

A photograph of a modern apartment building with many balconies, set against a dramatic orange and red sunset sky. The building is on the left side of the frame, and the sky fills the rest of the image. The balconies are white and have dark railings. The sky is a deep orange with some darker clouds. The overall mood is warm and urban.

afterklang:

PART OF AFRY

BULLERUTREDNING
OPTIMUS
769136

Projektnummer: 769136
Revision: 1.0
Dokumenttyp: Bullerutredning
Datum: 2020-11-05

Kund: Byggesta Development AB
Kontaktperson: Anna-Karin Hallqvist

Uppdragsansvarig: Manne Friman
Kvalitetsansvarig: Nicklas Engström
Handläggare: Manne Friman, T: +46 10 505 60 72, manne.friman@efterklang.se

Sammanfattning:

Optimusområdet i Upplands Väsby är centralt beläget och används idag som verksamhetsområde och kontorsverksamhet. Byggesta avser utveckla området till ett bostadsområde. Området är mycket utsatt för trafikbuller från främst spårtrafik, men även vägar som Mälarvägen och Optimusvägen. Framförallt så kan bullerstörning uppkomma på grund av fjärrtågen som kör i hög hastighet förbi området. Bullerproblematiken har behandlats med omsorg i kvartersutformning och hur området sluter mot spåret. För att hindra dessa ljud krävs en lång och hög parallell fasad längs med spår med så lite öppningar som möjligt. Detta möjliggörs genom att koppla ihop kvarteren med skärmar. Slutna kvarter gör att man kan fokusera på att dämpa ljud som går över taket med åtgärder på tak som takform eller mjuka gröna tak vilket ger den bästa förutsättningen för god ljudmiljö i detta område. Höga krav ställs på ljuddämpningen i fasad som baseras på beprövade metoder från liknande projekt som är nära spår i Sollentuna där fönsterdimensioneringen har beräknats och kontrollerats för att fungera i dessa kraftigt bullerutsatta miljöer.

Med genomgående planlösningar och lägenheter som är 35 m² eller mindre klaras riktvärden enligt Trafikbullerförordningen. I några hörnlägen krävs tekniska lösningar som 75 % inglasade balkonger för att ge god ljudmiljö inomhus. Det är 3,2% av det totala antalet lägenheter som detta avsteg gäller. Detta kan sänkas till 1% med en tidigare föreslagen byggnadshög glasskärm mellan kvarter 6 och ATV3 som också förbättrar ljudmiljön i hela området. I denna rapport undersöks möjligheten att inte bygga den och den har därför inte tagits med i beräkningarna. Gemensamma bullerskyddade uteplatser på bostadsgården kan anordnas vid samtliga kvarter.

Riktvärde för verksamhetsbuller innehålls då det endast finns mindre ventilationsanläggningar i dagsläget vid Anton Tamms väg och på Optimushuset. Planerad bussterminal är tillräckligt långt bort för att ej påverka bostadsområdet avsevärt med buller, däremot så passerar bussarna nära området och därför behöver lågfrekvent buller beaktas. Befintliga fläktar vid ATV1 och ATV 3 rekommenderas åtgärdas oavsett.

Riktvärde för vibrationer innehålls för samtliga bostäder. Även kommunen och Trafikverkets överenskommelse om 0,3 mm/s innehålls enligt beräkning. På grund av att beräkningar tangerar 0,3 mm/s så rekommenderas att byggnader byggs på vibrationsisolerande grund. Detta är lämpligt oavsett resultat när man bygger nära spår då det är mycket svårt att åtgärda i efterhand. Vibrationsnivåer vid befintliga byggnader kommer inte öka.

Datum	Rev	Beskrivning	UPPRÄTTAD	QA	GODKÄND
2020-11-05	02	Granskningshandling	MFN	NEM	NEM

INNEHÅLLSFÖRTECKNING:

UNDERLAG:	3
1 INLEDNING:	5
1.1 LJUD OCH BULLER:	7
2 TRAFIKBULLER	9
2.1 RIKTVÄRDEN:	9
2.2 TRAFIKBULLER PÅ SKOLGÅRDAR:	9
2.3 BOVERKETS BYGGREGLER:	10
2.4 BEDÖMNINGSGRUNDER:	10
2.5 FÖRKLARING RIKTVÄRDEN OCH FÄRGER FÖR TRAFIKBULLER:	10
2.6 TRAFIKUPPGIFTER:	13
2.7 BERÄKNINGAR TRAFIKBULLER:	14
2.8 BULLER FRÅN VÄGTRAFIK:	14
2.9 RESULTAT TRAFIKBULLER:	14
2.10 KOMMENTARER TRAFIKBULLER:	15
3 FLYGBULLER	28
3.1 RESULTAT FLYGBULLER:	28
4 VERKSAMHETSULLER	30
5 BERÄKNINGAR VIBRATIONER	32
5.1 RIKTVÄRDEN FÖR KOMFORTVIBRATIONER I BYGGNADER:	32
5.2 INDATA BERÄKNING AV VIBRATIONER:	33
5.3 RESULTAT BERÄKNING AV VIBRATIONER:	34
5.4 KOMMENTAR VIBRATIONER:	35
6 SLUTSATS	38
6.1 ÖVERGRIPANDE BEDÖMNING:	38
BILAGOR:	39
EKVIVALENT LJUDNIVÅ	39
MAXIMAL LJUDNIVÅ	39
FASADNIVÅER OCH PLANLÖSNINGAR	39

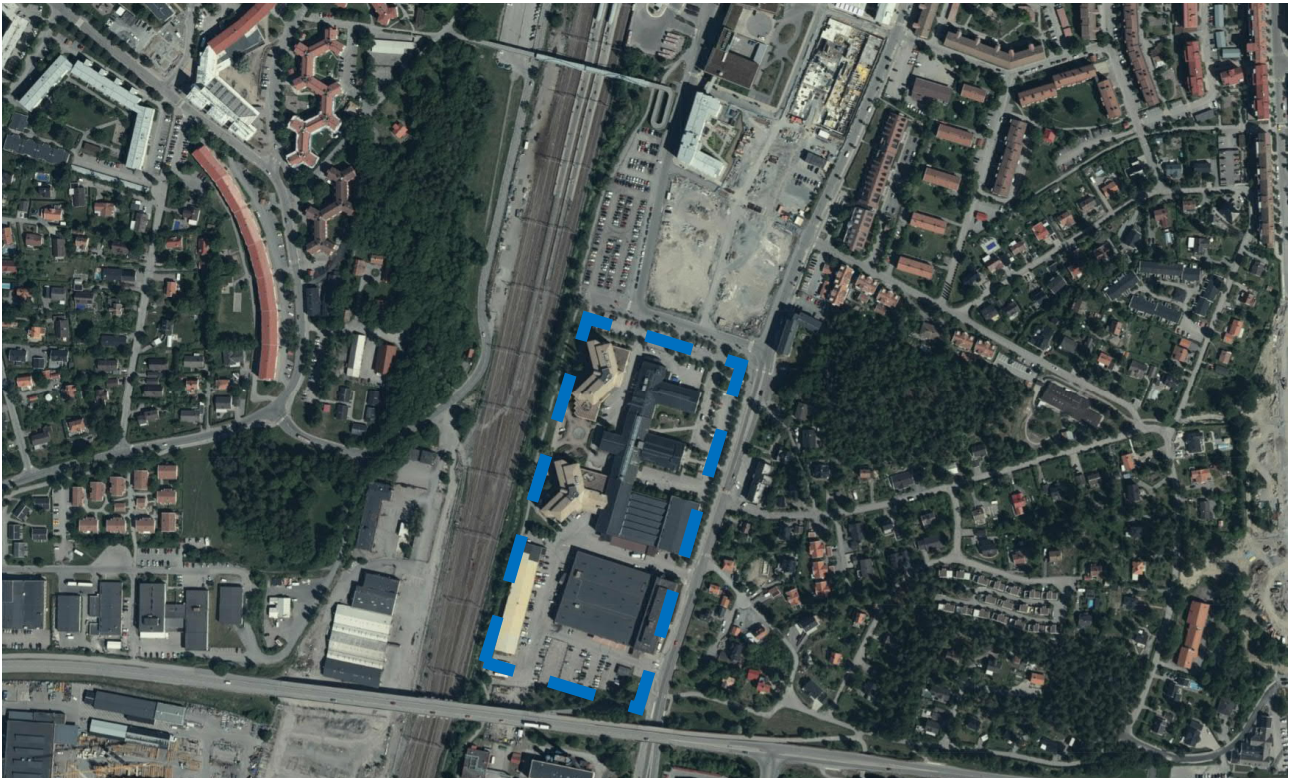
UNDERLAG:

- Data för terräng, befintliga byggnader, väg och spår har hämtats från Metria, 190501
- DWG med planerad bebyggelse från KOD Arkitekter 20200922
- Trafiksiffror för spår- och vägtrafik är enligt prognos för år 2040.
 - o PM Trafikalstring Optimus, Upplands Väsby av Iterio den 2020-03-20
 - o PM Sammanställning tågtrafik, Optimus, Upplands Väsby av Iterio den 2020-04-03

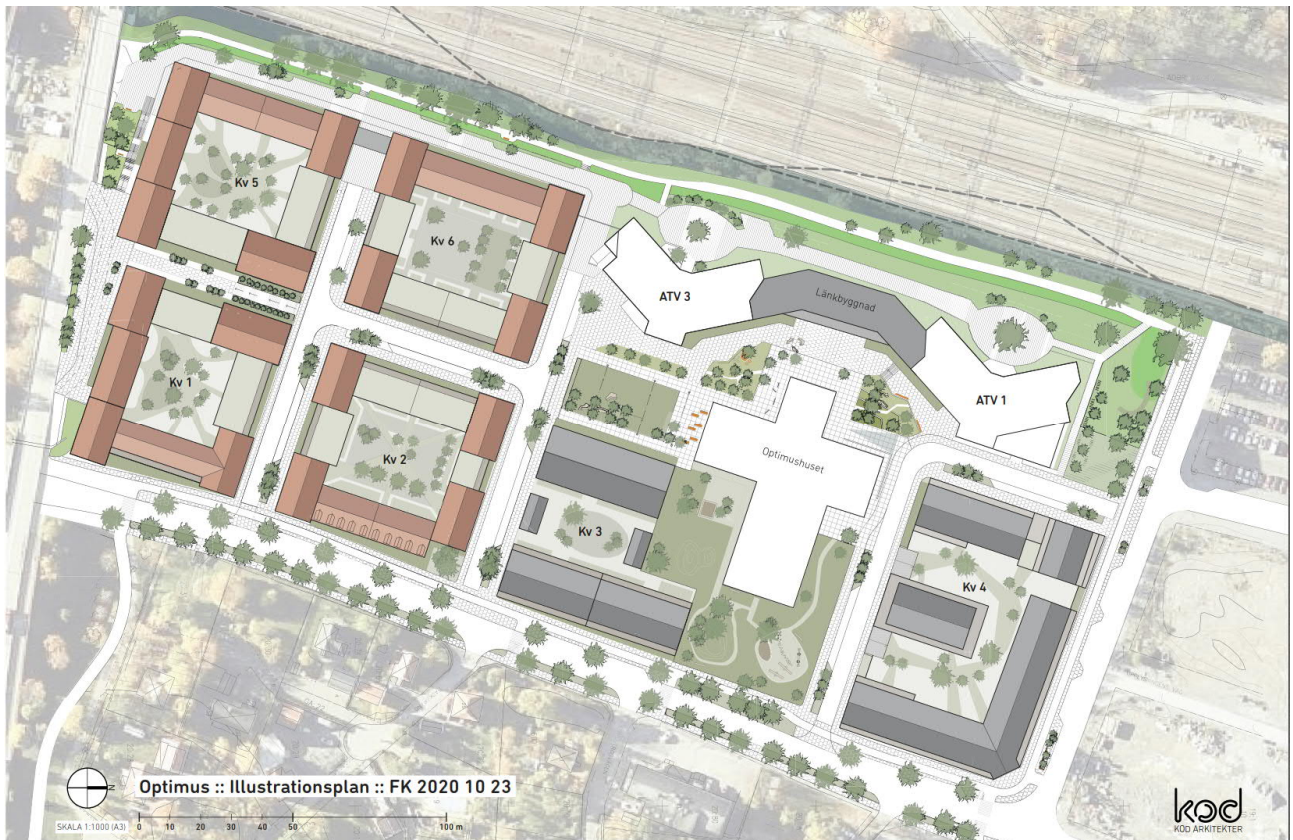
1 Inledning

1 INLEDNING:

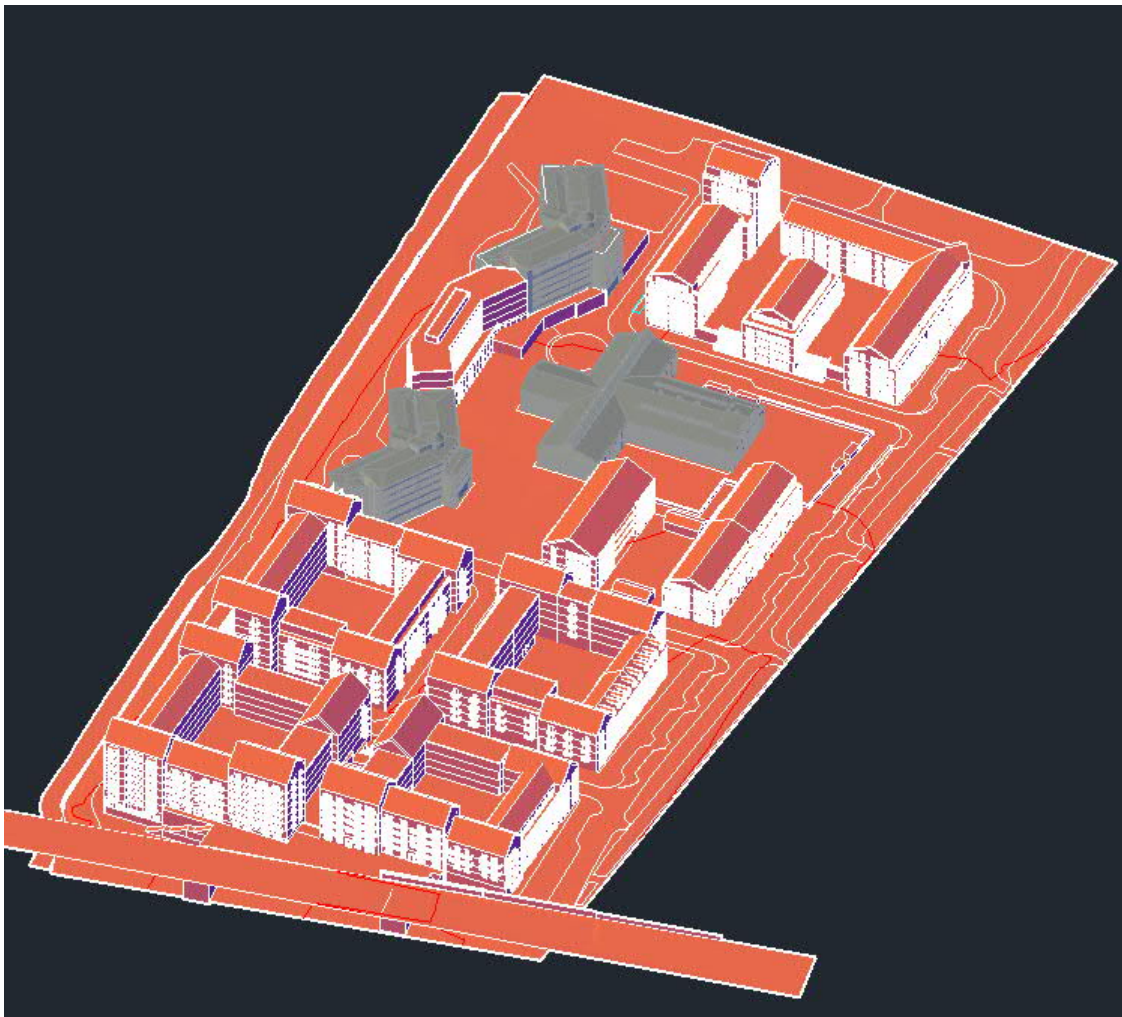
Optimusområdet ligger i Upplands Väsby söder om Upplands Väsby station. Planerad byggnation utsätts för buller från spår- och vägtrafik. Efterklang har fått i uppdrag att göra bullerutredning för omgivningsbullret av Byggvesta.



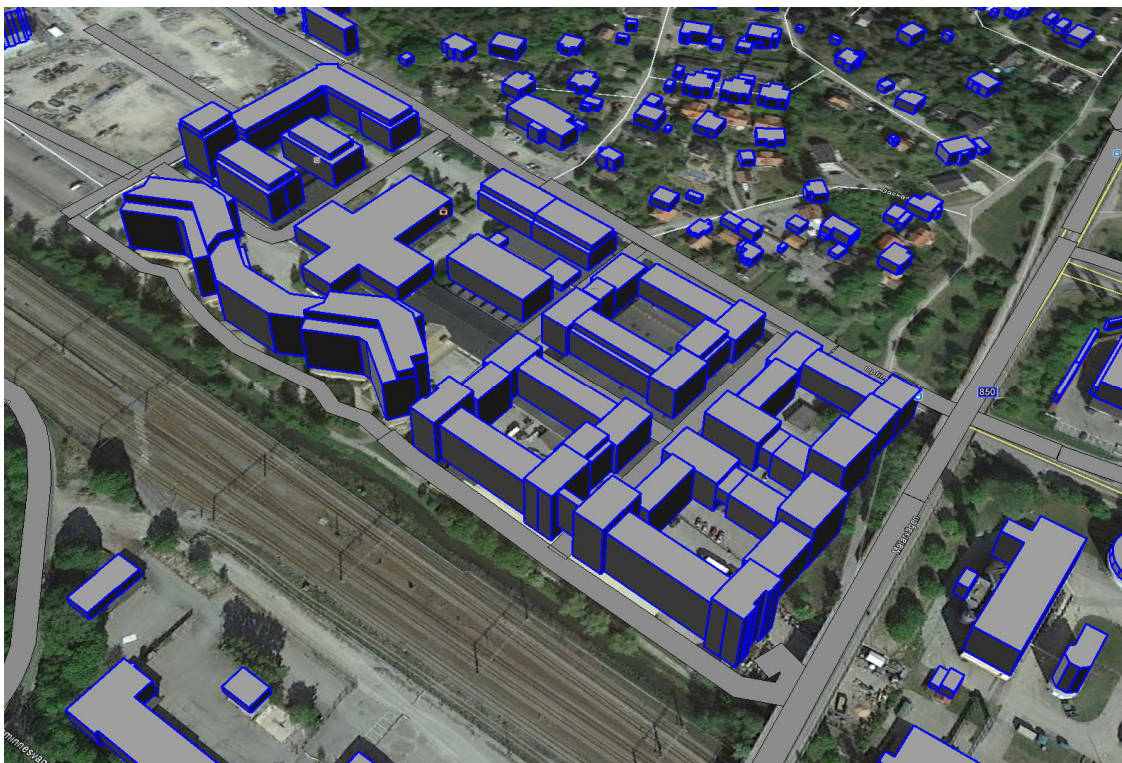
FIGUR 1. ÖVERSIKTSBILD ÖVER OMRÅDET. PLANOMRÅDE MARKERAT I BLÅTT.



FIGUR 2. ÖVERSIKTSBILD MED SITUATIONPLAN. SE KVARTERSNAMN I SVART TEXT.



FIGUR 3. 3D MODELL FÖR PLANERADE BYGGNADER I ORANGE OCH BEFINTLIGA BYGGNADER I GRÅTT.



FIGUR 4. 3D MODELL FÖR PLANERADE BYGGNADER. PÅ KARTBILD.

1.1 LJUD OCH BULLER:

VAD ÄR LJUD?

Ljud är tryckvariationer i luft som kan skapas av en vibrerande yta, t.ex. ett högtalarmembran, en pulserande luftström, ett avgasrör eller en snabb förbränning som i en explosion. De utbreder sig med en hastighet av ca 340 m/s och blir svagare när de breder ut sig i en större luftvolym. Buller är oönskat ljud, som ljud från trafik.

DECIBEL

Omfånget hos ljudet som vår hörsel kan uppfatta är enormt. Ljudtrycket vid smärtgränsen är ca 10 000 000 gånger starkare än det svagaste ljudet vi kan höra. För att slippa mycket stora tal används en logaritmisk skala för ljudtrycket. Ljudtrycksnivån anges därför i decibel (dB) relativt 20 μ Pa. En ökning från 50 dBA till 53 dBA kan ses som liten men motsvarar en fördubbling i ljudtrycket. En ökning på ca 8-10 dB är en upplevd fördubbling av ljudnivå. Den logaritmiska skalningen kan vara svår att förstå men är till för att motsvara flexibiliteten i vårt hörselomfång. Små skillnader i decibel innebär därför stora förändringar i ljudtryck, t.ex. motsvarar en fördubbling av trafikmängd bara 3 dB ökning vilket kan jämföras mellan skillnaden i trafik på en liten och stor väg. Riktvärden baseras på nivåer vid generell upplevd störning.

FREKVENNS

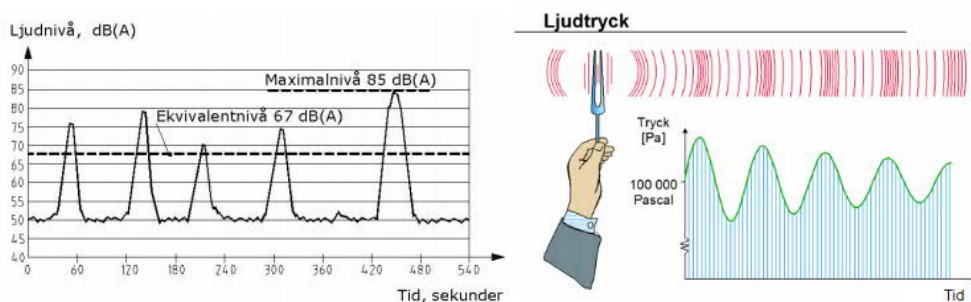
För att människan skall kunna uppfatta tryckvariationerna som ljud krävs att dessa uppgår till mellan 20 och 20 000 per sekund. Antalet tryckvariationer/sekund kallas ljudets frekvens (tonhöjd) och enheten är Hertz (Hz). För att ett ljud ska kunna höras av oss krävs alltså att dess frekvens ligger mellan 20 och 20 000 Hz. Bäst hör vi kring 1000-2000 Hz. Lågfrekventa ljud kan liknas vid det muller som en traktor skapar. I mellanregistret ligger bruset från trafikbuller med mycket energi mellan 500-1000 Hz. Högfrekventa ljud kan vara visslingar t.ex. från en domarvisselpipa.

FREKVENSVÄGNING

För att kunna ange uppmätta bullervärden med ett tal som stämmer överens med hörseln, används en vägning av olika frekvenser. Vägningen kan göras på olika sätt. Det mest vanliga vägningsfiltret är A filter. A-vägningen, som är ett försök att efterlikna hur örat uppfattar olika frekvenser vid relativt låga ljudstyrkor, dämpar låga frekvenser och förstärker medelhöga. A-vägningen är anledningen till "A" i uttrycket dBA, som används för de flesta riktvärden.

