

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 right side. The balconies are white and have dark railings. The sky is a mix of deep orange and red, with some clouds visible.

afterklang:

PART OF AFRY

BULLERUTREDNING

OPTIMUS

769136

Projektnummer:	769136
Dokumenttyp:	Bullerutredning
Datum:	2022-05-12
Kund:	Byggvesta Development AB
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. Byggvesta avser utveckla området till ett bostadsområde. Området är mycket utsatt för trafikbuller från främst spårtrafik, men även vägar som Mälarvägen och Optimusvägen. Det är fjärrtågen som kör i hög hastighet förbi området som är dimensionerande för buller. Vid framtagande av kvartersutformningen har stor hänsyn tagits till bullerproblematiken och hur området sluter mot spåret. För att dämpa buller från spårtrafik krävs en lång och hög parallell fasad längs med spår med så lite öppningar som möjligt. Slutna kvarter gör att fokus läggs på att dämpa ljud som går över taket med åtgärder på tak som takform eller mjuka gröna tak vilket ger den bästa förutsättningen för acceptabel ljudmiljö i detta område. Höga krav ställs på ljudisoleringen i fasad och beskrivs i rapporten.

Med genomgående planlösningar och lägenheter som är 35 m² eller mindre klaras riktvärden enligt Trafikbullerförordningen. Det finns tre krav på åtgärder som bör vara med i plankarta som planbestämmelse:

1. I två hörnlägen krävs 75% inglasade balkonger. Det är 1-2% av det totala antalet lägenheter som detta avsteg gäller och motsvarar 14 lägenheter i de yttersta hörnen närmast spårområdet. Dessa lägenheter utsätts för mycket höga ljudnivåer men kan inte utformas som genomgående mot bostadsgård varpå tekniska lösningar rekommenderas. Inglasning av indragen balkong upp mot 75% av den öppna ytan samt absorbenter i innertak på balkong och på fasad av balkong rekommenderas och behöver skrivas som planbestämmelse.
2. Byggnaden som kopplar ihop kvarter 5 och kvarter 6 är nödvändig för att klara riktvärde. Då det är oklart om det är byggnad, balkonger eller skärm men inte får utebli så bör denna bestämmas i plankarta med en minsta höjd lika hög som kvarteren 5-6. Det bör förtydligas i bestämmelsen att den är öppen nedtill 4,5 m från mark.
3. Skärmarna vid förskolegård är krav för att klara planbestämmelse och behöver vara med i plankarta som planbestämmelse. Länkbyggnaden måste uppföras innan förskolegården tas i bruk.

Riktvärde för verksamhetsbuller innehålls från Vilundaverket och andra verksamheter. Planerad bussterminal är tillräckligt långt bort för att ej påverka bostadsområdet avsevärt med buller. Riktvärde för flygbuller innehålls.

Riktvärde för vibrationer innehålls för samtliga bostäder. Även kommunen och Trafikverkets överenskommelse om vibrationsnivåer på 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 i vibrationskänsliga miljöer då det är mycket svårt att åtgärda i efterhand. Vibrationsnivåer vid befintliga byggnader kommer inte öka men åtgärder för Optimusvägen.

Datum	Rev	Beskrivning	UPPRÄTTAD	QA	GODKÄND
2022-05-12	05	Granskningshandling	MFN	NEM	MFN

INNEHÅLLSFÖRTECKNING:

