både administrative tiltak og tekniske tiltak. Administrative tiltak vil typisk være begrensning i driftstid, informasjonsarbeid og varsling.

Tekniske tiltak er f.eks. støyskjermer og bruk av støysvake maskiner.

Ytre miljø-plan

YM-planen³ til prosjektet sier om støy: «Støy fra anleggsvirksomheten skal i minst mulig grad medføre sjenanse og ulemper for omkringliggende bebyggelse og infrastruktur». Det er videre vist til retningslinje T-1442 og KPA2018 for støygrenser og hva som skal gjøres ved overskridelse av støygrenser.

Som skadereduserende tiltak anbefaler planen utarbeidelse av støyprognose og vurdering av eventuelle tiltak. Naboer skal informeres før anleggsstart og det skal etableres rutiner for informasjon til naboer. Tiltak må settes inn dersom grensene i T-1442 overskrides og særlig ved nattarbeid.

³ YM-Plan, Damsgårds- og Nygårdstunnelene, Statens vegvesen

Vedlegg 3 Liste over adresser, Nygårdstunnelen

Bygningsnr	Bygnings- type	Bygnings- type	Adresse	Ant. bruks- enh.	Gnr	Bnr	Horis. avst. [m]	Vert. avst. [m]	Over- dekning [m]
139857607	111	Eneboilig	Jahnehakken 8	1	164	1442	41	33	53
139857615	111	Eneboilig	Jahnehakken 6	1	164	728	65	30	71
139284674	111	Eneboilig	Jahnehakken 1	1	164	1352	69	22	72
139276620	145	Boligbygg	Welhavens gate 82	6	164	310	122	19	123
139276612	146	Boligbygg	Welhavens gate 81	5	164	309	138	17	139
139276604	146	Boligbygg	Welhavens gate 80	14	164	308	138	20	140
139276639	146	Boligbygg	Welhavens gate 83	4	164	311	143	16	144
139284607	142	Boligbygg	Johannes Bruns gate 11	6	164	1340	150	21	152
139276159	146	Boligbygg	Professor Hansteens gate 90	4	164	256	152	15	153
139279395	143	Boligbygg	Fosswinckels gate 54	6	164	674	151	24	153
139857585	721	Sykehjem	Welhavens gate 78	1	164	307	154	21	155
139276590	146	Boligbygg	Welhavens gate 79	16	164	306	156	19	157
139709489	142	Boligbygg	Allégaten 44	8	164	722	160	27	162
139284658	142	Boligbygg	Borgermester Platous gate 12	6	164	1350	161	23	163
139284666	142	Boligbygg	Borgermester Platous gate 13	9	164	1351	165	24	167
139276140	146	Boligbygg	Professor Hansteens gate 88	12	164	255	168	15	169
139857577	721	Sykehjem	Welhavens gate 76	1	164	305	170	21	171
139284631	142	Boligbygg	Borgermester Platous gate 10 A	8	164	1348	171	19	172
139279832	142	Boligbygg	Allégaten 42	4	164	720	173	27	175
139709454	142	Boligbygg	Fosswinckels gate 50 B	15	164	668	179	21	181
139279441	143	Boligbygg	Fosswinckels gate 67	5	164	680	181	22	182
139709470	142	Boligbygg	Allégaten 40	9	164	719	182	27	184
139709837	145	Boligbygg	Borgermester Platous gate 11 B	5	164	1349	187	18	188
139279433	142	Boligbygg	Fosswinckels gate 65	9	164	679	190	21	192
139709284	143	Boligbygg	Bjerregårds gate 2	10	164	424	194	17	194
139279816	142	Boligbygg	Allégaten 38	9	164	718	194	26	195
139279352	142	Boligbygg	Fosswinckels gate 50 B	19	164	670	196	20	197