EKVIVALENT OCH MAXIMAL LJUDTRYCKSNIVÅ

Ekvivalent ljudnivå är energimedelvärde av ljudtrycksnivå under en mätperiod. Tänk "medelvärde" eller bullermattan. Maximal ljudnivå är den högsta ljudtrycksnivå under en mätperiod eller beräkning. Tänk "högsta ljudet" när tåg passerar.



FIGUR 5. BESKRIVNING AV EKVIVALENT LJUDNIVÅ, MAXIMAL LJUDNIVÅ, LJUDTRYCK OCH FREKVENNS



2 Trafikbuller

2 TRAFIKBULLER

2.1 RIKTVÄRDEN:

Vid nybyggnad av bostäder gäller följande riktvärden för högsta ljudnivå från omgivande trafik.

FÖRORDNING OM TRAFIKBULLER:

Regeringen har beslutat om en förordning om trafikbuller vid bostadsbyggnader, SFS 2015:216, som utfärdades 9:e april 2015 och gäller planärenden startade efter 1:a januari 2015. En ändring av förordningen (2017:359) som trädde i kraft 2017-07-01 har sedan införts. Förordningen innehåller riktvärden för trafikbuller vid bostadsbyggnader och ska tillämpas både vid bedömningar enligt plan- och bygglagen samt enligt miljöbalken, se tabell nedan.

TABELL 1. RIKTVÄRDEN FÖR BOSTÄDER ENLIGT FÖRORDNINGEN OM TRAFIKBULLER VID BOSTADSBYGGNADER SFS 2017:359.

Buller från spårtrafik och vägar		
Utomhus	Högsta trafikbullernivå, frifältsvärden dBA	
	Ekvivalent ljudnivå	Maximal ljudnivå
Vid bostadsfasad	60 a)	-
Vid fasad till bostad om högst 35 m ²	65	-
På uteplats (om sådan ska anordnas i anslutning till bostaden)	50	70 b)

a) Om den angivna ljudnivån ändå överskrids bör:

1. Minst hälften av bostadsrummen i en bostad vara vända mot en sida där 55 dBA ekvivalent ljudnivå inte överskrids vid fasaden och
2. minst hälften av bostadsrummen vara vända mot en sida där 70 dBA maximal ljudnivå inte överskrids mellan kl. 22.00 och 06.00 vid fasaden.

b) Om 70 dBA maximal ljudnivå ändå överskrids, bör nivån dock inte överskridas med mer än 10 dBA maximal ljudnivå fem gånger per timme mellan kl. 06.00 och 22.00.

2.2 TRAFIKBULLER PÅ SKOLGÅRDAR:

Naturvårdsverkets vägledning Riktvärden för buller på skolgård från väg- och spårtrafik⁴ (2017) ger riktvärden för buller på skolgårdar i Sverige.

De delar av gården som är avsedda för lek vila och pedagogisk verksamhet ska innehålla 50 dBA ekvivalent och 70 dBA maximal ljudnivå.

Övriga vistelseytor inom skolgården ska innehålla 55 dBA ekvivalent och 70 dBA maximal ljudnivå.

Upplands Väsby kommun har som mål att hela skolgården ska innehålla 50 dBA ekvivalent ljudnivå om den är nybyggd.

2.3 BOVERKETS BYGGREGLER:

I Boverkets byggregler, Boverkets byggregler (2011:6), anger följande riktvärden för utifrån kommande buller inomhus.

TABELL 2. HÖGSTA VÄRDEN FÖR A-VÄGDA, EKVIVALENTA OCH MAXIMALA, LJUDTRYCKSNIVÅER

Utrymme	Ekvivalentnivå, L_{pA}	Maximalnivå natt L_{pAFmax}
Bostadsrum	30 dBA	45 dBA ¹⁾
Kök	35 dBA	-

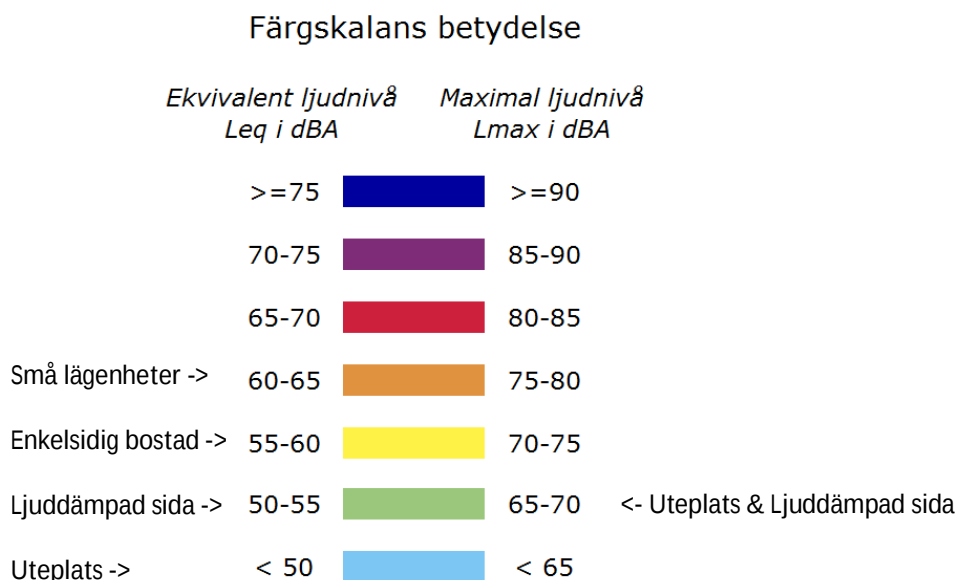
1) Värdet, L_{pAFmax} får överskridas 5 gånger per natt (22.00 - 06.00).

2.4 BEDÖMNINGSGRUNDER:

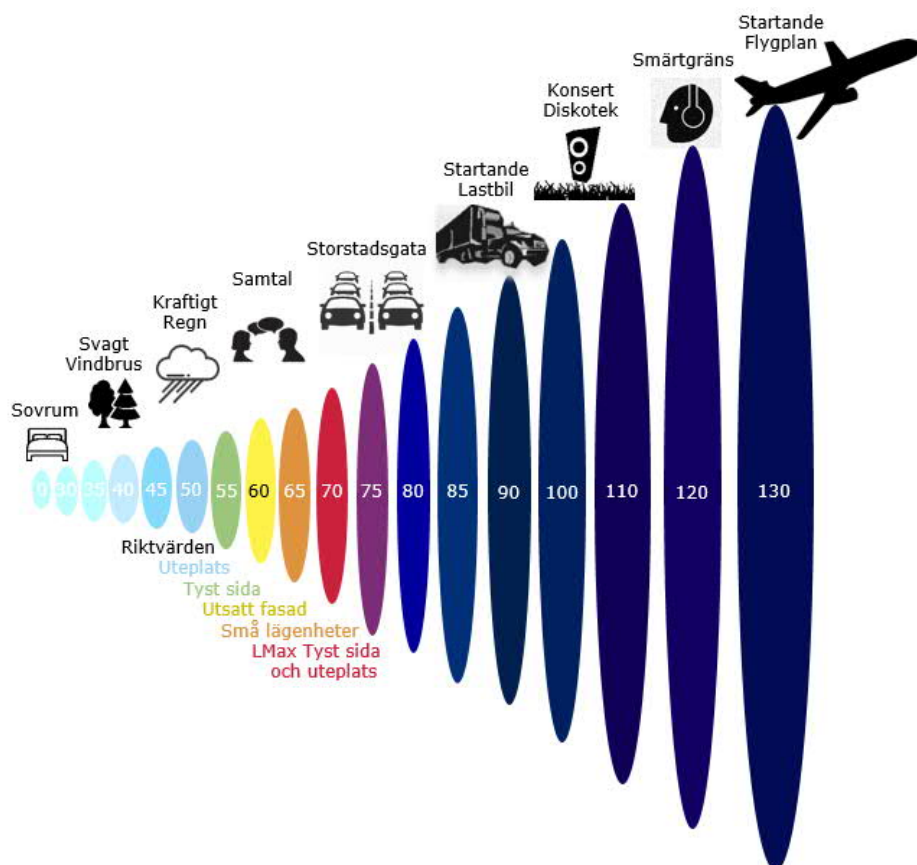
- Lägenheter ska innehålla 60 dBA ekvivalent ljudnivå vid fasad
- Om lägenhet är 35 m² eller mindre ska 65 dBA ekvivalent ljudnivå innehållas
- För lägenheter där 60 dBA överskrids ska lägenheten vara genomgående så minst hälften av bostadsrummen vetter mot fasad där 55 dBA ekvivalent ljudnivå och 70 dBA maximal ljudnivå innehålls.
- Vid gemensam uteplats och skolgård ska 50 dBA ekvivalent och 70 dBA maximal ljudnivå innehållas

2.5 FÖRKLARING RIKTVÄRDEN OCH FÄRGER FÖR TRAFIKBULLER:

Ljudnivåer redovisas oftast i färger i kartor och vid fasad. I detta kapitel förklaras vad färgerna motsvarar i decibelnivåer och vilka typer av ljudkällor detta kan liknas vid för relation till nivån. Bedömningsordning för riktvärden beskrivs i illustrationer för att förklara trafikbullerförordningens riktvärden.



FIGUR 6. FÄRGSKALA FÖR EKVIVALENT OCH MAXIMAL LJUDNIVÅ MED GRÄNS VID RIKTVÄRDEN



FIGUR 7. RELATION MELLAN LJUDNIVÅ I DECIBEL OCH UPPLEVD LJUDNIVÅ OM LYSSNARE BEFINNER SIG NÄRA LJUDKÄLLAN. MELLAN 50-80 DBA SÅ REDOVISAS FÄRGERNA ENLIGT FÄRGSKALA FÖR EKVIVALENT LJUDNIVÅ FÖR EN KOPPLING MELLAN UPPLEVD LJUDNIVÅ OCH RIKTVÄRDE

Klarar alla sidor 60 dBA ekvivalent ljudnivå för våningsplanet?
= Riktvärden innehålls

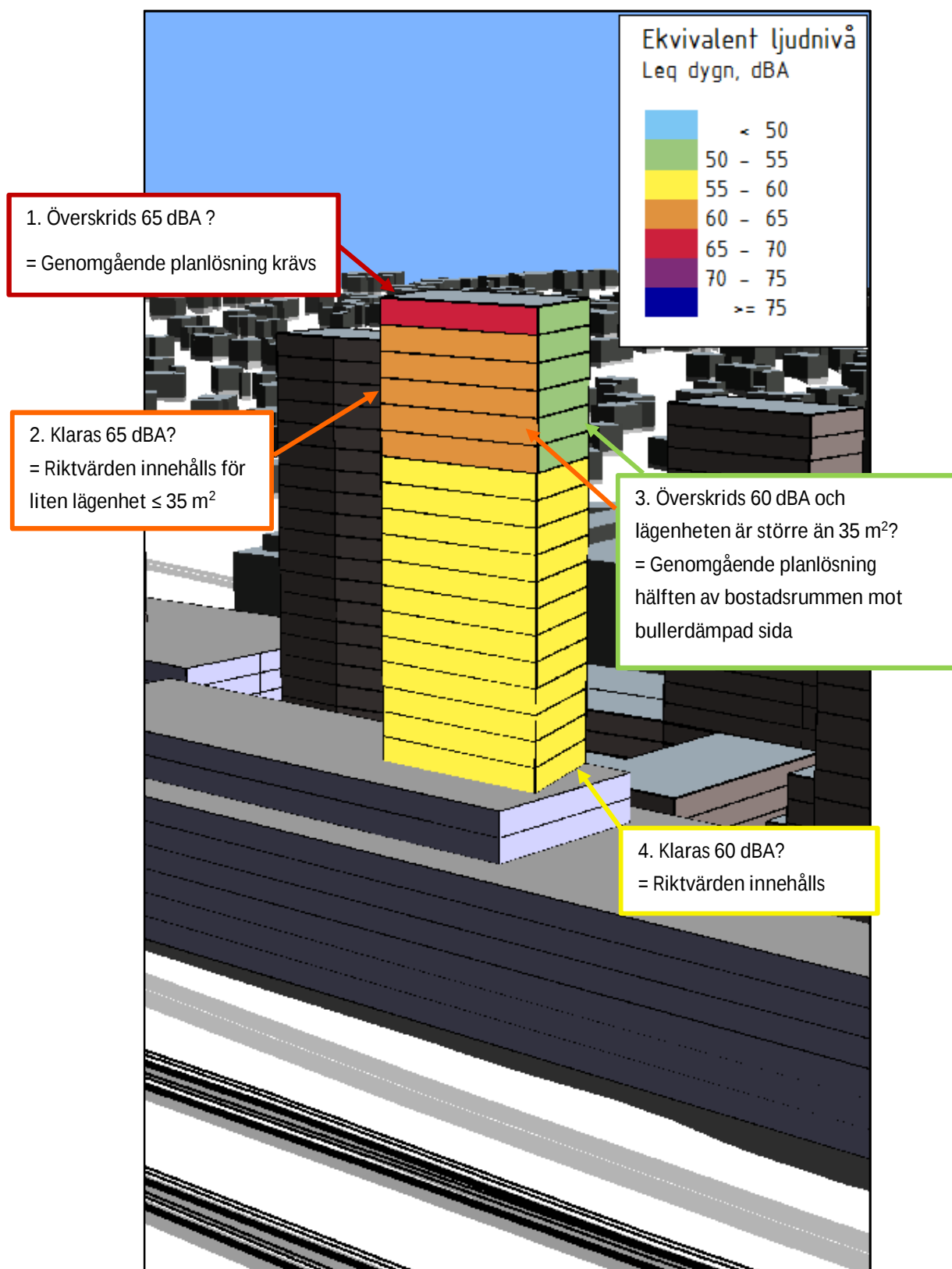
Nej

Klarar bullerutsatta sidan 65 dBA?
= Genomgående planlösning till bullerdämpad sida eller små lägenheter <35 m²

Nej

Genomgående planlösning där 55 dBA innehålls för hälften av bostadsrummen. Där ska även 70 dBA maximal ljudnivå innehållas nattetid

FIGUR 8. BEDÖMNINGSORDNING FÖR RIKTVÄRDEN VID FASAD



FIGUR 9. BEDÖMNINGSORDNING FÖR RIKTVÄRDEN VID FASAD SOM ILLUSTRATION

2.6 TRAFIKUPPGIFTER:

Trafikuppgifter har erhållits från beställaren som anlitat Iterio att göra prognos och redovisas i tabell 3. Trafikprognosen är uppräknad till år 2040 och sedan justerad för den ökning i trafik som planerade bostäder i Optimus och Väsby Entré skapar. Då inga uppgifter om dygnsfördelning funnits att tillgå har det antagits att 10% av trafiken går nattetid samt under värsta timme dagtid (rusningstrafik). Andel tung trafik har antagits till 10%.

Trafikprognos för spår år 2040 har tagits fram av Iterio och använts för bullerberäkningen. Prognosen har jämförts med Trafikverkets prognoser i T20 och uppgifter från Therese Carlefalk på Trafikverket. I nuläget finns fyra spår genom Upplands Väsby. Två nya spår planeras av Trafikverket. Spår användningen skiftas uppåt så ytterspårerna används för planerade höghastighetståg enligt Trafikverkets utredning om spårutbyggnaden. Detta kräver att stationens perrong förflyttas. För bullerutredningen antas mellersta spårerna trafikera pendeltåg som dagsläget och för de yttre spårerna fördelas tågtrafiken jämt i enlighet med andra bullerutredningar i området (Väsby Entré).

Då Optimusområdet är längre från stationen än Väsby Entré antas pendeltågen nå skyltad hastighet om 160 km/h när de kör förbi Optimus även om den verkliga hastigheten är lägre då tågen bromsar in. Vid växlar har +6 dB adderats på sträckan ±10 m vid växeln i enlighet med beräkningsmodellen för bullerberäkningar av tåg NMT 1996. Passagetågen (nattåg) är dimensionerande tågtypen för maximal ljudnivå nattetid vilket gäller riktvärde vid fasad. Totalt antal tåg 934 st.

TABELL 3. TRAFIKUPPGIFTER FÖR SPÅRTRAFIK PROGNOSEÅR 2040 MED ÖKNING AV TRAFIKALSTRING FÖR NYA OMRÅDEN

Gata	Antal (tåg/dygn)	Medellängd (m)	Maxlängd (m)	Hastighet [km/h]
Godståg (lok+vagnar)	36	200-640	640	100
Höghastighetståg (x2000, nya x2)	36	165	165	200
Snabbtåg SJ 3000 (x55)	48	107	107	200
Mälardalståg+ interregionalttåg (x52)	144	79,5	79,5	200
Mälardalståg+ interregionalttåg (x40)	48	81,5	81,5	200
Pasståg/nattåg (lok+vagn)	6	300-500	500	160
Flygtåg Arlanda (X3)	216	93,4	93,4	200
Lokaltåg pendel (x60)	400	214	214	160

2.7 BERÄKNINGAR TRAFIKBULLER:

2.8 BULLER FRÅN VÄGTRAFIK:

Beräkningarna har utförts enligt den samnordiska beräkningsmodellen för vägtrafik (Naturvårdsverkets rapport 4653) och spårtrafik (Naturvårdsverkets rapport 4935) med SoundPlan 8.1. De ekvivalenta och maximala bullernivåerna har beräknats och redovisas i steg om 5 dBA.

Giltigheten för beräkningsmodellen för vägtrafik är begränsad till avstånd upp till 300 m mätt vinkelrätt mot vägen vid neutrala eller måttliga medvindsförhållanden (0-3 m/s) medvind eller vid motsvarande temperaturgradienter. Noggrannheten för beräkning av vägtrafikbuller med beräkningsmodellen RTN 1996 är ca 3 dB på korta avstånd om ca 50 m och sämre på längre avstånd. Noggrannheten för spårtrafikbuller med beräkningsmodellen NMT 1996 är ca 3 dB för avstånd under 300 m.

Observera att ljudnivåer i ljudutbredningskartor påverkas av reflektioner och därför ej representerar frifältsvärden i alla punkter. För jämförelse mot riktvärde vid fasad samt fasaddimensionering se redovisade ljudnivåer på fasadvyer. Fasadnivåer har beräknats med 5 m mellanrum mellan varje fasadmottagare, enligt "Anvisningar för kartläggning av buller enligt 2002/49/EG". Ljudnivå redovisas som ljudutbredning för att bedöma ljudmiljön utomhus och för vägledning vid placering och utformning av uteplatser och eventuella bullerskydd för att innehålla riktvärden vid uteplats. Ljudutbredning över mark avser höjden 1,5 m och upplösning 10x10 meter. Tre reflexer har använts. Beräkningarna av maximal ljudnivå har baserats på den femte högsta passagen för väg. Skärmverkan har ansatts till maximalt 30 dB.

2.9 RESULTAT TRAFIKBULLER:

EKVIVALENT LJUDNIVÅ

Resultat för ekvivalent ljudnivå redovisas i bilagor:

- A01 Ljudutbredningskarta för ekvivalent ljudnivå 1,5 m över mark samt högsta ljudnivå vid fasad
- A02 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från sydväst
- A03 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från norr
- A04 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från nordöst
- A05 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från syd

MAXIMAL LJUDNIVÅ

Resultat för maximal ljudnivå redovisas i bilagor:

- A06 Ljudutbredningskarta för maximal ljudnivå 1,5 m över mark samt högsta ljudnivå vid fasad dagtid kl 06-18
- A07 Ljudutbredningskarta för maximal ljudnivå 1,5 m över mark samt högsta ljudnivå vid fasad natt kl 22-06
- A08 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från sydväst
- A09 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från norr
- A10 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från nordöst
- A11 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från syd

FASADNIVÅER OCH PLANLÖSNINGAR

2.10 KOMMENTARER TRAFIKBULLER:

LJUDNIVÅ VID FASAD FRÅN TRAFIKBULLER

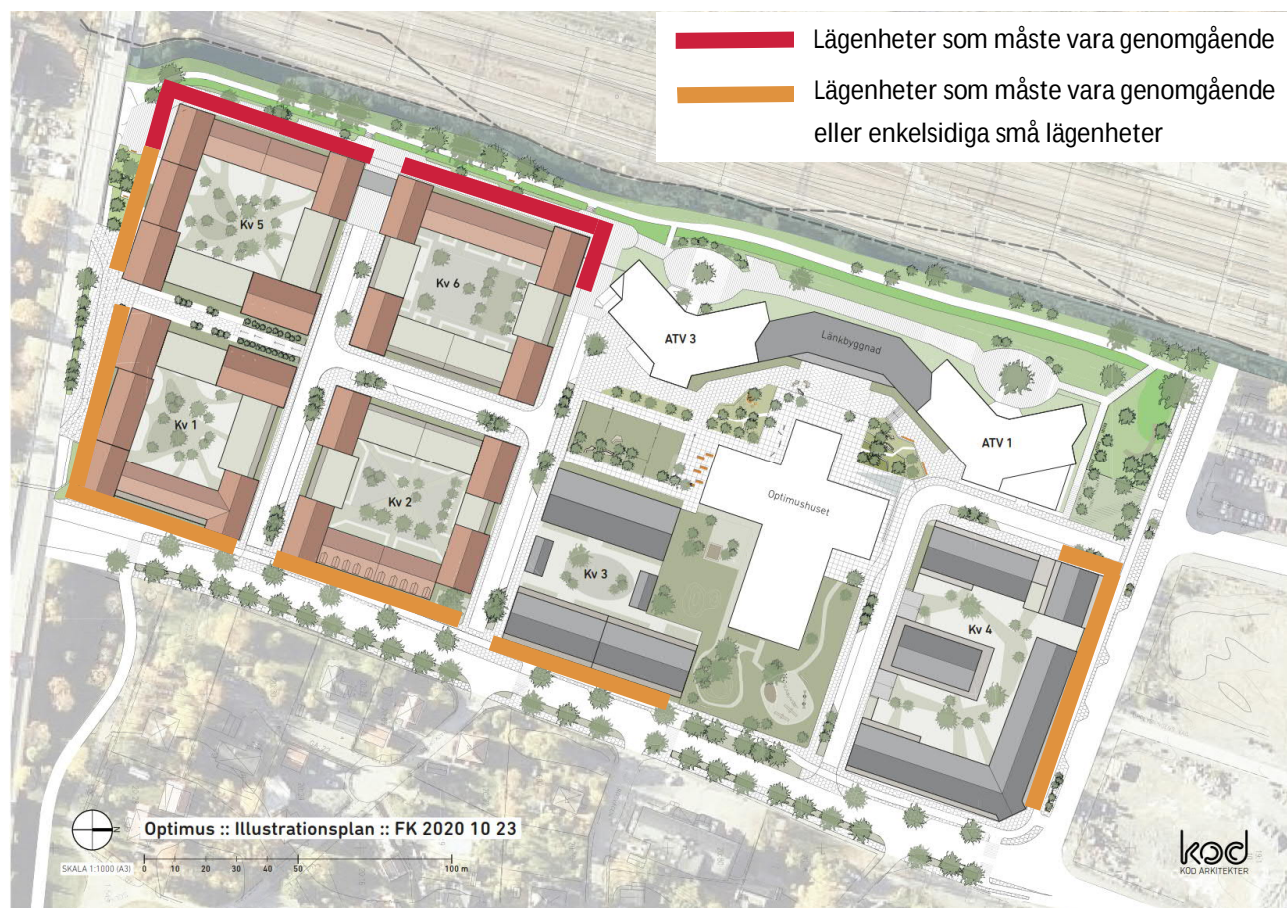
Ekvivalent ljudnivå är upp mot 70 dBA vid bostadsfasad närmast spår. Då kvartersformerna är slutna innehålls 55 dBA ekvivalent ljudnivå mot bostadsgården och genomgående planlösningar kan utföras från spårområde till bostadsgård.