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:	15
2.8	BULLER FRÅN VÄGTRAFIK:	15
2.9	RESULTAT TRAFIKBULLER:	15
2.10	KOMMENTARER TRAFIKBULLER:	16
3	FLYGBULLER	28
3.1	RESULTAT FLYGBULLER:	28
4	VERKSAMHETSULLER	31
4.1	VERKSAMHETER I NÄRHETEN:	31
4.2	RIKTVÄRDEN:	32
4.3	BERÄKNADE VERKSAMHETSULLERNIVÅER:	33
4.4	KOMMENTAR VERKSAMHETSULLERNIVÅER:	33
5	BERÄKNINGAR VIBRATIONER	35
5.1	VIBRATIONER VID OPTIMUS:	35
5.2	RIKTVÄRDEN FÖR KOMFORTVIBRATIONER I BYGGNADER:	36
5.3	RESULTAT BERÄKNING AV VIBRATIONER:	37
5.4	KOMMENTAR VIBRATIONER:	37
6	SLUTSATS	39
6.1	ÖVERGRIPANDE BEDÖMNING:	39
BILAGOR:		40
EKVIVALENT LJUDNIVÅ		40
MAXIMAL LJUDNIVÅ		40
FASADNIVÅER OCH PLANLÖSNINGAR		40
VERKSAMHETSULLER		40

UNDERLAG:

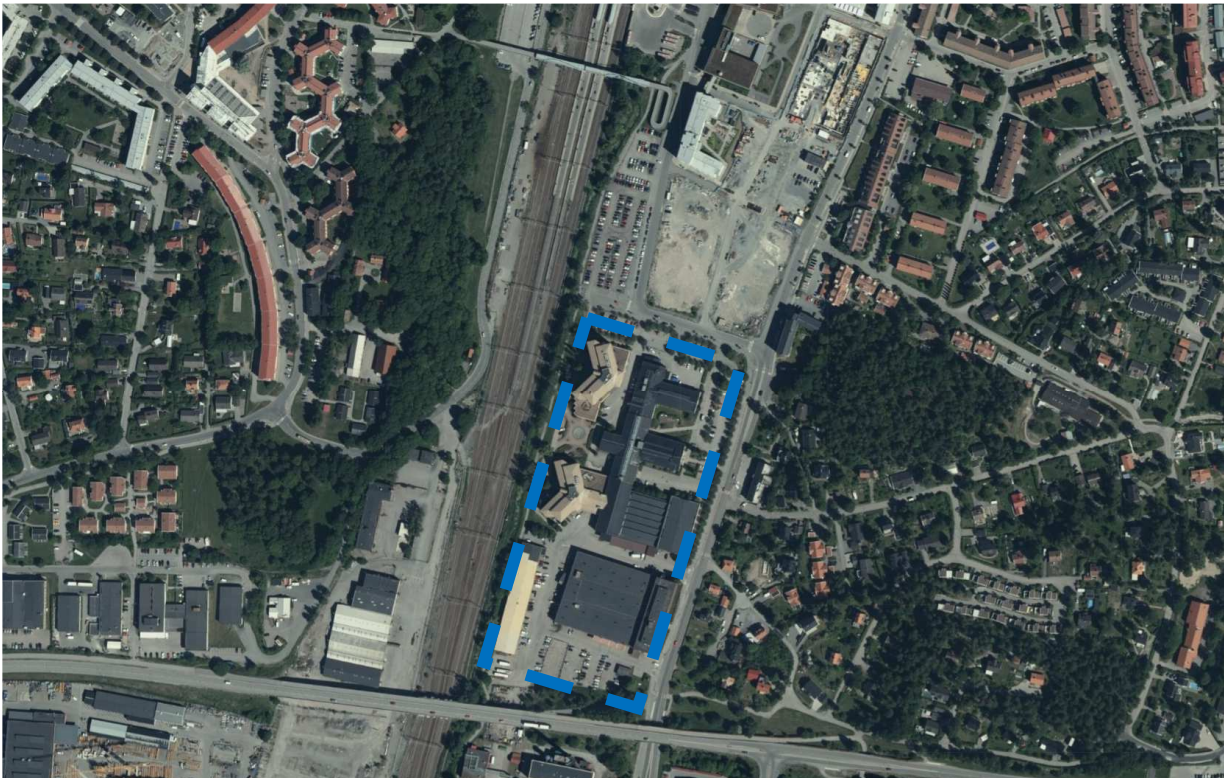
- Data för terräng, befintliga byggnader, väg och spår har hämtats från Metria, 190501
- DWG med planerad bebyggelse från KOD Arkitekter 20211210 samt planlösningar
- Trafiksiffror för spår- och vägtrafik är enligt prognos för år 2040.
 - o *PM_Trafikanalys Optimus, Upplands Väsby* av M4Traffic den 2022-02-08 (Samt uppgifter från Iterio)
 - o *PM Sammanställning tågtrafik, Optimus, Upplands Väsby* av Iterio den 2020-04-03