Mot Optimusvägen är ekvivalent ljudnivå upp mot 63 dBA vilket betyder att även dessa lägenheter behöver vara genomgående till ljuddämpad sida mot bostadsgården eller göras mindre än 35 m².

I figur 10 visas fasader som är exponerade för ljudnivåer som ställer krav på utformning av planlösning. Omarkerade fasader kan utföras som enkelsidiga. Balkongskärmen mellan kvarter 5 och 6 skyddar från buller så att ljuddämpad sida skapas bakom den, relativt spår. Samma gäller om man bygger balkongsskärmen vid kvarter 6-ATV3 men den kan bytas ut mot inglasning av balkonger.

Rödmarkeringen i figur 10 betyder att alla bostäder som vetter mot spår måste planeras med genomgående planlösning till ljuddämpad sida. Nästan alla lägenheter som vetter mot Optimusvägen, Mälarvägen och Anton Tamms väg måste vara antingen genomgående eller små lägenheter. För resterande bostäder som vetter in mot området mot lokalgator så kan man utföra enkelsidiga lägenheter.

Maximal ljudnivå från passagetågen som går nattetid är hög men innehåller riktvärdet 70 dBA på ljuddämpad sida mot bostadsgården nattetid.

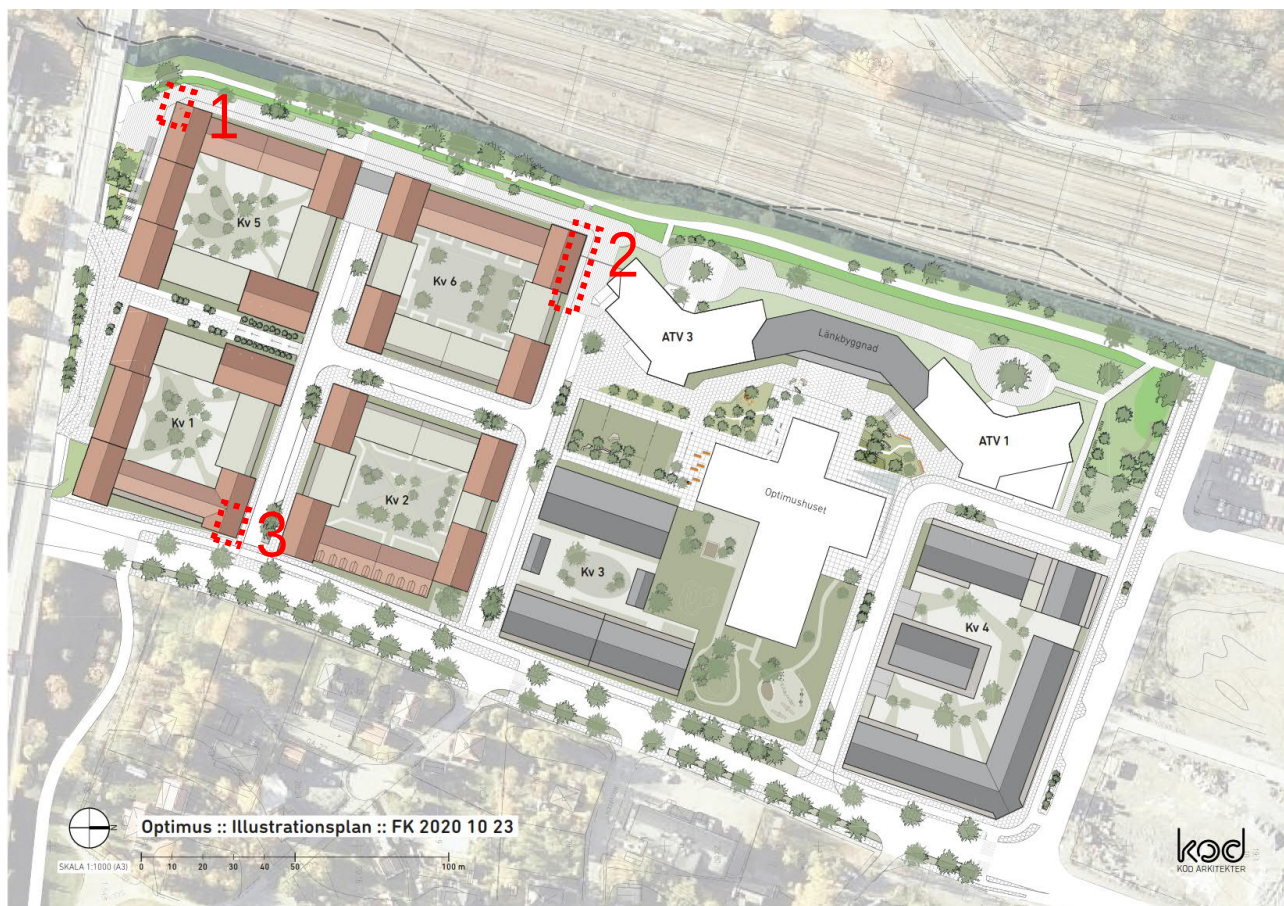


FIGUR 10. LÄGENHETER SOM MÅSTE VARA GENOMGÅENDE TILL BOSTADSGÅRD I RÖTT OCH LÄGENHETER SOM MÅSTE VARA GENOMGÅENDE TILL BOSTADSGÅRD ELLER HÖGST 35 M² I ORANGE

ÅTGÄRDER

För ett antal lägenheter så innehålls inte riktvärden enligt trafikbullerförordningen då de inte är genomgående. Det handlar om hörnlägenheter som inte kan göras så stora att de når till den ljuddämpade sidan mot bostadsgården. För lägenheterna markerat i rött rekommenderas en indragen balkong med 75% inglasning för att klara riktvärde vid fönster istället, detta är en teknisk lösning. Se figur 11 nedan för markering var dessa lägenheter är.

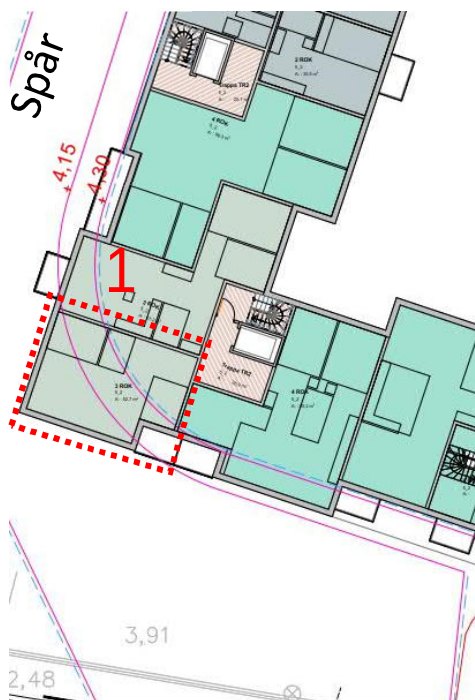
Se detaljerade planlösningar och fasadnivåer i slutet av rapporten i bilagorna.



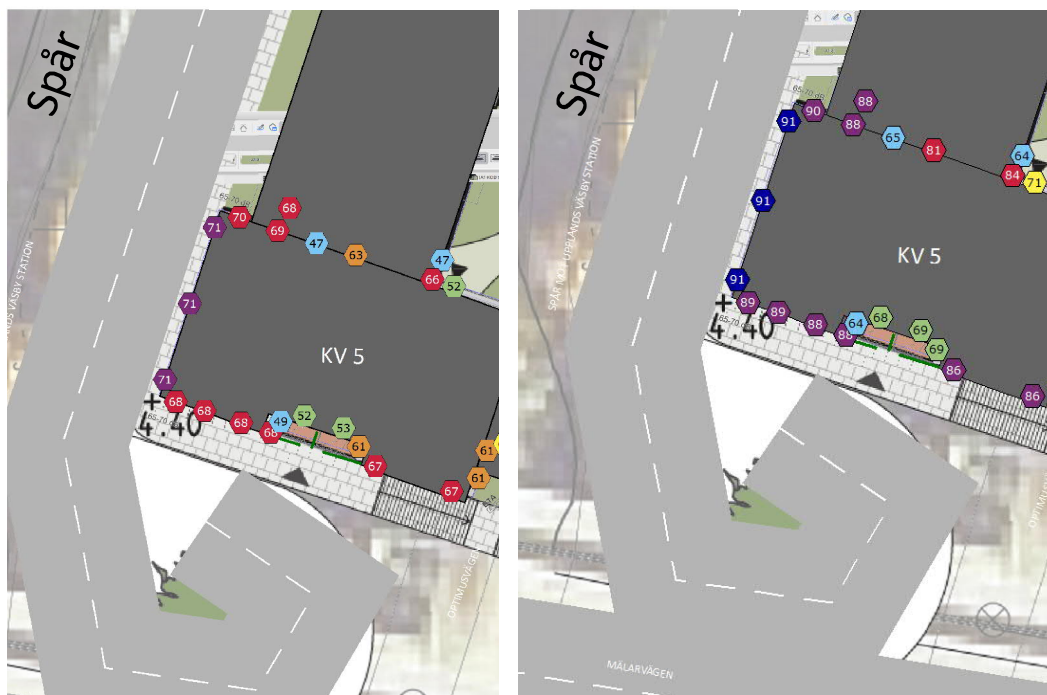
FIGUR 11. LÄGENHETER SOM INTE INNEHÅLLER RIKTVÄRDE UTAN TEKNISKA LÖSNINGAR

HÖRNLÄGENHET KVARTER 5

I kvarter 5 finns en lägenhet, markerad i rött i figur 12, som inte klarar riktvärde vid ljustäpnad sida då lägenheten inte är genomgående. För att säkerhetsställa att boende i denna lägenhet får en god ljudmiljö, och kan vädra så att riktvärde innehålls inomhus, så planeras tekniska lösningar vid lägenhetens indragna balkong. Indragningen gör att fönster kan riktas bort från spår. Med 75% inglasning och absorberande väggar och innertak i balkongen så kan två rum få fönster mot fasad där riktvärde för ljustäpnad sida innehålls. Men det är så pass höga nivåer på fasaden att extra åtgärder krävs för att säkerhetsställa detta, se beskrivning på ytterligare åtgärder för denna lägenhetstyp på nästa sida.



FIGUR 12. LÄGENHET I KVARTER 5 SOM INTE INNEHÅLLER RIKTVÄRDE

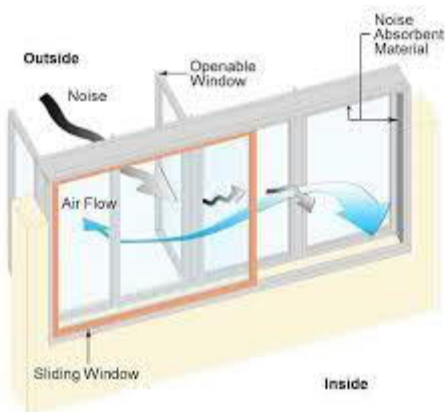


FIGUR 13. EKVIVALENT LJUDNIVÅ ÅT VÄNSTER OCH MAXIMAL LJUDNIVÅ ÅT HÖGER MED 75% INGLASNING

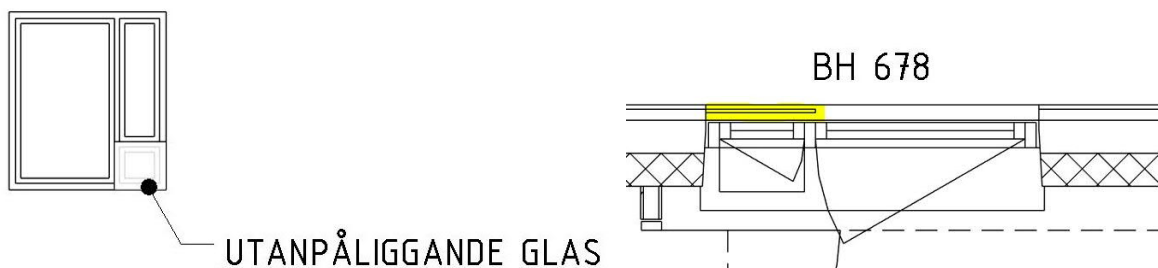
På grund av balkongens läge mot Mälarvägen så behövs det speciella tekniska lösningar för skapa bullerdämpad vädring. På grund av läget på denna lägenhet och svårigheterna att göra genomgående så blir det en fråga om att klara riktvärdet inomhus och göra en så pass bra bullerdämpad vädring som är tekniskt möjligt. Balkongen med inglasning bör egentligen vara 100% inglasad med glas som är 10 mm tjockt på grund av de höga ljudnivåerna. Detta är dock ej tillåtet som bullerskyddsåtgärd. Den maximala ljudnivån är så pass hög utanför balkongen att extra tekniska lösningar behövs för att med säkerhet kunna skapa ljuddämpad vädring.

Någon av följande lösningar rekommenderas utöver inglasning och absorberande ytor:

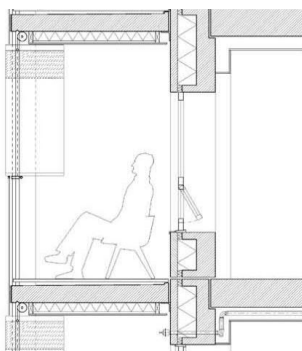
1. 100% inglasning genom skjutbara glaspartier. Detta är normalt ej godkänt för bulleråtgärd.
2. Parallella glasskivor som går omlott för att släppa in luft men stoppa ljud.
3. En utanpåliggande fast glasskiva utanför mindre vädringsfönster.
4. Lågt sittande vädringsfönster och täta balkongräcken.



FIGUR 14. EXEMPEL PÅ HUR BALKONGENS INGLASNING KAN GÖRAS OMLOTT FÖR ATT SLÄPPA IN LUFT MEN EJ LJUD



FIGUR 15. EXEMPEL PÅ FAST GLASSKIVA UTANFÖR VÄDRINGSFÖNSTER VID BALKONGEN SOM ÖPPNAS INNÅT

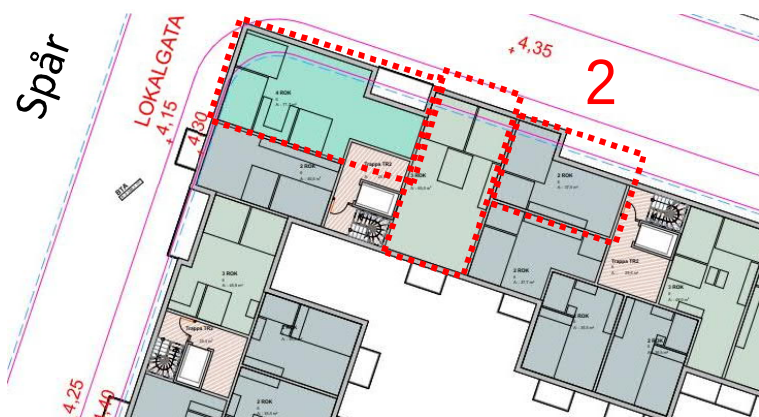


FIGUR 16. EXEMPEL PÅ LÅGT SITTANDE VÄDRINGSFÖNSTER OCH TÄTT BALKONGRÄCKE. VÄDRINGSRUTAN BÖR VARA PÅ GAVELN SOM PEKAR BORT FRÅN SPÅR OCH VÄL SKYDDAD AV INGLASNINGEN PÅ BALKONGEN SOM BÖR GÅ HELA VÄGEN FRÅN GOLV TILL TAK. DETTA BLIR EN DUBBEL LJUDFÄLLA FRÅN BULLER FRÅN BÅDE SPÅR OCH VÄG.

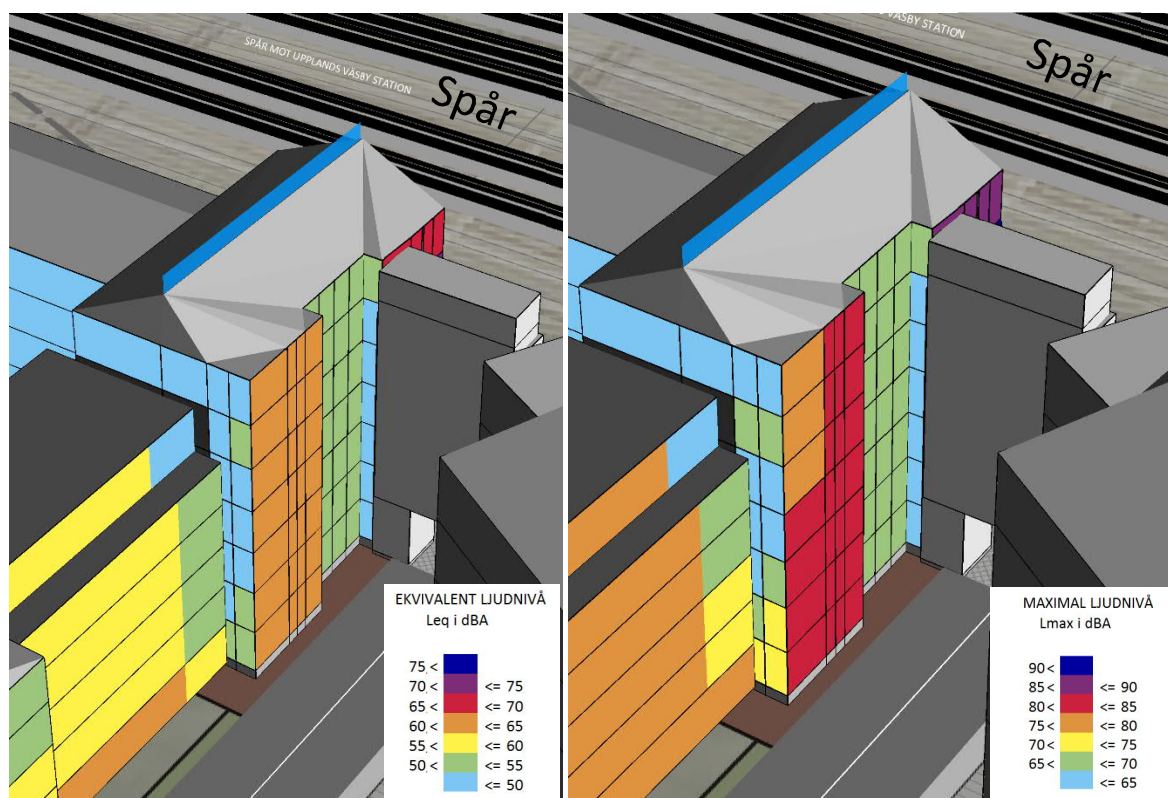
HÖRNLÄGENHET KVARTER 6

I kvarter 6 finns tre lägenheter, markerade rött i figur 17, som inte klarar riktvärde vid ljuddämpad sida då lägenheten inte är genomgående. Anledningen är att de planerats utifrån ett förslag med en byggnadshög glasskärm som går från kvarter 6 till kontorsbyggnaden ATV3. Denna glasskärm innebär att dessa lägenheter klarar riktvärdet men i denna rapportens utredning testas vad det innebär om man inte bygger den. Då bilar behöver kunna passera under skärmen och det är komplicerat att sluta skärmen mot befintlig kontorsbyggnad så kommer effekten på ljudmiljön i området inte vara tillräckligt god om den inte kompletteras med spårnära skärmar och sluts mot kontorsbyggnaden. Om syftet är att skydda de tre lägenheterna så är inglasning av lokala balkonger en åtgärd som blir mer rimlig i kostnad för tre lägenheter. Det är också möjligt att ändra planlösningen i två av lägenheterna så att riktvärde innehålls.

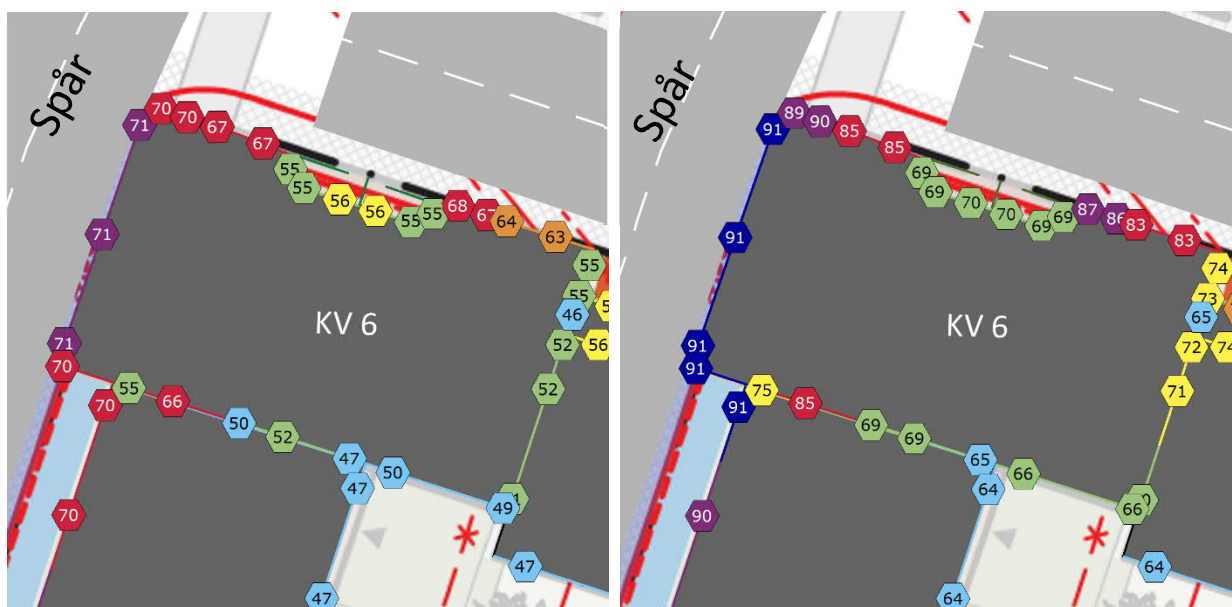
Om skärmen mellan Kv 6 och ATV3 inte byggs så rekommenderas inglasning upp mot 75% och absorberande ytor likt lägenheten i kvarter 5. Lägenheten bredvid åt höger om den indragna balkongen behöver ha ett fönster som är skyddat mot balkongen då den är 3 ROK. Denna lägenhet bör utformas med två rum mot bostadsgården eller som en 2 rum och kök så att hälften av bostadsrummen är mot innergården. Den lägenhet som är längst åt öst är en 2 ROK större än 35 m² och behöver därför ljuddämpad sida, denna bör göras till 35 m² för att innehålla riktvärde.



FIGUR 17. LÄGENHET I KVARTER 6 SOM INTE INNEHÅLLER RIKTVÄRDE



FIGUR 18. LÄGENHET I KVARTER 6 MED TIDIGARE FÖRESLAGEN SKÄRM MELLAN KV6 OCH ATV3



FIGUR 19. EKVIVALENT LJUDNIVÅ ÅT VÄNSTER OCH MAXIMAL LJUDNIVÅ ÅT HÖGER TEST MED 75% INGLASNING

Även på denna sida bör någon av åtgärderna som 100% inglasning, inglasning omlott, fastmonterade glastrutor utanför vädringsfönster eller lågt sittande vädringsfönster med täta räcken utföras.

HÖRNLÄGENHET I KVARTER 1

I en hörnlägenhet i kvarter 1 så är det inte genomgående planlösning och ekvivalenta ljudnivåerna vid fasad är över 60 dBA för hela lägenheten. Detta skulle kunna lösas genom att göra en indragen balkong i markering x i figur 22 och göra så att två rum vetter mot denna balkong. Det planeras en balkong söder om lägenheten men dit vetter endast ett rum och lägenheten är 4 ROK. Om en inglasning upp mot 75% görs för balkongen söder om lägenheten så kan ett rum ha fönster mot den balkongen och ett annat rum mot den föreslagna indragningen på norra sidan. Ett annat alternativ är att göra om denna hörnlägenhet till två stycken små lägenheter om högst 35 m² för då innehålls riktvärdet utan tekniska lösningar.



FIGUR 20. LÄGENHET I KVARTER 1 SOM INTE INNEHÅLLER RIKTVÄRDE

TOTALT ANTAL AVSTEG

I ett stort exploateringsområde nära bullerkällor blir det oftast några lägenheter som får överskridande av bullerriktvärden, särskilt i hörnlägen. Dessa lägenheter kan också få god ljudmiljö inomhus men då krävs det tekniska lösningar. Tekniska lösningar är särskilda fysiska åtgärder med specifik anledning att dämpa buller. Inglasning för att dämpa buller är en teknisk lösning men en indragen balkong är endast en byggnadsutformning och därför inte teknisk lösning. Det finns ingen bestämd kvot på hur många lägenheter i ett planerat område som får göra avsteg från riktvärden och ha tekniska lösningar men praxis brukar vara högst 5% av det totala antalet planerade lägenheter.

Om man räknar att tekniska lösningar behövs för en lägenhetstyp i kvarter 5, tre lägenhetstyper i kvarter 6 och en lägenhetstyp i kvarter 1 så blir det totalt $9+21+4=34$ st lägenheter. Totalt planeras det 1055 lägenheter. Det ger en kvot på $34/1055=0,032$ vilket är 3,2% av det totala antalet lägenheter som behöver tekniska lösningar. Det är oftast godkänt. Lösningar för att minska antalet tekniska lösningar är att:

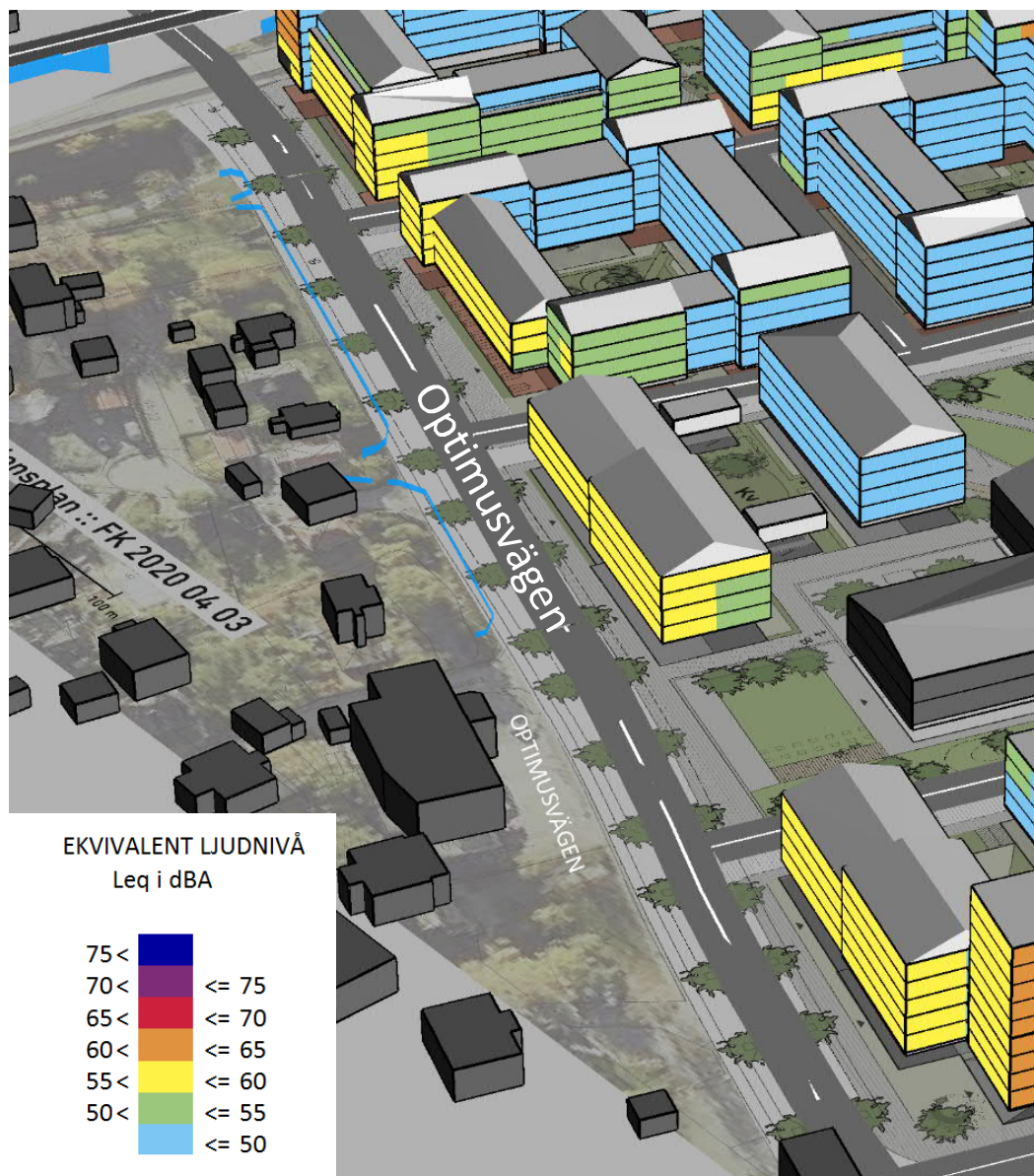
1. Bygga glasskärmen mellan kvarter 6 och ATV3. Den bör dock vara tät eller kompletterad med skärm vid spår.
2. Ändra planlösning för 3 ROK i hörnet på kvarter 6 till en 2 ROK och lägenheten som är 2 ROK till $<35 \text{ m}^2$
3. Ändra planlösning för hörnlägenhet i kvarter 1 till två små lägenheter eller använda indragen balkong för två rum

Med dessa tre lösningar är det endast den tekniska lösningen vid kvarter 5 kvar vilket är mindre än 1% av antalet lägenheter.

FASADNIVÅ OM MAN ANLÄGGER TYSTARE VÄGBELÄGGNING VID OPTIMUSVÄGEN

Fasader mot Optimusvägen har ekvivalent ljudnivå upp mot 63 dBA. Optimusvägen planeras byggas om och då kan vägbeläggningsen läggas om till mindre stenstorlek. Att använda 8 mm stenstorlek i asfalt istället för vanliga 16 mm ger 3 dB reduktion pga den jämnare ytan. Det är fortfarande beständigt och används t.ex. vid Hornsgatan i Stockholm med gott resultat (-3 dB) trots att det är en kraftigt trafikerad väg med mycket busstrafik. Hornsgatan har dock förbud mot dubbdäck vilket minskar slitage. Finns flera exempel där detta varit lyckat för att dämpa buller.

Tystare vägbeläggning och låga skärmar nära väg skapar en bättre ljudmiljö för bostäder och skolgård och kan möjliggöra enkelsidiga lägenheter mot Optimusvägen. Observera att lägenheten i kvarter 1 klarar riktvärde med tystare asfalt.



FIGUR 21. EKVIVALENT LJUDNIVÅ MED TYSTARE VÄGBELÄGGNING GENOM MINDRE STENSTORLEK -3 DB

LJUDNIVÅ VID UTEPLATS FRÅN TRAFIKBULLER

Samtliga kvarter kan få en gemensam bullerskyddad uteplats på respektive bostadsgård där 50 dBA ekvivalent ljudnivå och 70 dBA maximal ljudnivå innehålls.

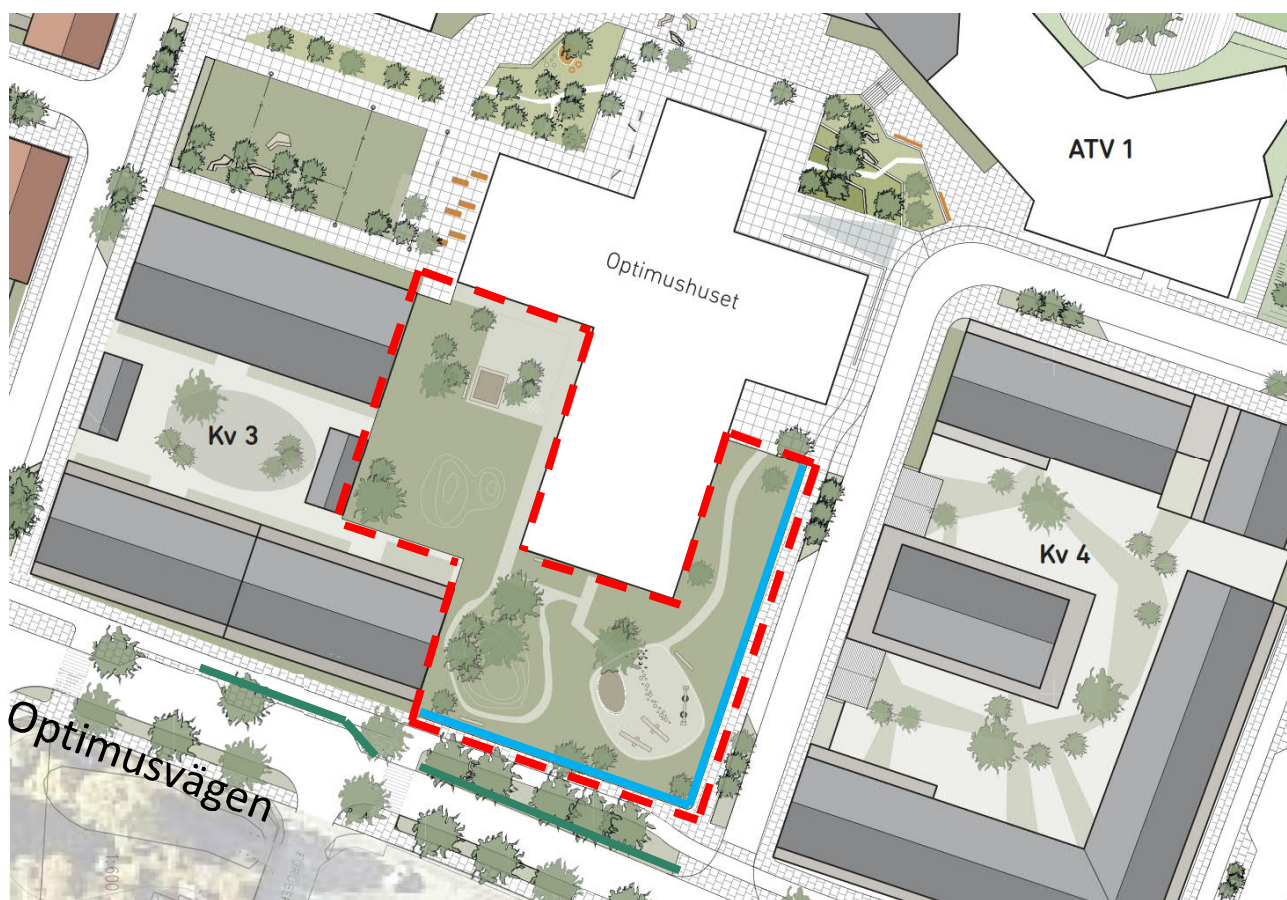
LJUDNIVÅ PÅ SKOLGÅRD FRÅN TRAFIKBULLER

En förskola planeras i Optimushuset. Miljön runtom huset är öppen för att behålla siktlinjer till byggnaden men släpper därför även in buller. Naturvårdsverkets riktvärden för buller på skolgård är 50 dBA ekvivalent och 70 dBA maximal ljudnivå för lektyta samt 55 dBA ekvivalent ljudnivå och 70 dBA maximal ljudnivå för övrigt yta på skolgården. Upplands Väsby kommun har som mål att nya skolgårdar ska innehålla 50 dBA ekvivalent ljudnivå och 70 dBA maximal ljudnivå på hela skolgården då hela skolgården kan antas vara lektyta. Se grön markering figur 24 där förskolgården är.

För att innehålla riktvärde för buller på skolgården rekommenderas en låg mur som går nära Optimusvägen för att dämpa ljudet vid källan (mörkgrön linje i figur 24). Den bör vara 1,3 m hög för att täcka infallsvinkeln från barnens öron till däckan vid Optimusvägen. Då har även bilisterna sikt över muren och kan se trafik som kör ut från lokalgatan. Som komplement till muren behövs en 1,5 m hög glasskärm eller glasat staket byggas längs med skolgårdens gräns. Dess främsta syfte är att dämpa bullret från öppningen där lokalgatan ansluter till Optimusvägen men även att dämpa bullret från lokalgatan. I verkligheten så är det bullret från lokalgatan lågt men beräkningsmässigt blir även lite trafik högre ljudnivåer än 50 dBA när de är nära. Låga bullerskyddsåtgärder fungerar för att riktvärdet är vid 1,5 m höjd över mark, vilket är bedömningshöjden för riktvärde vid skolgård. Detta är ett väldigt teoretiskt förslag, för att det gestaltningsmässigt och praktiskt ska vara lämpligt på platsen är en låg skärm nära vägen det rimligaste.

Gestaltningen av åtgärderna är fria att förändras så länge höjden och utsträckningen är densamma eller högre. Som exempel kan en låg mur nära vägen vara en lång sittmöbel. Det glasade staketet kan vara komplementbyggnader som låga öppna barnvagnsförråd, förrådsbyggnader eller plank för barnen att måla på. Detta behöver planeras väl, en komplementbyggnader i skolgårdens södra hörn och låga skärmar nära Optimusvägen och lokalgata kan vara tillräckligt.

Ingen skärm mellan Kvarter 6 och ATV3 har tagits med i beräkningar. Se bilaga A01 och A06 för resultat utan åtgärder.



FIGUR 22. FÖRSLAGEN PLACERING FÖR FÖRSKOLEGÅRD I MARKERAD RÖD YTA ÖSTER OM OPTIMUSHUSET



FIGUR 23. EKVIVALENT LJUDNIVÅ 1,5 MÖM MED ÅTGÄRD 1,3 M HÖG MUR (GRÖN) VÄSTER OM OPTIMUSVÄGEN OCH EN 1,5 M GLASSKÄRM (BLÅ)



FIGUR 24. MAXIMAL LJUDNIVÅ 1,5 MÖM MED ÅTGÄRD 1,3 M HÖG MUR (GRÖN) VÄSTER OM OPTIMUSVÄGEN OCH EN 1,5 M GLASSKÄRM (BLÅ)

FASADDIMENSIONERING

Närheten till spår och höga maximala ljudnivåer ställer höga krav på fasadens ljuddämpande förmåga. Detta innebär krav att bostäder byggs i tung konstruktion med fasader av t.ex. betong, ljuddämpande fönster som är dimensionerade för trafikspektrum och lågfrekvent buller, ljuddämpade ventilationsdon eller helst mekanisk ventilation FTX. I figur 27 redovisas exempel på krav för fasaddimensionering.

För bostäder närmast spår uppgår maximal ljudnivå från tågtrafik till 90-91 dBA. Det innebär att hela fasaden mot spår bör klassas som "röd zon" vilket betyder att väggar ska innehålla $R_w + C$ 65 dB, fönster $R_w + C$ 55 dB och tilluftsdon $D_{new} + C$ 67 dB. Det kommer bli kostsamma lösningar och vår rekommendation är ej öppningsbara fönster och FTX-ventilation som ger en mycket bättre ljuddämpning än öppningsbara och kostar en bråkdel. Vädring sker mot innergård. Fasadisoleringen i Blå zon är rimligare att lösa praktiskt och det är en mindre del av fasaden som har 91 dBA.

Röd zon 91-95 dBA (Maximala ljudnivåer från tågtrafik)					
	Bostäder		Trapphus		Sammanträdesrum
Vägg	$R_w + C$	65 dB	$R_w + C$	52 dB	$R_w + C$ 56 dB
Fönster	$R_w + C$	55 dB	$R_w + C$	42 dB	$R_w + C$ 46 dB
Tilluftsdon	$D_{new} + C$	67 dB			$D_{new} + C$ 58 dB
Blå zon 86-90 dBA (Maximala ljudnivåer från tågtrafik)					
	Bostäder		Trapphus		
Vägg	$R_w + C$	60 dB	$R_w + C$	47 dB	
Fönster	$R_w + C$	50 dB	$R_w + C$	37 dB	
Tilluftsdon	$D_{new} + C$	62 dB			
Gul zon 81-85 dBA (Maximala ljudnivåer från väg- och tågtrafik)					
	Bostäder		Trapphus		Lokaler
Vägg	$R_w + C_{tr}$	50 dB	$R_w + C_{tr}$	37 dB	$R_w + C_{tr}$ 43 dB
Fönster	$R_w + C_{tr}$	43 dB	$R_w + C_{tr}$	30 dB	$R_w + C_{tr}$ 35 dB
Tilluftsdon	$D_{new} + C_{tr}$	55 dB			$D_{new} + C_{tr}$ 47 dB
Grön zon					
	Bostäder				
Vägg	R_w	49 dB			
Fönster	R_w	41 dB			
Tilluftsdon	D_{new}	53 dB			

FIGUR 25. EXEMPEL PÅ LJUDKRAV PÅ FASAD

PÅVERKAN PÅ BEFINTLIGA BOSTÄDER

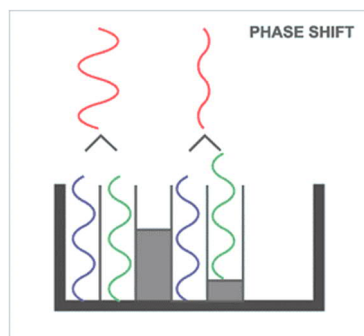
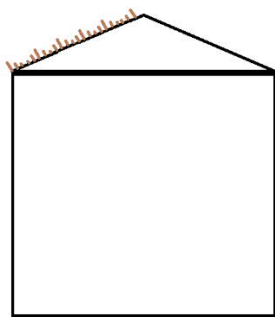
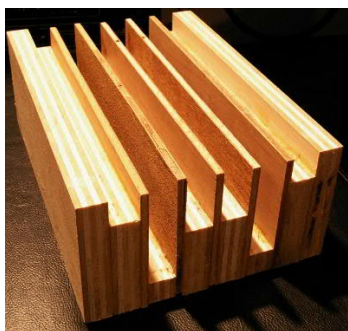
Påverkan på befintliga bostäder är låg. Den ökade trafiken enligt prognosen ökar ljudnivån vid villorna öster om Optimusvägen med ca 1 dB, om vägen flyttas längre från villorna sänks ljudnivån till lägre än vad den är idag. Det finns en låg skärm som i nuläget är nära Optimusvägen, om vägen flyttas får skärmen sämre dämpande effekt. Det betyder att på markplan så kommer ljudnivån öka med ca 1,5 dB pga förlorad dämpningseffekt och gå från dagsläget 55 dBA ekvivalent ljudnivå till 56 dBA ekvivalent ljudnivå. Skillnaden är ej märkbar. Om man önskar åtgärda buller vid dessa bostäder ändå så rekommenderas tystare vägbeläggning som ger -3 dB vilket då totalt blir tystare än nuläget trots ökad trafik och sämre skärmverkan. Alternativt kan skärmen höjas med en 0,3 m hög plexiglasskiva eller bytas ut mot en 2 m hög bullerskyddsskärm. Skärmen kräver ny grundläggning då och med tanke på leran krävs plintgrund, pålar eller vingfundament. Detta är vanlig standardutförande för en skärm och motsvarar ca 10000 kr löpmeter vilket blir ca 2 500 000 kr för 250 m. Då skillnaden i ljudnivå ej blir avsevärt mycket högre och reflektionerna har liten betydelse jämfört med nuvarande byggnader är kostnaden för ljuddämpande effekt ej samhällsekonomiskt rimlig.

GOD LJUDMILJÖ – SUBJEKTIV BEDÖMNING

Om man är på plats så kan man uppleva de höga ljudnivåerna som uppstår när snabba tåg som X40 och dubbeldäckarna skapar. De från kommunen som jobbar i kontoret vid Anton Tamms väg har nog god förståelse för hur de 91 dB upplevs när man står utanför kontorsbyggnaden samt hur vibrationer kan få skrivbord att skaka. När man bygger bostäder så nära spår krävs det att man tar buller på största allvar för de framtida boendes skull. I projektet har ett nära samarbete mellan Byggvesta, arkitekt, kommun och akustiker utförts för att komma fram till en utformning som möjliggör en god ljudmiljö. Det är vår rekommendation att denna utformning hålls kvar.

Följande punkter är av högsta betydelse för att skapa en god ljudmiljö för de boende:

1. Byggnaderna mot spåret måste forma en lång och hög mur mot spåret. Anledningen varför detta är viktigt är för att de väldigt höga ljuden från passerande tåg annars kommer in i öppningarna och studsar och förstärks mellan fasaderna. Skillnaden mellan att höra och inte höra dessa passager kommer göra stor betydelse för ljudmiljö i gaturummet, bostadsgårdar och skolgårdar i området. Därför har skärmar som kopplar ihop kvartersformerna från bottenvåning till högsta våning föreslagits i strukturen. Denna utförs antingen som byggnad, balkong eller glasskärm. Det finns dock en öppning för att släppa igenom trafik mellan kvarter 5 och 6 vilket vi inte rekommenderar. Vi rekommenderar även att man sluter tätt mellan kvarter 6 och ATV 3 samt stänger till mellan ATV1 och kvarter 4 om möjligt t.ex. med en glasskärm. Det är av praktiska skäl och framkomlighetsskäl ej rimligt men vore bästa lösningen för området. Möjlig lösning är att med en ca 5 m hög skärm mot spår komplettera öppningarna för trafiken under de höga skärmarna mellan kvarteren.
2. När man sluter tätt mot spåren kan ljudet från tågen endast ta sig över byggnaden eller runtom. På sidorna är det relativt tätt förutom mellan ATV och kvarter 4. Då kan man fokusera på att dämpa ljudet som går över taken. Olika takformer har olika bra effekt på att dämpa ljud. Ett sadeltak fungerar som en skärm, ett platt tak får två diffraktionspunkter som ljudet måste byta spridningsvinkel vid och förlorar energi. Ett grönt tak med sedum dämpar ljud som går över taket. Tågljud är ganska förutsägbara, den mesta energin från snabbtågen ligger mellan 2000-4000 Hz, detta är frekvenser som är lätta att dämpa. En fördelaktig form på ett sadeltaks yta är en form som stoppar just dessa frekvenser. Genom att utforma diffusorer (ljudfördelare) och kvartvåglängdsbrunnar på takytan så kan man ta bort det mesta av ljudet som annars skulle kunna ta sig in i området. Brunnarna mellan träskivorna bör vara 2-4 cm djupa för att tågljudet ska släcka ut sig självt. Det är en välbeprövad teknik men sällan använt i trafikbullersammanhang. På tak måste man ta hänsyn till snö och regn vilket fort gör det opraktiskt. Med tanke på de höga bullernivåerna kan en sån speciallösning vara lämplig.



FIGUR 26. EXEMPEL PÅ HUR TÅGLJUD KAN SLÄCKA UT SIG SJÄLVT GENOM EN FORM PÅ TAKET

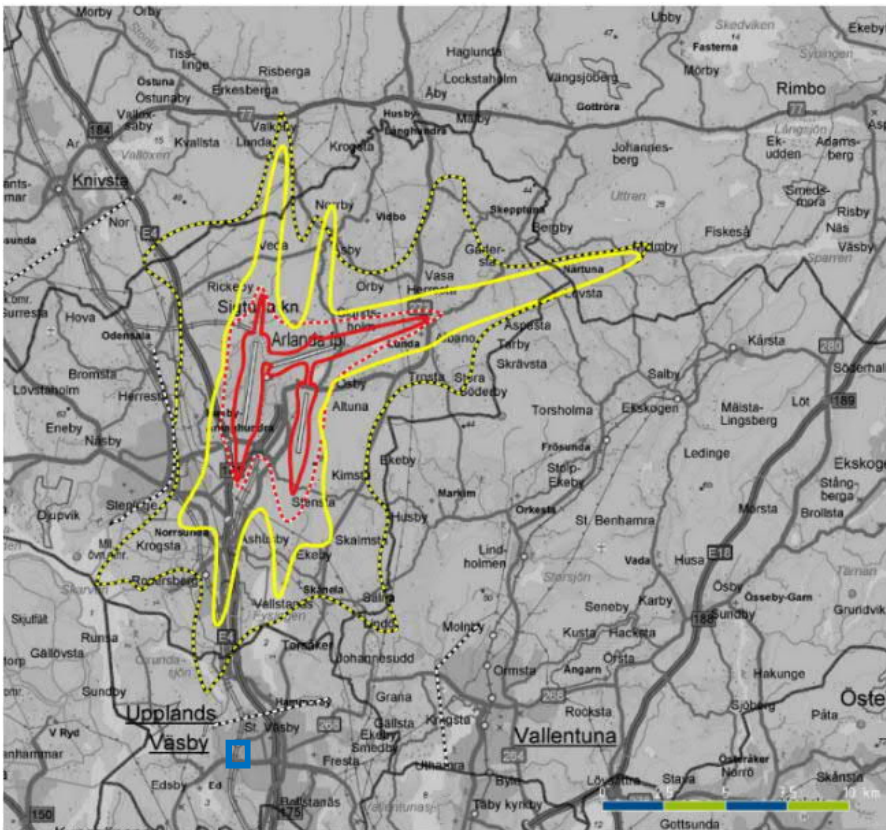


3 Flygbuller

3 FLYGBULLER

3.1 RESULTAT FLYGBULLER:

Flygbullernivå vid Optimus innehåller riktvärde för ekvivalent och maximal ljudnivå enligt Swedavias rapport Miljörapport Stockholm Arlanda Airport 2015. Det är 55 FBN (ekvivalent ljudnivå i gul kurva) och 70 dBA maximal ljudnivå (i röd kurva) som ska innehållas.



FIGUR 27. FLYGBULLERNIVÅ FÖR DYGNSEKVIVALENT SOM GUL KURVA OCH MAXIMAL LJUDNIVÅ SOM RÖD KURVA. OPTIMUS ÄR I BLÅ MARKERING

4 Verksamhetsbullen



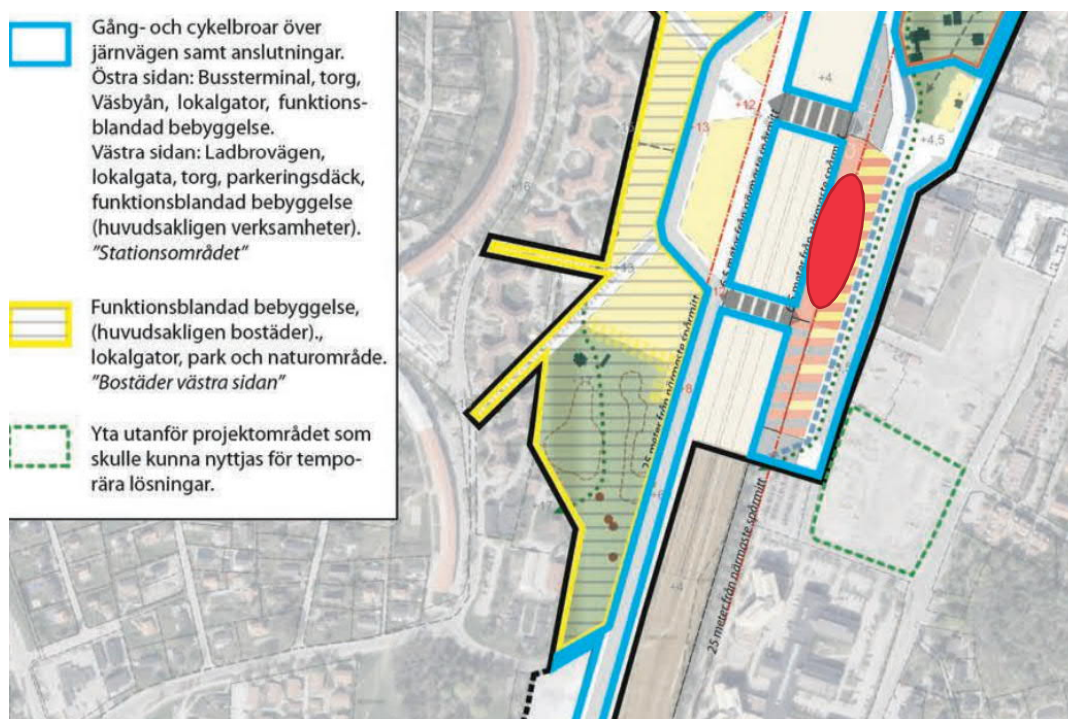
4 VERKSAMHETSbuller

I nuläget finns flera ljudkällor från verksamheter i området men när området byggs om finns endast fläktar vid ATV1 och på Optimushuset som verksamhetsbuller i området. Fläkten på ATV1 kan behöva bullerdämpas med en kåpa för att innehålla 45 dBA ekvivalent ljudnivå nattetid då kvarter 3 utförs med enkelsidiga lägenheter. Detta är enkelt löst genom att rikta ljudet ned mot marken med en kåpa.

Det planeras en bussterminal norr om Optimus vid pendeltågsstationen. Bussterminalen är planerad nära stationsområdet vilket är relativt långt bort när det gäller denna typ av buller. Bussterminalen är tänkt att vara i botten på en kontorsbyggnad vilket dämpar dess buller ytterligare. Det är ca 250 m till närmsta bostad från bussterminalen vilket betyder att riktvärden för verksamhetsbuller har minst 6 dB marginal till riktvärden baserat på maximala ljudnivåer på ca 105 dBA från bussar som accelererar. Ekvivalent ljudnivå är betydligt lägre och innehåller riktvärden med god marginal. Verksamhetsbuller är inget hinder för bostadsbyggandet här och är ej jämförbart med bullerproblematiken från tågen. Bussarna kommer dock passera nära bostäderna och påverka området med lågfrekvent buller vilket behöver tas i hänsyn vid fasaddimensioneringen av fönster och ventilationsdon. Busshållplats bör ej placeras nära bostad.



FIGUR 28. EXEMPELBILD PÅ BUSSTERMINALEN VID STATIONSBYGGNADEN FRÅN ZAHA HADID ARKITEKTER



FIGUR 29. YTA SOM SIMULERAS SOM BUSSTERMINAL I RÖTT

5 Vibrationer



5 BERÄKNINGAR VIBRATIONER

5.1 RIKTVÄRDEN FÖR KOMFORTVIBRATIONER I BYGGNADER:

Med komfortvibrationer i byggnader avses vibrationer i frekvensområdet 1-80 Hz vilket bedöms vara relevant för mekaniska vibrationer som påverkar människokroppen. Mätning sker enligt svensk standard SS 460 48 61 "Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader". I standarden anges riktvärden för bedömning av komfort i byggnader, se Tabell 4.

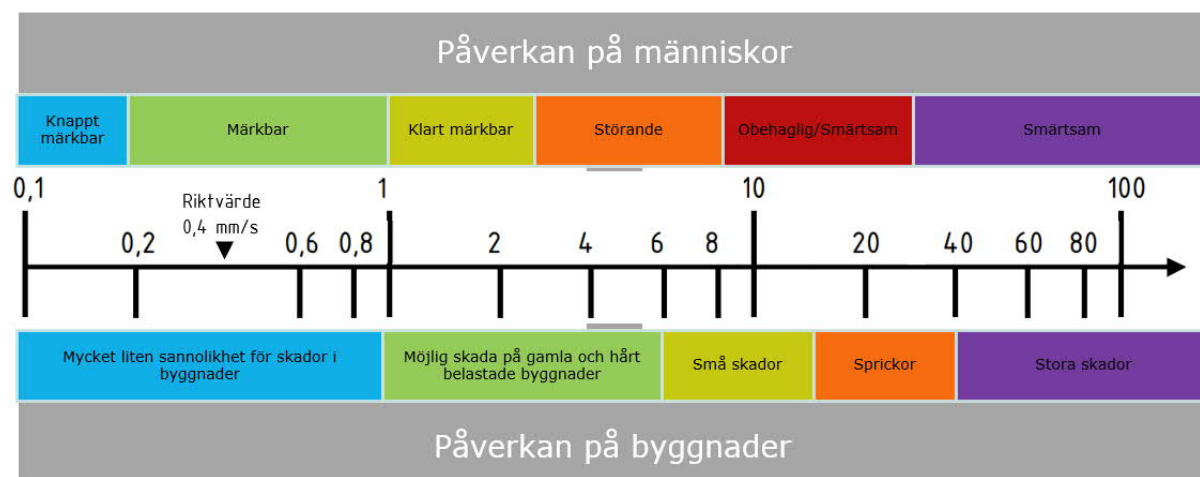
Enligt standarden bör riktvärdena "tillämpas vid nyetablering och vid nybebyggelse. De kan tillämpas mindre strikt för kontor än för bostäder. Den komfortvägda vibrationshastigheten 0,4 mm/s är också rekommenderat för nyprojektering av bostäder i Trafikverkets riktlinje TDOK 2014:1021, Buller och vibrationer från trafik på väg och Järnväg som anges för bostäder nattetid." Praxis är att använda 0,4 mm/s som ett riktvärde för nyprojektering av bostäder och kontor. I Upplands Väsby har en överenskommelse med Trafikverket tagits fram där målet är 0,3 mm/s då det är känt att det finns vibrationsstörningar i området. Följande nivåer beskrivs som störande i standarden:

TABELL 4. RIKTVÄRDEN UR SVENSK STANDARD SS 460 48 61. "VIBRATION OCH STÖT - MÄTNING OCH RIKTVÄRDEN FÖR BEDÖMNING AV KOMFORT I BYGGNADER". VÄRDENA AVSER UPPMÄTTA NIVÅER INOMHUS I BOSTÄDER.

Störningsgrad	Komfortvägd vibrationshastighet	Anmärkning
Liten störning:	0,1 - 0,4 mm/s	Knappt/inte kännbar för människa
Måttlig störning:	0,4 - 1,0 mm/s	Delvis kännbar för människa
Sannolik störning:	1,0 - 2,0 mm/s	Kännbart för människa. Upplevs som störande
Stor störning:	>2,0 mm/s	Mycket kännbar. Obehaglig störning.

- För vibrationer gäller 0,3 mm/s enligt avtal mellan Upplands Väsby kommun och Trafikverket

TABELL 5. JÄMFÖRELSE MELLAN VIBRATIONERS PÅVERKAN PÅ MÄNNISKOR RESPEKTIVE BYGGNADER

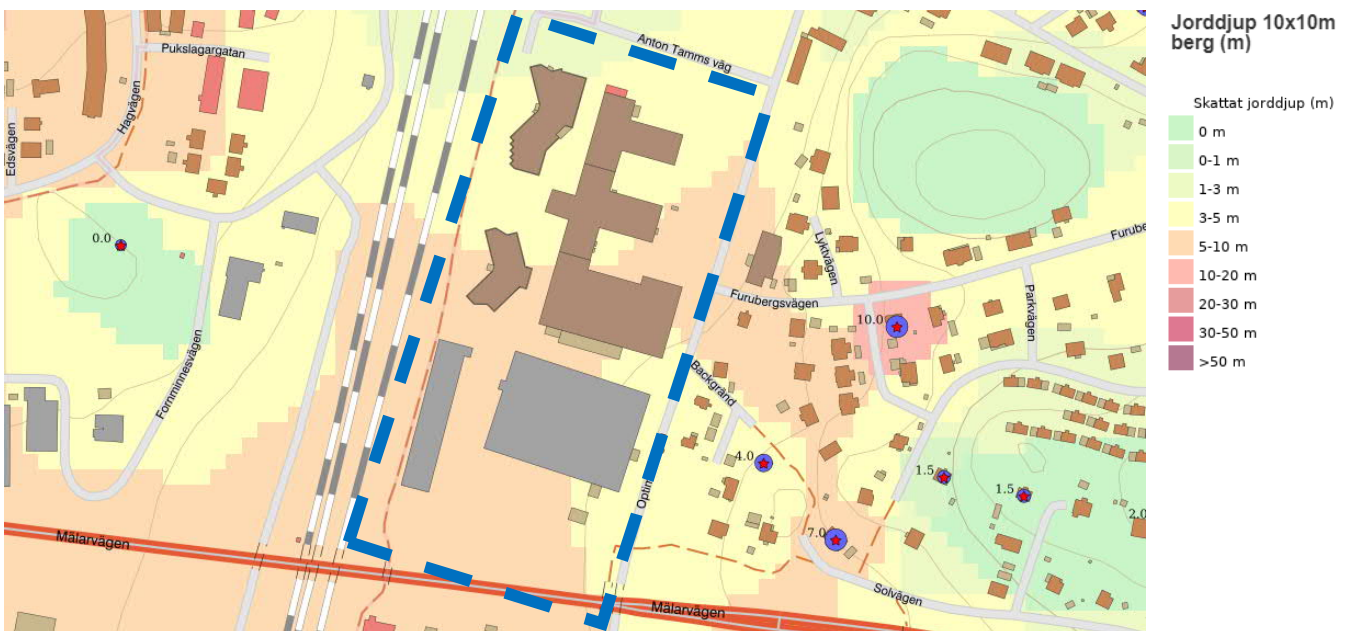


5.2 INDATA BERÄKNING AV VIBRATIONER:

SGU:s jordartskartan har använts som underlag för marktyp till vibrationsberäkningarna. Jordartskartan visar att det är postglacial finlera. Det kan vara lös jord vilket bär med sig vibrationer. Det är ej klart hur spåret är förstärkt.



FIGUR 30. JORDARTSKARTA FÖR PLANOMRÅDET. PLANOMRÅDET MARKERAT I BLÅTT.



FIGUR 31. JORDDJUPSKARTA FÖR PLANOMRÅDET. PLANOMRÅDET MARKERAT I BLÅTT.

Beräkning av komfortvibrationer från spårtrafik vid Optimusområdet har beräknats för komfortvägd vibrationshastighet mm/s (RMS-värde vägt enligt ISO 2631-2).

TABELL 6. FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR VIBRATIONSBERÄKNINGAR FRÅN GODSTÅG.

Indata kategori	Vald indata	Motivering
Källa	Godståg	Dominerande källa för markvibrationer
Avstånd	35 m	Närmaste avstånd mellan spår för godståg och bostad
Hastighet	100 km/h	Skyltad hastighet
Spårförhållanden	God kondition, 1 m ballast	Befintligt spår
Markförhållanden	Lös lera	Från jordartskartan
Grundläggning	Pålning med spetsburna pålar	Jorddjup och risk för vibrationer
Bjälklag	<8 m spännvidd och >8 m	Risk för vibrationer

TABELL 7. FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR VIBRATIONSBERÄKNINGAR FRÅN BUSS OCH LASTBIL.

Indata kategori	Vald indata	Motivering
Källa	Lastbil och buss	Dominerande källa för markvibrationer
Avstånd	8 m	Närmaste avstånd mellan väg och bostad där tung trafik går
Hastighet	30 km/h	Skyltad hastighet
Vägförhållanden	Nylagd väg	Planerad ombyggnation
Markförhållanden	Lös lera	Från jordartskartan
Grundläggning	Pålning med spetsburna pålar	Jorddjup och risk för vibrationer
Bjälklag	<8 m spännvidd och >8 m	Risk för vibrationer

5.3 RESULTAT BERÄKNING AV VIBRATIONER:

Beräknade vibrationsnivåer i vekaste bjälklaget för värsta fallet, där vi antar lös lera, är 0,29 mm/s förutsatt att man pålar med spetsburna pålar och håller bjälklagen korta <8 m. Om man däremot grundlägger med mantelburna pålar så kan vibrationsnivåer uppgå till 0,86 mm/s i det vekaste bjälklaget vilket är mycket störande. Detta är beräknat med god marginal och lösare lera än vad det förmodligen är. Om jorden består av lera och ej lös lera så blir beräknade vibrationsnivåer 0,29 mm/s även med långa bjälklag och spetsburna pålar vilket är mer troligt. Om man gräver ned till berg, vilket är mellan 5-10 m ned, så är beräknade vibrationsnivåer 0,14 mm/s från godståg. För busstrafik och lastbilar på Optimusvägen och Anton Tamms väg så innehålls 0,3 mm/s. För befintliga bostäder längs Optimusvägen så uppgår vibrationsnivåer till 0,3 mm/s för tung trafik idag. Ökning av passager pga Optimusområdet är främst personbilar som ger lägre än 0,1 mm/s. Ökningen av busstrafik kommer dock påverka antalet störande händelser. Vibrationsnivåer från Optimusvägen kommer dock sänkas när man lägger om vägen och asfalterar om då ytan blir jämn.

5.4 KOMMENTAR VIBRATIONER:

Det föreligger risk för vibrationsstörningar i området. Markförhållande är gynnsamma för spridningen av vibrationer till byggnader. I dagsläget upplever de som arbetar vid kontor på Anton Tamms väg att vibrationer känns tydligt. Grundläggningen för de kontorsbyggnaderna är okänd. Med krav på grundläggningen som spetsburna pålar och korta bjälklag så innehålls målet om 0,3 mm/s vibrationsnivå från godståg. För vibrationer så är det extremt svårt att åtgärda i efterhand och teoretiska beräkningar tangerar målvärdet i ett område där vibrationsstörningar är känt. Därför rekommenderas att man utför vibrationsisolerade åtgärder för bostäderna. Vibrationer kan fortplanta sig långt vid gynnsamma förhållande därför gäller detta samtliga bostäder.

För att innehålla målen för stomljud och komfortvibrationer vid grundläggning på pålar och på berg.

1. Om möjligt gräv ned till berg för grundläggning
2. Om detta ej är möjligt, påla med spetsburna pålar
3. Om möjligt håll bjälklag korta
4. Vibrationsisolera bärande väggar från grundläggningen

Punkt 4 är den viktigaste punkten då det går att kortsluta vibrationernas fortplantning genom att t.ex. ställa byggnaden på vibrationsisolerande kuddar eller vibrationsisolera koppling till pålar. Utredning bör utföras för att mäta vibrationer i befintliga byggnader och ta fram lämpliga åtgärder i bygglovsskedet och projekteringen.

Vibrationsisolering med lämpliga mellanlägg/isolerande matta placeras mellan källarplan och markplan, alternativt under källarplan. För huskroppar närmast järnväg med pålad grund eller med grundläggning på berg, ska insättningsdämpningen åtminstone ha dämpegenskaper med 5 dB vid 20 Hz, 10 dB vid 25 Hz och 15 dB mellan 31,4 och 125 Hz. Vidare ska uppställningsfrekvensen ligga på högst 10 Hz för att inte de komfortstörande vibrationerna ska riskera förstärkas till nivåer över riktvärdet. För att verifiera kraven på vibrationsisolering är det lämpligt att göra kontrollmätning av vibrationsnivåerna då marken förberetts för grundläggning för att eventuellt justera kraven på insättningsdämpning före definitivt beslut av val av stomljudsisolerande material. För att isoleringen ska ge önskat resultat är det av största vikt att ingen del av den isolerade huskroppen har kontakt med oisolerade delar, eller att stum kontakt med mark förekommer.

- Leverantörerna skall visa beräkningar hur de kommit fram till utlovad insättningsdämpning.
- Om isoleringen läggs under källarplan får fyllning under platta inte innehålla skarpa kanter som riskerar penetrera vibrationsisoleringen och kortsluta det isolerande skiktet.
- Inga delar av huset får ligga an mot mark utan mellanliggande vibrationsisolering.
- Andra konstruktioner utan underliggande vibrationsisolering får inte ha stum kontakt med huset.
- Del av huset som vibrationsisoleras mjukfogas mot del av huset utan vibrationsisolering.
- Särskild omsorg om utifrån kommande anslutningar krävs för att dessa inte ska föra in ljud i byggnaden. Endast mycket mjuka anslutningar får förekomma.

Övriga åtgärder som kan dämpa vibrationsnivåer i bostad är:

- Lättfyllning – Metod för att undvika att påföra last på underliggande lera vid uppfyllning och undvika sättningar.
- Påldäck – Innebär att pålar slås i rutnät med en gjuten bottenplatta ovanpå.
- Bankpålar – Som påldäck fast med enstaka plattor istället för helgjuten bottenplatta
- Utskiftning – Lös lera grävs bort och ersätts med fyllning i form av packad friktionsjord.
- Vertikaldränering – Kanalsystem i rutnät under väg för att dränera jorden stärker jordens hållfasthetsegenskaper.

Lösningarna är många och brukar hanteras i projekteringen men krav på 0,3 mm/s bör stå i planbestämmelsen.

Vibrationer från väg beror oftast på ojämnheter i vägen. Hastigheten och den ofjädrade massan är dimensionerande. När det sker vibrationsstörningar från personbilar vid en relativt jämn väg så kan det ha att göra med olycklig matchning mellan fordonens resonans i fjädringen och markens egenskaper. Det kan även bero på bostäderna grundläggning.

Vibrationsnivåer vid befintliga bostäder kommer troligtvis kvarstå och med ökad trafik så kommer händelserna bli fler. Vibrationer beror mest på tung trafik om det inte finns tydliga ojämnheter i vägen. Risk för ökade vibrationsproblem för befintliga bostäder beror alltså främst på ökad busstrafik och inte ökad personbilstrafik till Optimusområdet. Det bör poängteras att vibrationsnivåerna inte kommer öka, men de kommer bli fler i och med ökad trafik.

När man bygger om Optimusvägen och lägger ny asfalt bör man välja mindre stenstorlek, som 8 mm stenstorlek, dels för att det bullrar mindre men också för att den jämnare ytan innebär mindre vibrationer. Man bör även placera brunnsock där man inte kör över och undvika alla sorts ojämnheter i närheten av befintliga bostäder. Ökat avstånd mellan väg och befintliga villor är positivt för att dämpa vibrationer. Dessa åtgärder kommer snarare innebära att vibrationsnivåerna i befintliga villor längs Optimusvägen kommer minska i framtiden och störningen kommer minska trots ökad trafik. Inga övriga åtgärder bedöms behövas.

Om man ändå är intresserad av övriga åtgärder så kan hastighetsreglerande fysiska åtgärder som trånga körbanor, chikaner, och hastighetskameror dämpa vibrationer. Det går även att ta bort vibrationerna avsevärt genom att förstärka marken under vägen t.ex. med Kalkcementpelare eller armerade mattor (4-6 dB enligt studien RIVAS). Om vibrationer är ett stort problem för boende kan man även överväga att bygga som en skärm under mark mellan vägen och bostäderna, t.ex. i den buffertytan som byggs mellan tomtgräns och Optimusvägen när den flyttas. En sådan skärm kan bestå av spont i metall (3-10 dB dämpning) eller en betongmur. Det är mest effektivt om man har ett mjukt material på betongmurens yta och kan bli upp mot 10 dB dämpning enligt mätningar från studien RIVAS. Det är skillnaden mellan markens och det mjuka materialets styvhet som är det viktiga. Material som är lätta men inte mjuka i förhållande till marken, som tex polystyren, är inte lika effektiva som elastiska material. En annan mångfunktionell lösning kan vara att placera ett tungt objekt som en gabionmur fylld av sten uppe på marken, då kan både vibrationer och luftljud dämpas. (<http://www.rivas-project.eu/> & <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/buller/rapport-vibrationer-inomhus-fran-trafik-2016-05-27.pdf>)

En åtgärd som sällan används är att sätta ned pelare i marken för att skapa som ett stängsel som vibrationerna ej kommer igenom. Avståndet mellan pelarna beräknas baserat på våglängden för vibrationerna vilket man måste mäta. En omfattande studie med tester utfördes av Svensk Djupstabilisering år 2002 med mycket goda resultat för dämpning. (<https://www.swedgeo.se/globalassets/publikationer/svensk-djupstabilisering/sd-r10.pdf>).

Detta skulle även kunna utföras mellan spår och ATV1 och ATV3 för att dämpa vibrationer till kontoret. Om pelarna även sticker upp 4 m upp i luften kan de stoppa luftljud vid särskilda frekvenser från tågen, men de pelarna måste vara många fler ovan mark då våglängder för vibrationer är väldigt långa och våglängder för tågens luftljud är korta. Denna typ av lösning kan hantera både vibrationsproblem och bullerproblem i området utan att sikten mot spåren täcks. Med smart gestaltning av landskapsarkitekt kan det troligtvis också göras till något vackert då den ljuddämpande effekten först hittades i ett konstverk. Alternativt kan en 10 m hög betongmur gjutas ned i en 20 cm bred och 6 m djup skåra i marken närmast spår för att dämpa vibrationer och sticka upp 5 m över mark för att dämpa luftburet buller i området. Med mjukt material på så dämpas både vibrationer och reflektioner från luftburet buller.

6 Slutsats



6 SLUTSATS

6.1 ÖVERGRIPANDE BEDÖMNING:

Optimusområdet är mycket exponerat för tågbuller där de snabba tågen som går 200 km/h är det som kan störa mest. Speciellt när de passerar växlar.

Föreslagen kvartersstruktur för planerade bostäder i Optimusområdet klarar riktvärde för trafikbuller förutom vid några hörnlägenheter som behöver tekniska lösningar i form av inglasade balkonger. Det är 3,2% av det totala antalet planerade lägenheter som behöver dessa typer av tekniska lösningar. Genomgående planlösningar och små lägenheter krävs för ytterlägen i området. Inne i området kan enkelsidiga lägenheter planeras. Gemensamma uteplatser på bostadsgården klarar riktvärden för trafikbuller.

Mycket höga krav ställs på fasadens ljuddämpning som är närmast spår. Det är enkelt löst genom att göra dessa fönster ej öppningsbara, men det är sällan önskvärt. Oftast är möjligheten att öppna fönster en kvalitet som är självklart i bostadsprojekt. Är de öppningsbara ställs i princip högsta möjliga krav som normala fönster klarar att dämpa, ljuddämpande ventilationsdon och en tung fasad i betong. Med höga krav på fasadisoleringen så kommer även riktvärden för lågfrekvent buller innehållas. Det kontrolleras inför bygglov i fasaddimensionering och val av fönster.

För att ljudmiljön ska bli så bra som möjligt i området och tågen ska höras så lite som möjligt rekommenderas att alla öppningar mot spår stängs och att taket utformas för att dämpa buller. Vi rekommenderar därför att stänga området totalt mot spåret. Detta är dock praktiskt svårt för att det finns behov av framkomlighet för trafik men kan lösas genom att komplettera öppningarna genom att bygga en 5 m hög skärm närmast spår.

Förskolegården klarar riktvärden med en låg mur nära Optimusvägen och en lokal låg glasskärm längs skolgårdens gräns.

Riktvärde för verksamhetsbuller, flygbuller och vibrationer innehålls.

Vibrationer är idag ett problem i området vilket är tillräckligt för att rekommendera åtgärder i husgrunder. Beräkningar är endast en fingervisning och utredning med mätning och åtgärdsförslag i bygglovsprocessen bör utföras för att minimera risk för störning.

BILAGOR:

EKVIVALENT LJUDNIVÅ

Resultat för ekvivalent ljudnivå redovisas i bilagor:

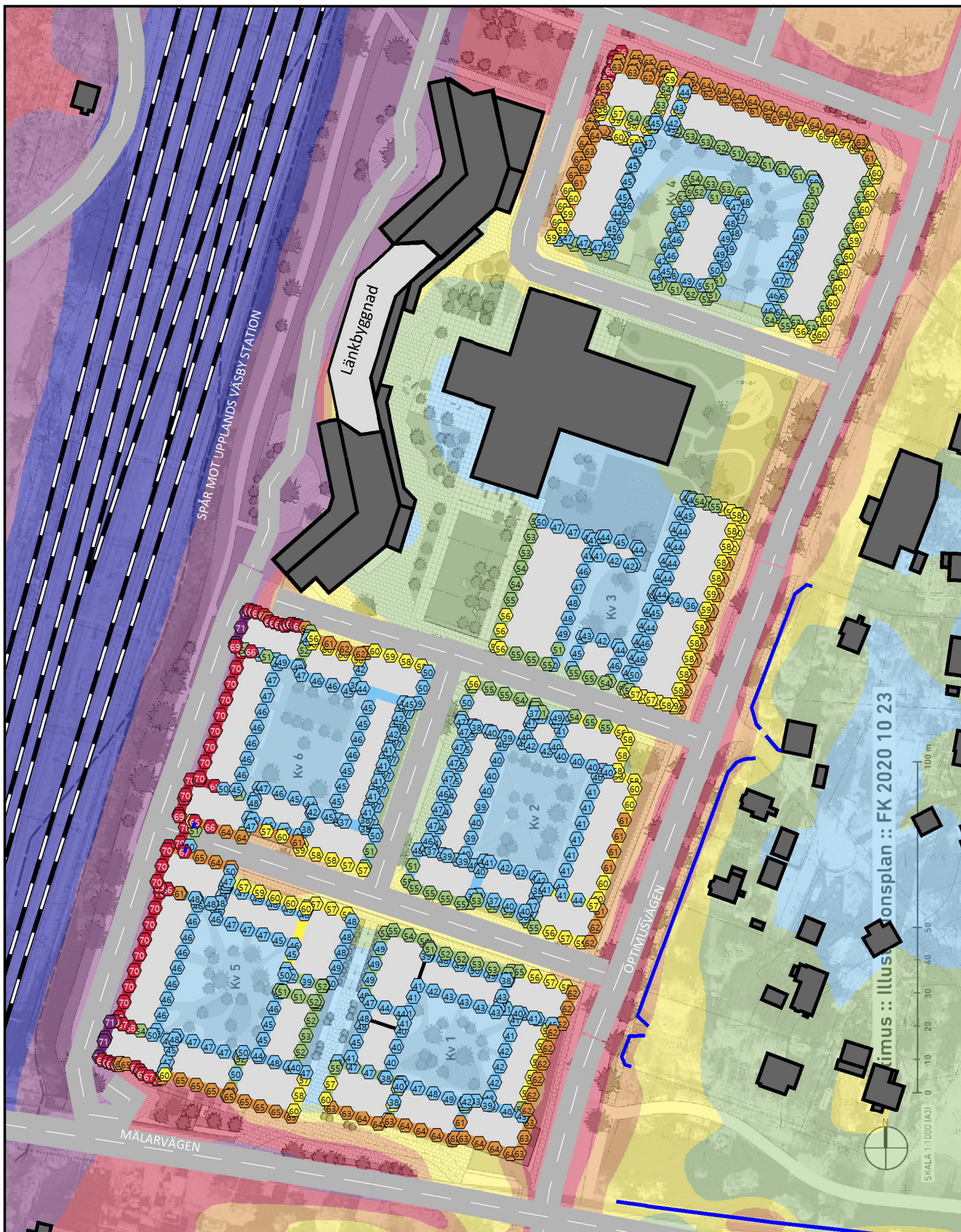
- A01 Ljudutbredningskarta för ekvivalent ljudnivå 1,5 m över mark samt högsta ljudnivå vid fasad
- A02 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från sydväst
- A03 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från norr
- A04 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från nordöst
- A05 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från syd

MAXIMAL LJUDNIVÅ

Resultat för maximal ljudnivå redovisas i bilagor:

- A06 Ljudutbredningskarta för maximal ljudnivå 1,5 m över mark samt högsta ljudnivå vid fasad dagtid kl 06-18
- A07 Ljudutbredningskarta för maximal ljudnivå 1,5 m över mark samt högsta ljudnivå vid fasad dagtid kl 22-06
- A08 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från sydväst
- A09 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från norr
- A10 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från nordöst
- A11 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från syd

FASADNIVÅER OCH PLANLÖSNINGAR



Trafikbuller Optimus

Situation år 2040

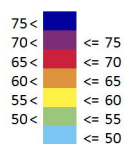
Ljudutbredning och
högsta fasadnivåer

Ritning: A01

Ritare: Manne Friman

Granskad: Nicklas Engström

EKVIVALENT LJUDNIVÅ
Leq i dBA



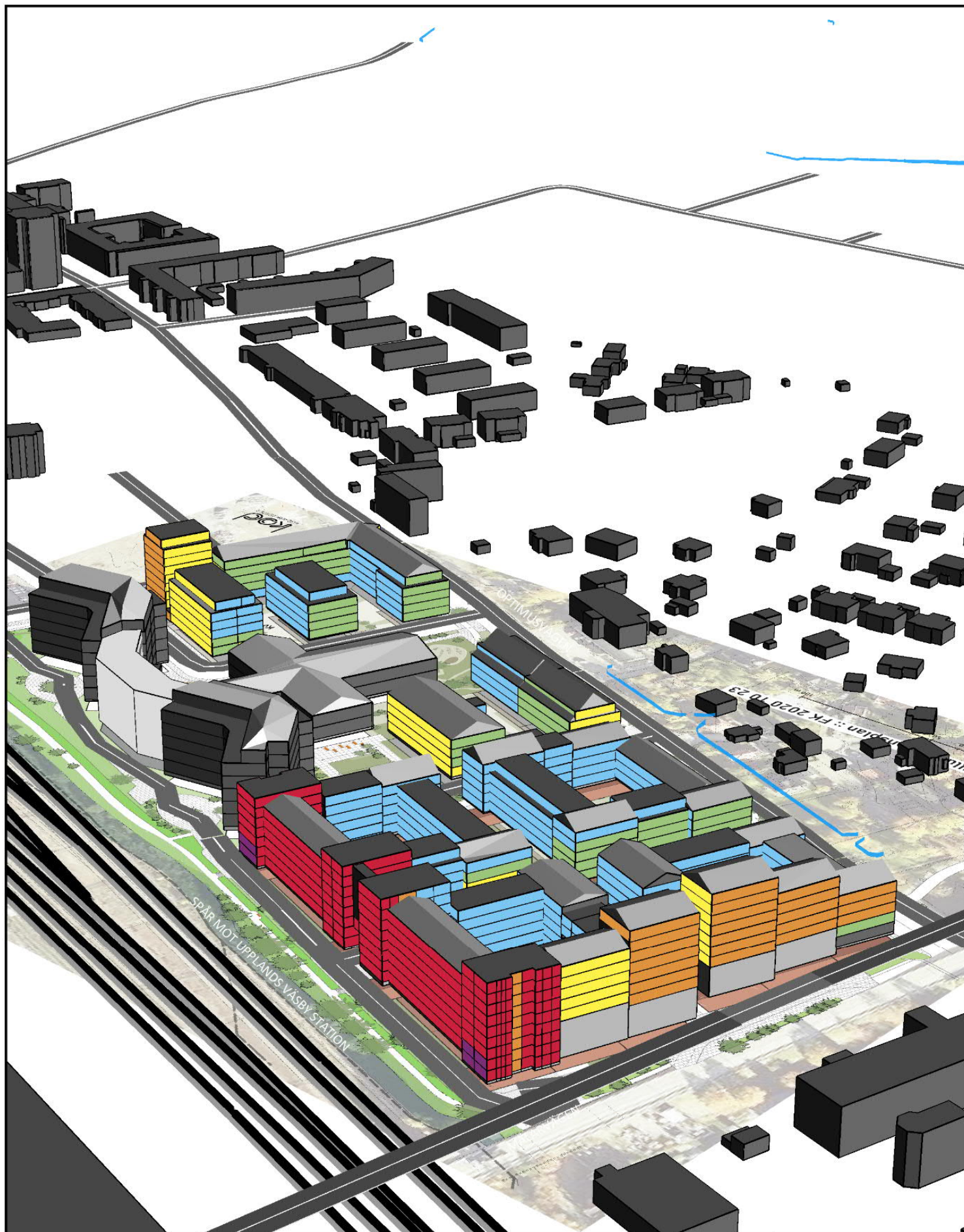
TECKENFÖRKLARING

- Väg
- Järnväg
- Planerad byggnad
- Befintlig byggnad
- Bullerskyddsskärm



SKALA 1:1500
0 5 10 20 m

efterklang:
PART OF AFRY



Trafikbuller Optimus
 Situation år 2040
 Fasadnivåer
 dygnsekvivalent, frifält

Ritning: A02
 Ritare: Manne Friman
 Granskad: Nicklas Engström

EKVIVALENT LJUDNIVÅ
 Leq i dBA

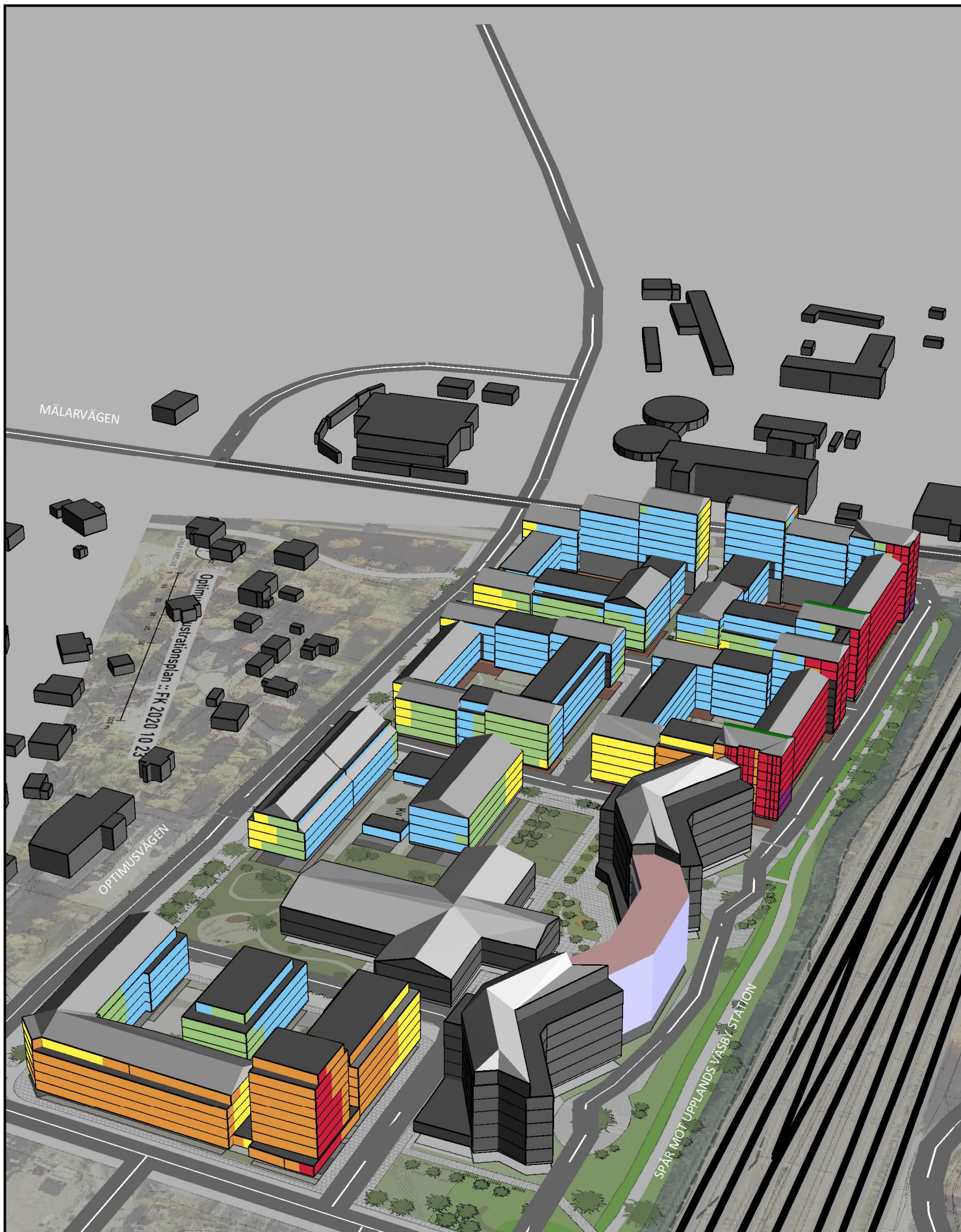
75 <	≤ 75
70 <	≤ 70
65 <	≤ 65
60 <	≤ 60
55 <	≤ 55
50 <	≤ 50

TECKENFÖRKLARING

—	Väg
—	Järnväg
■	Befintlig byggnad
□	Planerad byggnad



efterklang:
 PART OF AFRY



Trafikbuller Optimus

Situation år 2040

Fasadnivåer

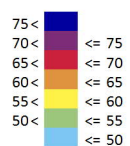
dygnsekvivalent, frifält

Ritning: A03

Ritare: Manne Friman

Granskad: Nicklas Engström

EKVIVALENT LJUDNIVÅ Leq i dBA

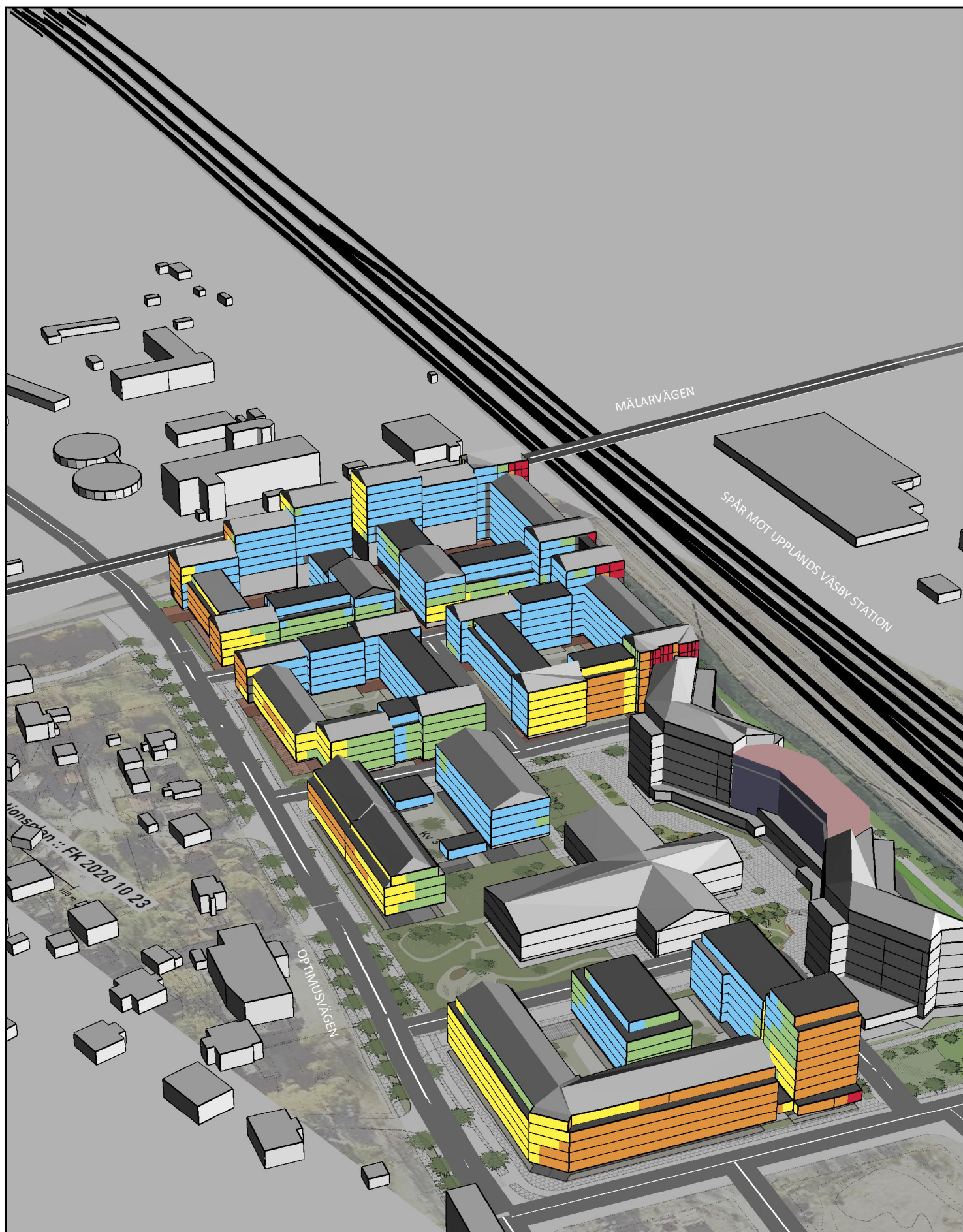


TECKENFÖRKLARING

- Väg
- Järnväg
- Befintlig byggnad
- Planerad byggnad



efterklang:
PART OF AFRY

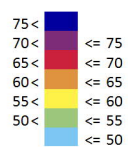


Trafikbuller Optimus

Situation år 2040
Fasadnivåer
dygns ekvivalent, frifält

Ritning: A04
Ritare: Manne Friman
Granskad: Nicklas Engström

EKVIVALENT LJUDNIVÅ Leq i dBA

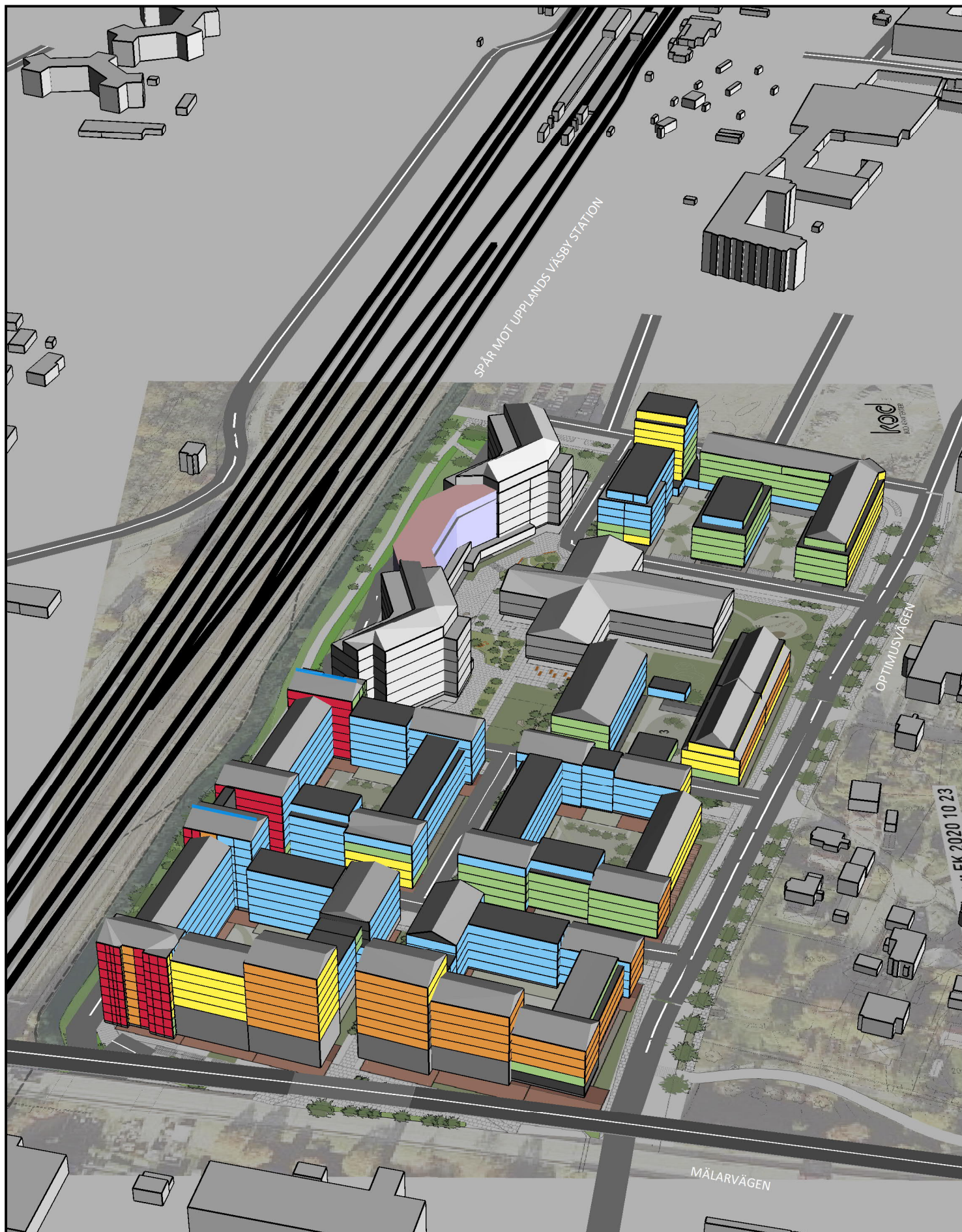


TECKENFÖRKLARING

- Väg
- Järnväg
- Befintlig byggnad
- Planerad byggnad



efterklang:
PART OF AFRY



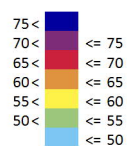
Trafikbuller Optimus

Situation år 2040

Fasadnivåer
dygns ekvivalent, frifält

Ritning: A05
Ritare: Manne Friman
Granskad: Nicklas Engström

EKVIVALENT LJUDNIVÅ
Leq i dBA



TECKENFÖRKLARING

- Väg
- Järnväg
- Befintlig byggnad
- Planerad byggnad



efterklang:
PART OF AFRY

...EK 2020 10 23



Trafikbuller Optimus
 Situation år 2040
 Ljudutbredning dag och
 högsta fasadnivåer dag

Ritning: A06
 Ritare: Manne Friman
 Granskad: Nicklas Engström

MAXIMAL LJUDNIVÅ L _{max} i dBA	
90 <	≤ 90
85 <	≤ 85
80 <	≤ 80
75 <	≤ 75
70 <	≤ 70
65 <	≤ 65

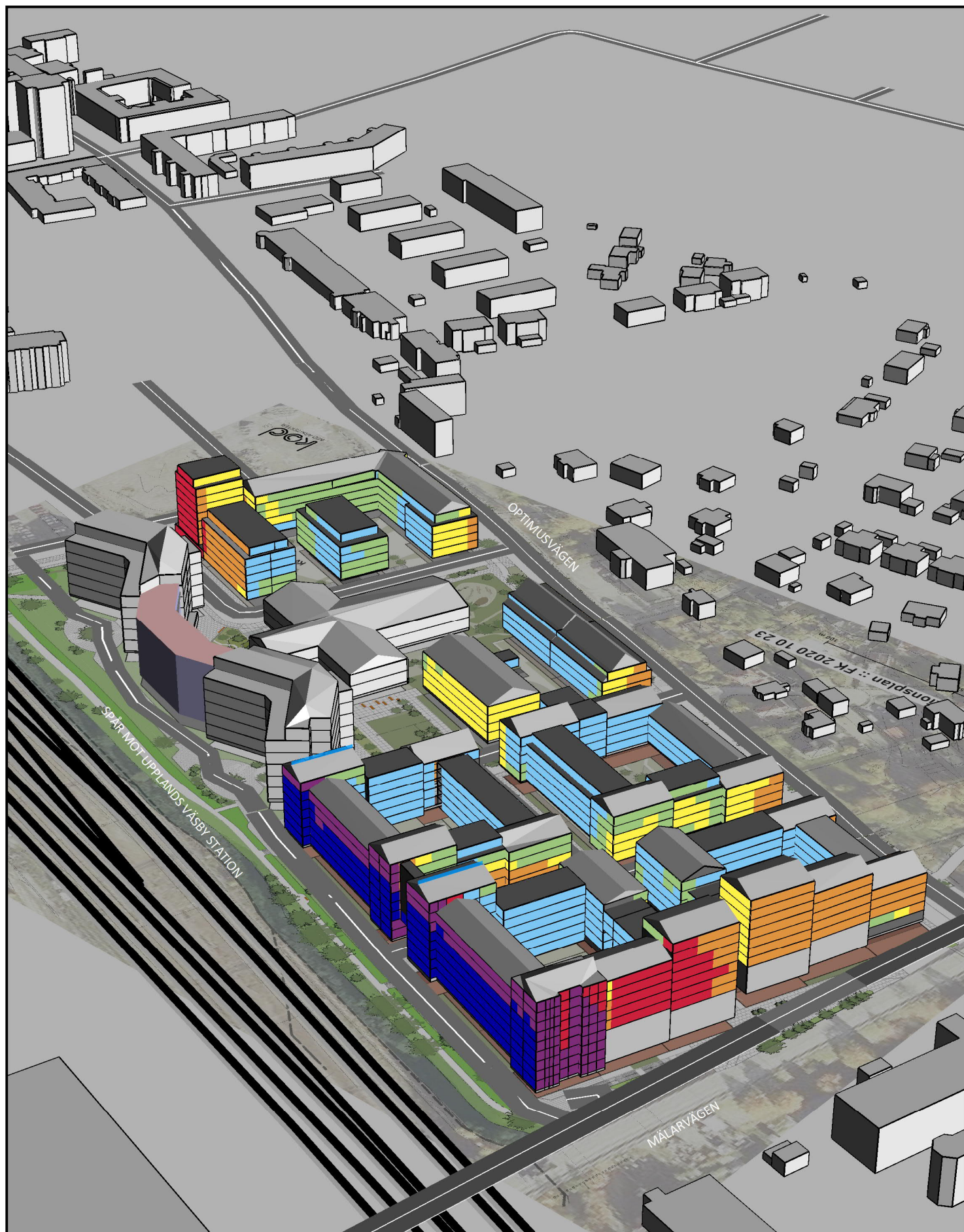
- TECKENFÖRKLARING
- Väg
 - Järnväg
 - Befintlig byggnad
 - Planerad byggnad
 - Bullerskyddsskärm



efterklang:
 PART OF AFRY



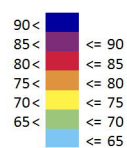
Trafikbuller Optimus Situation år 2040 Ljudutbredning natt och högsta fasadnivåer natt Ritning: A07 Ritare: Manne Friman Granskad: Nicklas Engström	MAXIMAL LJUDNIVÅ L_{max} i dBA <table><tr><td>90 <</td><td></td><td><= 90</td></tr><tr><td>85 <</td><td></td><td><= 85</td></tr><tr><td>80 <</td><td></td><td><= 80</td></tr><tr><td>75 <</td><td></td><td><= 75</td></tr><tr><td>70 <</td><td></td><td><= 70</td></tr><tr><td>65 <</td><td></td><td><= 65</td></tr></table>	90 <		<= 90	85 <		<= 85	80 <		<= 80	75 <		<= 75	70 <		<= 70	65 <		<= 65	TECKENFÖRKLARING <table><tr><td></td><td>Väg</td></tr><tr><td></td><td>Järnväg</td></tr><tr><td></td><td>Befintlig byggnad</td></tr><tr><td></td><td>Planerad byggnad</td></tr><tr><td></td><td>Bullerskyddsskärm</td></tr></table>		Väg		Järnväg		Befintlig byggnad		Planerad byggnad		Bullerskyddsskärm	  SKALA 1:1500  0 5 10 20 m	efterklang: PART OF AFRY
90 <		<= 90																														
85 <		<= 85																														
80 <		<= 80																														
75 <		<= 75																														
70 <		<= 70																														
65 <		<= 65																														
	Väg																															
	Järnväg																															
	Befintlig byggnad																															
	Planerad byggnad																															
	Bullerskyddsskärm																															



Trafikbuller Optimus
 Situation år 2040
 Ljudnivå vid fasad
 nattetid, frifältsvärde

Ritning: A08
 Ritare: Manne Friman
 Granskad: Nicklas Engström

MAXIMAL LJUDNIVÅ
 L_{max} i dBA

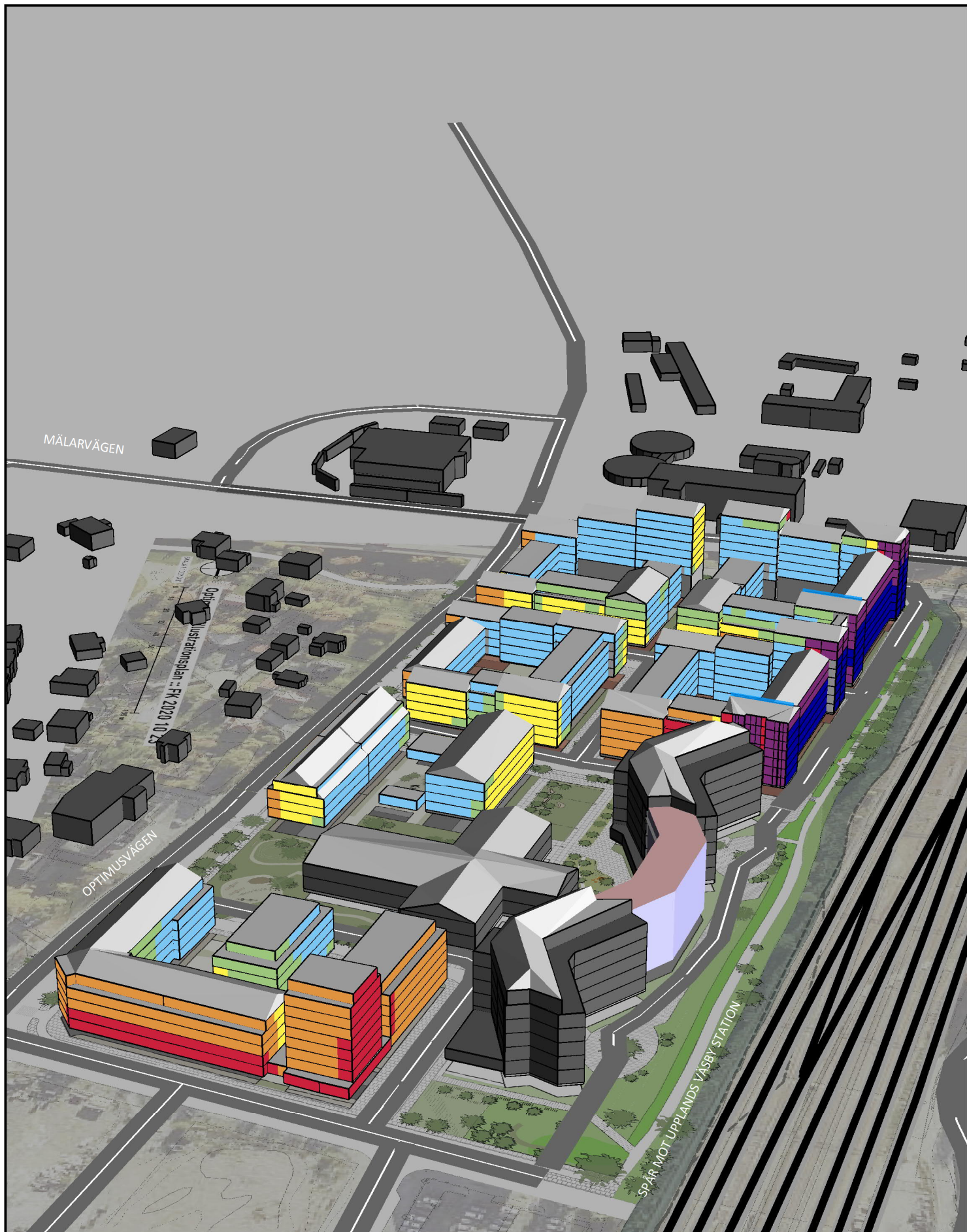


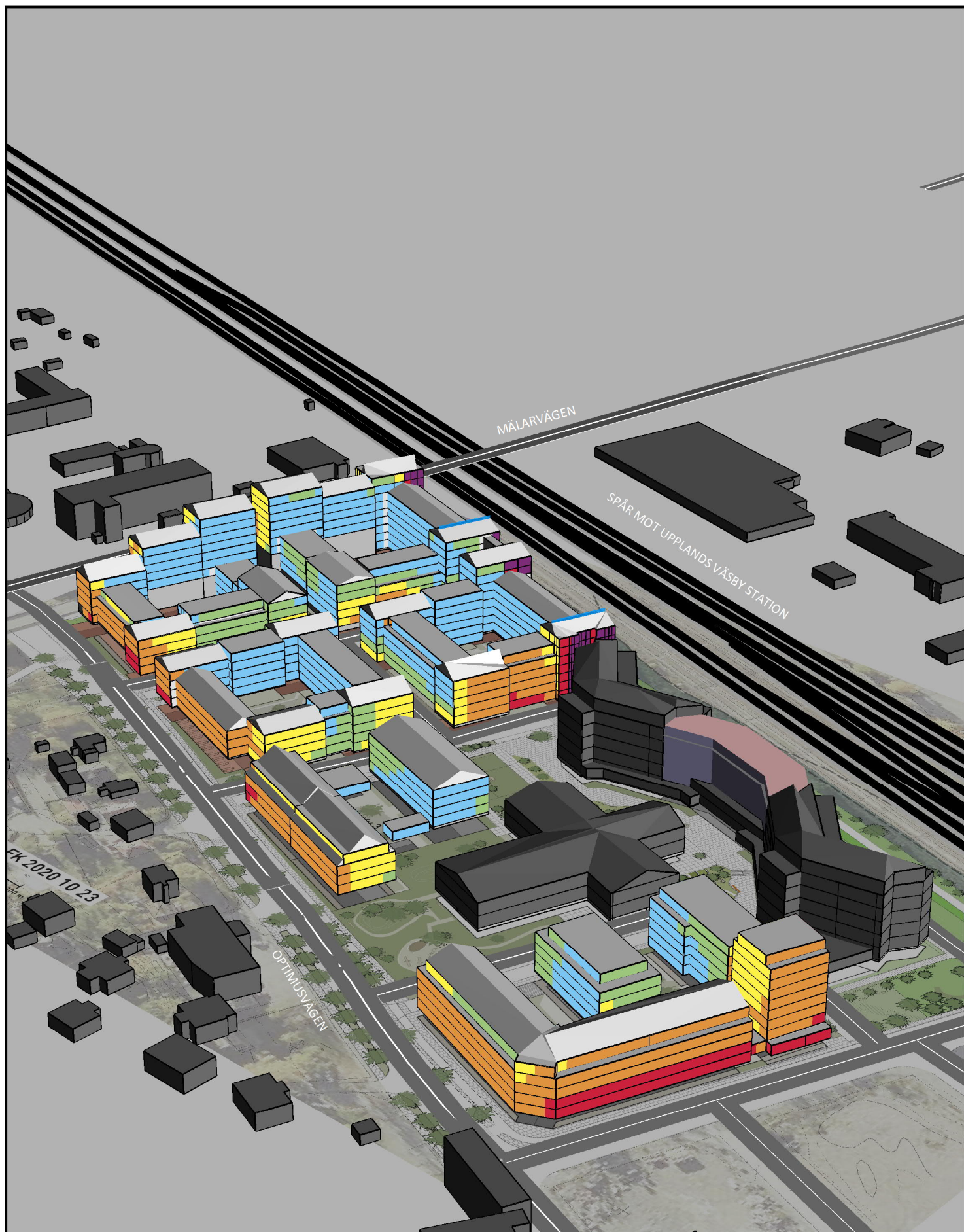
TECKENFÖRKLARING

- Väg
- Järnväg
- Befintlig byggnad
- Planerad byggnad



efterklang:
 PART OF AFRY

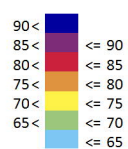




Trafikbuller Optimus
 Situation år 2040
 Ljudnivå vid fasad
 nattetid, frifältsvärde

Ritning: A10
 Ritare: Manne Friman
 Granskad: Nicklas Engström

MAXIMAL LJUDNIVÅ
 L_{max} i dBA

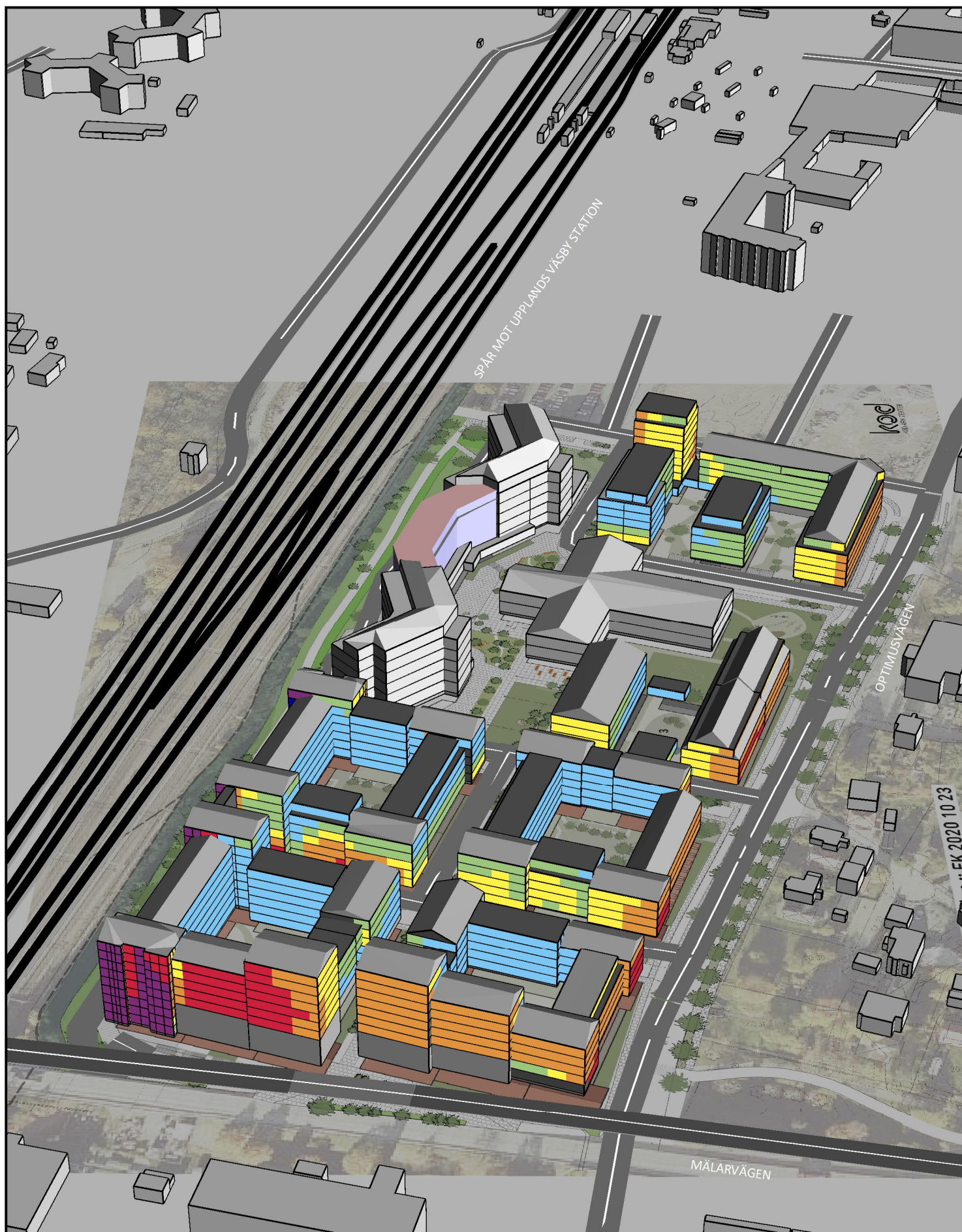


TECKENFÖRKLARING

- Väg
- Järnväg
- Befintlig byggnad
- Planerad byggnad



efterklang:
 PART OF AFRY



Trafikbuller Optimus

Situation år 2040

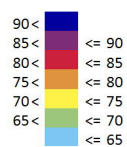
Ljudnivå vid fasad
frifältsvärde

Ritning: A11

Ritare: Manne Friman

Granskad: Nicklas Engström

MAXIMAL LJUDNIVÅ
L_{max} i dBA

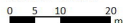


TECKENFÖRKLARING

- Väg
- Järnväg
- Befintlig byggnad
- Planerad byggnad



SKALA 1:1500



efterklang:
PART OF AFRY

KVARTER 1 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED EKVIVALENT LJUDNIVÅ VID FASAD

De flesta lägenhetstyperna klarar riktvärde för buller med genomgående planlösning eller små lägenheter. En lägenhetstyp, markerad med rött kryss, behöver tekniska lösningar så att sovrum vädras mot en 75% inglasad balkong (pil och lila markering) ett annat sovrum behöver antingen en indragen fasad eller en inglasad balkong. Alternativet är att göra om denna hörnlägenhet till två små lägenheter som är 35 m² eller mindre, då klaras riktvärde.

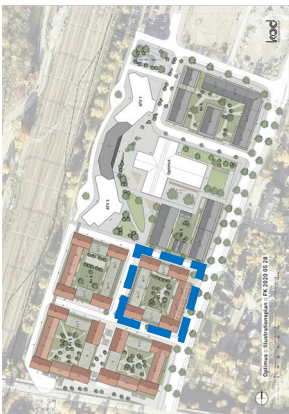
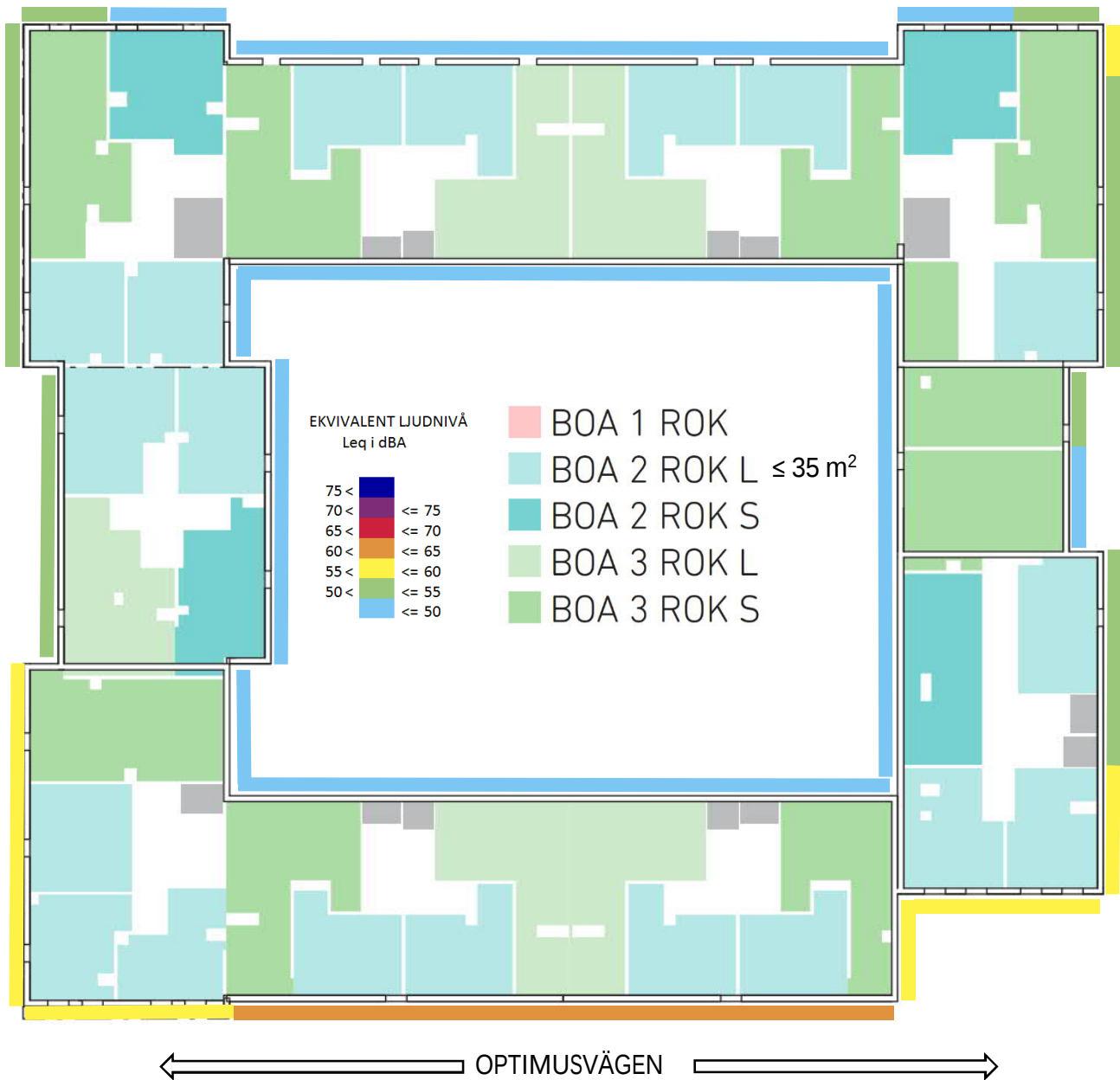


1 rok <35 m ²
2 rok ≤35 m ²
2 rok >35 m ² •
3 rok
4 rok
5 rok



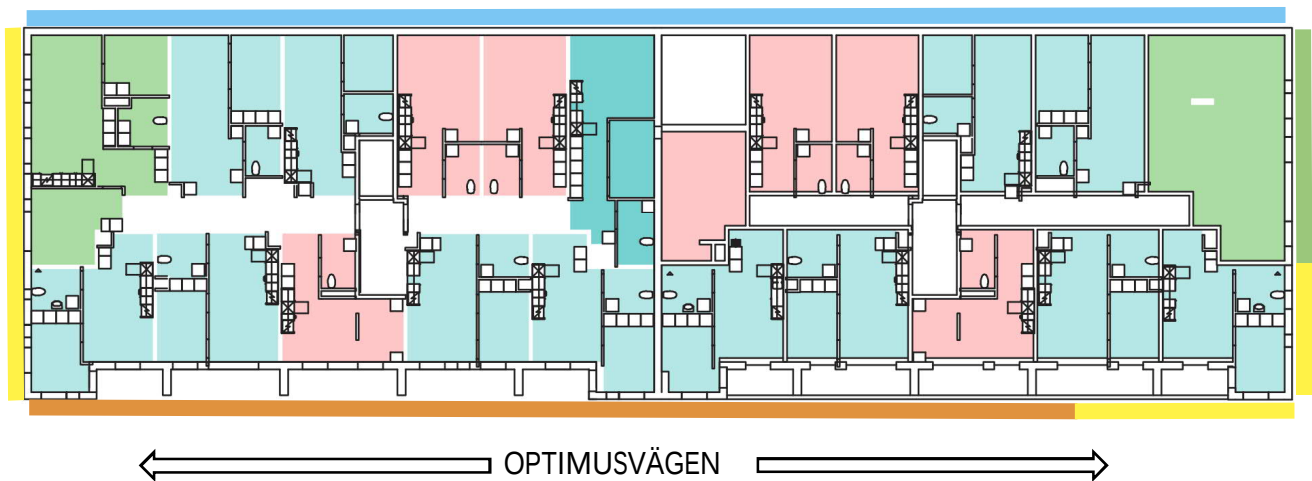
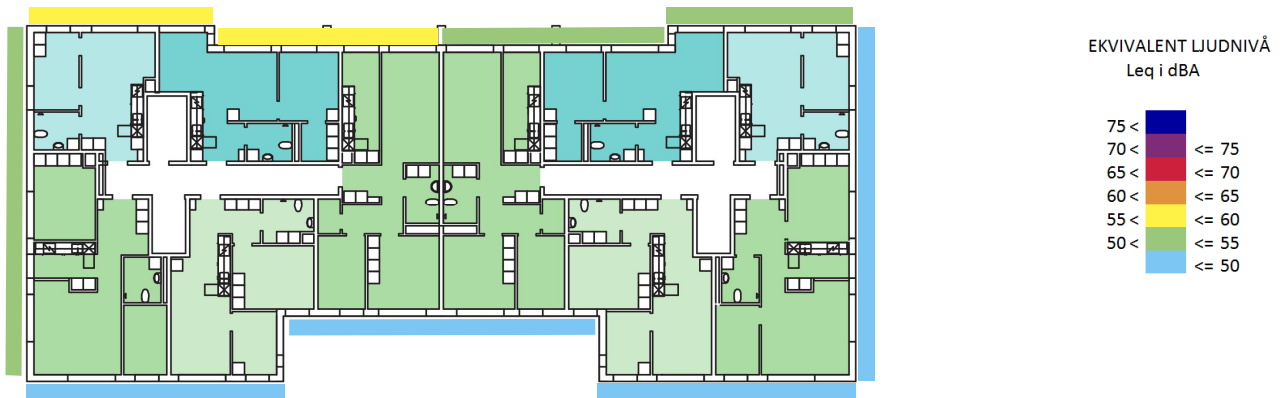
KVARTER 2 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED EKVIVALENT LJUDNIVÅ VID FASAD

Samtliga lägenheter är godkända. Där den ekvivalenta ljudnivån är över 60 dBA planeras små lägenheter eller genomgående.

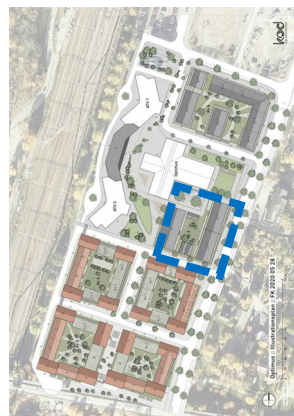


KVARTER 3 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED EKVIVALENT LJUDNIVÅ VID FASAD

Samtliga lägenheter är godkända. Där den ekvivalenta ljudnivån är över 60 dBA planeras små lägenheter.

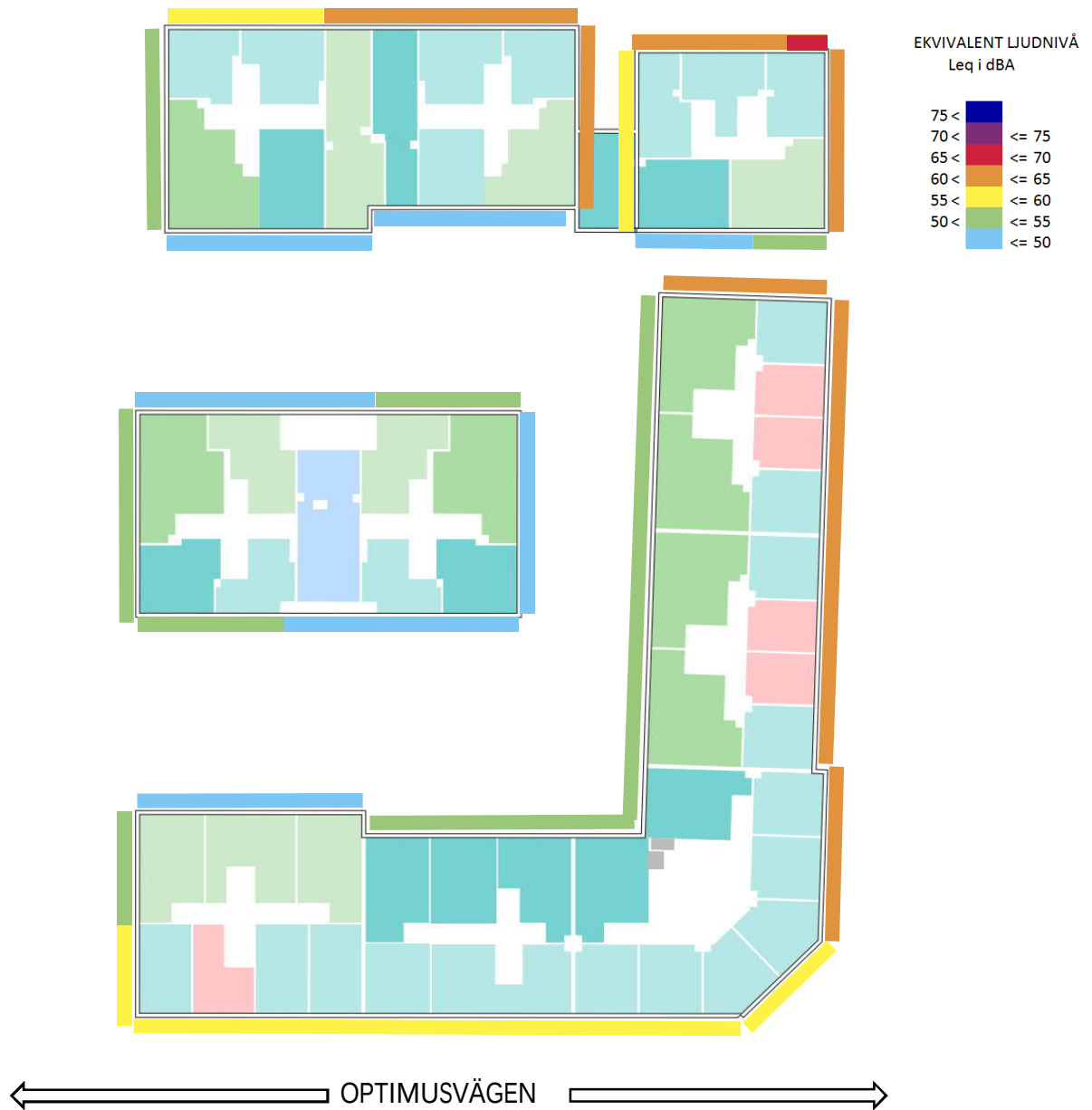


- BOA 1 ROK
- BOA 2 ROK L ≤ 35 m²
- BOA 2 ROK S
- BOA 3 ROK L
- BOA 3 ROK S

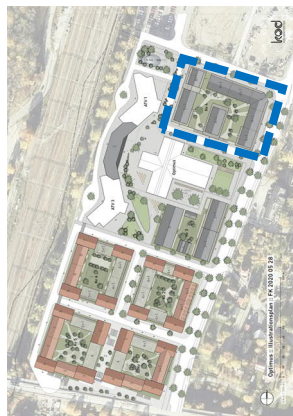


KVARTER 4 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED EKVIVALENT LJUDNIVÅ VID FASAD

Samtliga lägenheter är godkända. Där den ekvivalenta ljudnivån är över 60 dBA planeras små lägenheter.



- BOA 1 ROK
- BOA 2 ROK L $\leq 35 \text{ m}^2$
- BOA 2 ROK S
- BOA 3 ROK L
- BOA 3 ROK S



KVARTER 5 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED EKVIVALENT LJUDNIVÅ VID FASAD

En hörnlägenhet markerad med rött kryss behöver inglasning av balkong med 75% för att klara riktvärde.



1 rok <35 m2
2 rok ≤35 m2
2 rok >35 m2 •
3 rok
4 rok
5 rok



KVARTER 6 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED EKVIVALENT LJUDNIVÅ VID FASAD

Även för kvarter 6 så behövs en inglasad balkong för hörnlägenheten, två bostadsrum måste ha fönster mot balkongen.



1 rok <35 m2
2 rok ≤35 m2
2 rok >35 m2
3 rok
4 rok
5 rok



KVARTER 6 PLANLÖSNINGAR MED EKVIVALENT LJUDNIVÅ MED GLASSKÄRM

Med glasskärmen mellan Kvarter 6 och ATV3 så kommer de tre lägenheterna som har överskridande innehålla riktvärde.

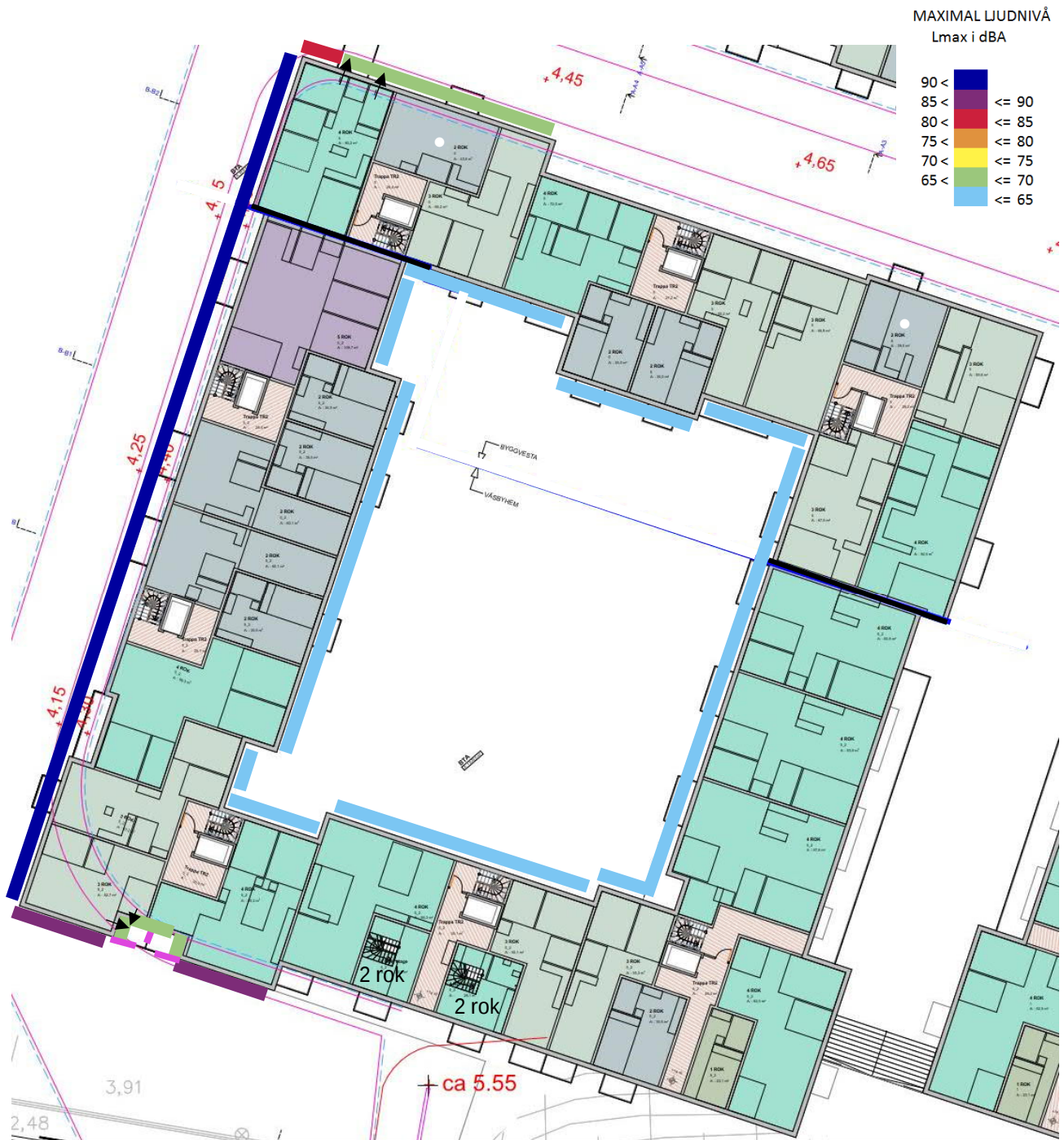


1 rok <35 m2
2 rok ≤35 m2
2 rok >35 m2 •
3 rok
4 rok
5 rok



KVARTER 5 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED MAXIMAL LJUDNIVÅ VID FASAD

Effekten av delvis inglasad balkong på indragen balkong visar på att man kan innehålla 70 dBA maximal ljudnivå.

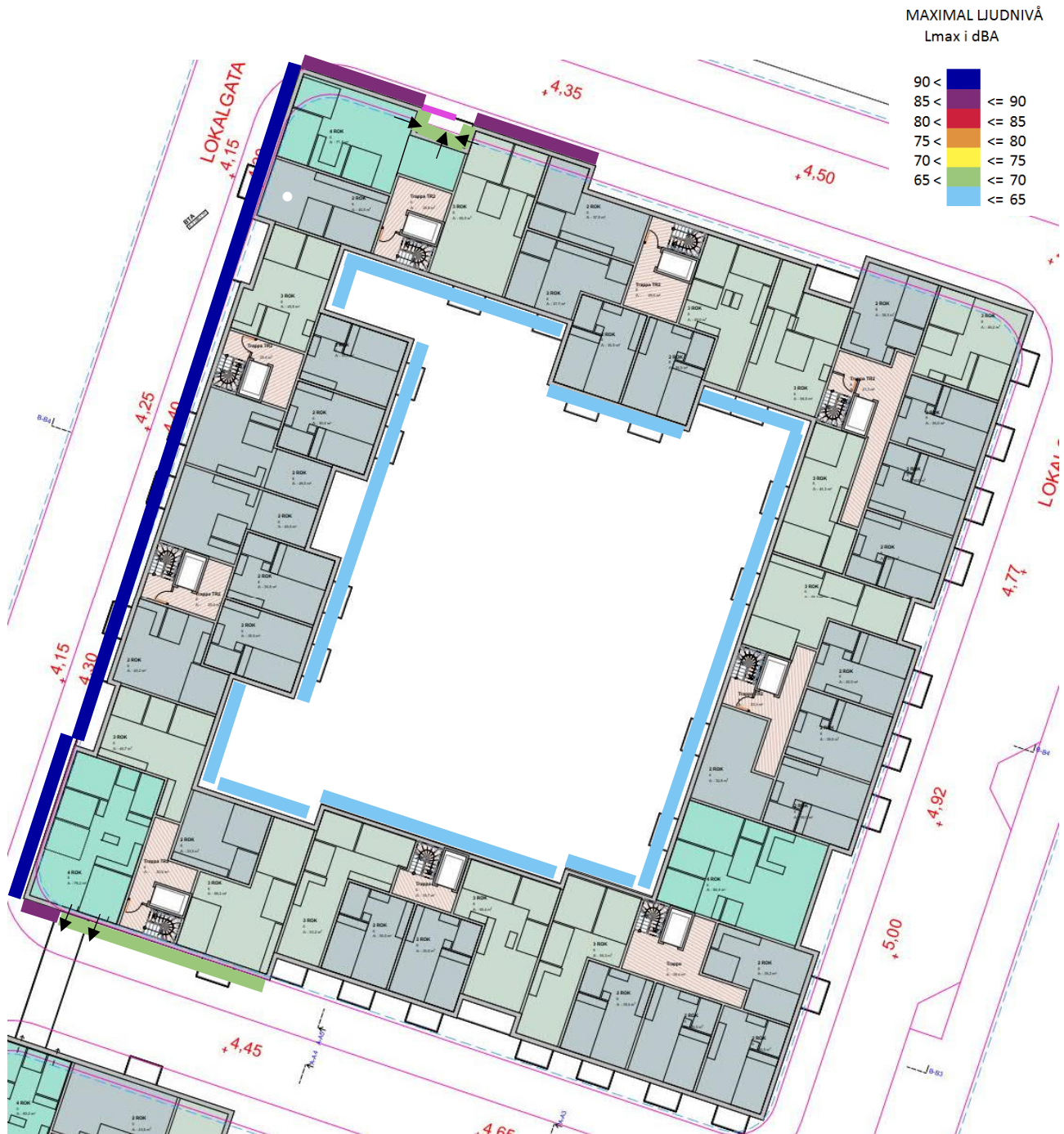


1 rok <35 m ²
2 rok ≤35 m ²
2 rok >35 m ² •
3 rok
4 rok
5 rok



KVARTER 6 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED MAXIMAL LJUDNIVÅ VID FASAD

Effekten av delvis inglasad balkong på indragen balkong visar på att man kan innehålla 70 dBA maximal ljudnivå.



1 rok <35 m ²
2 rok ≤35 m ²
2 rok >35 m ² •
3 rok
4 rok
5 rok