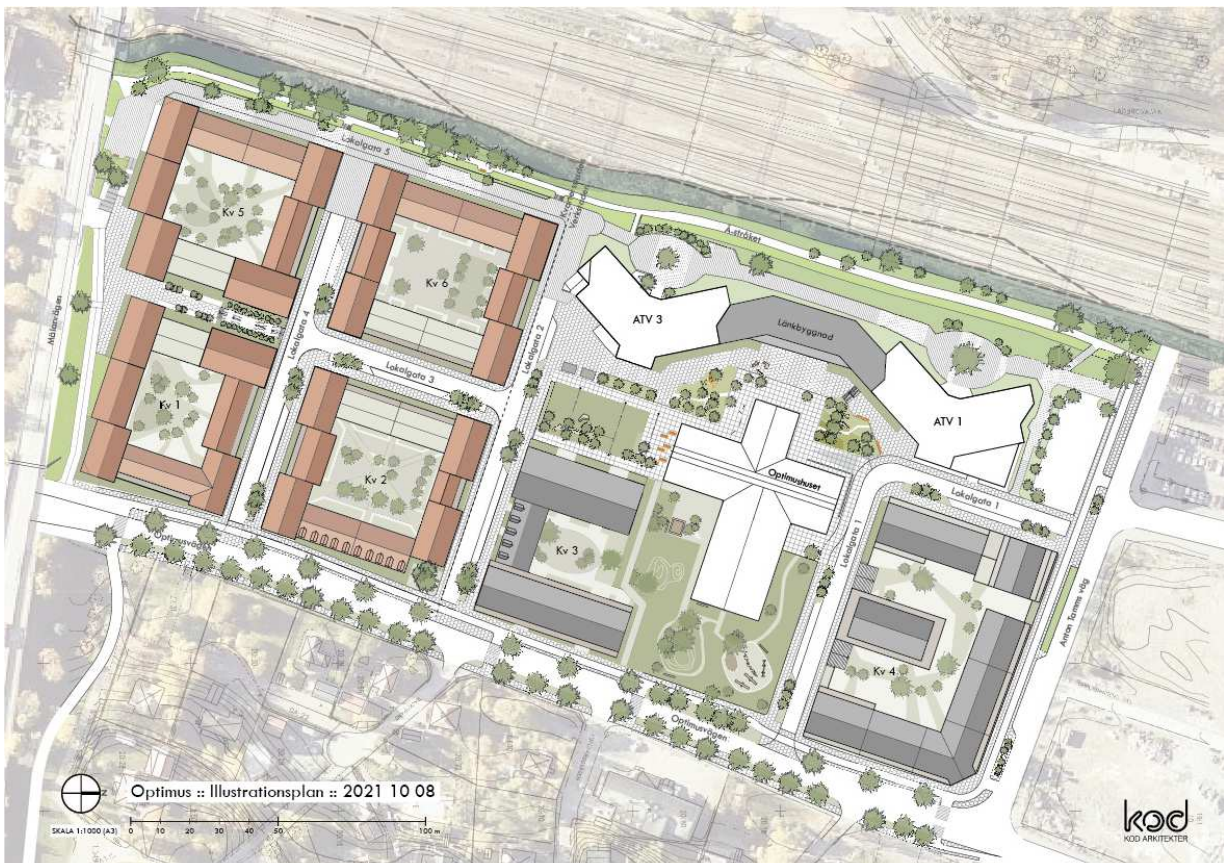
1 Inledning

1 INLEDNING:

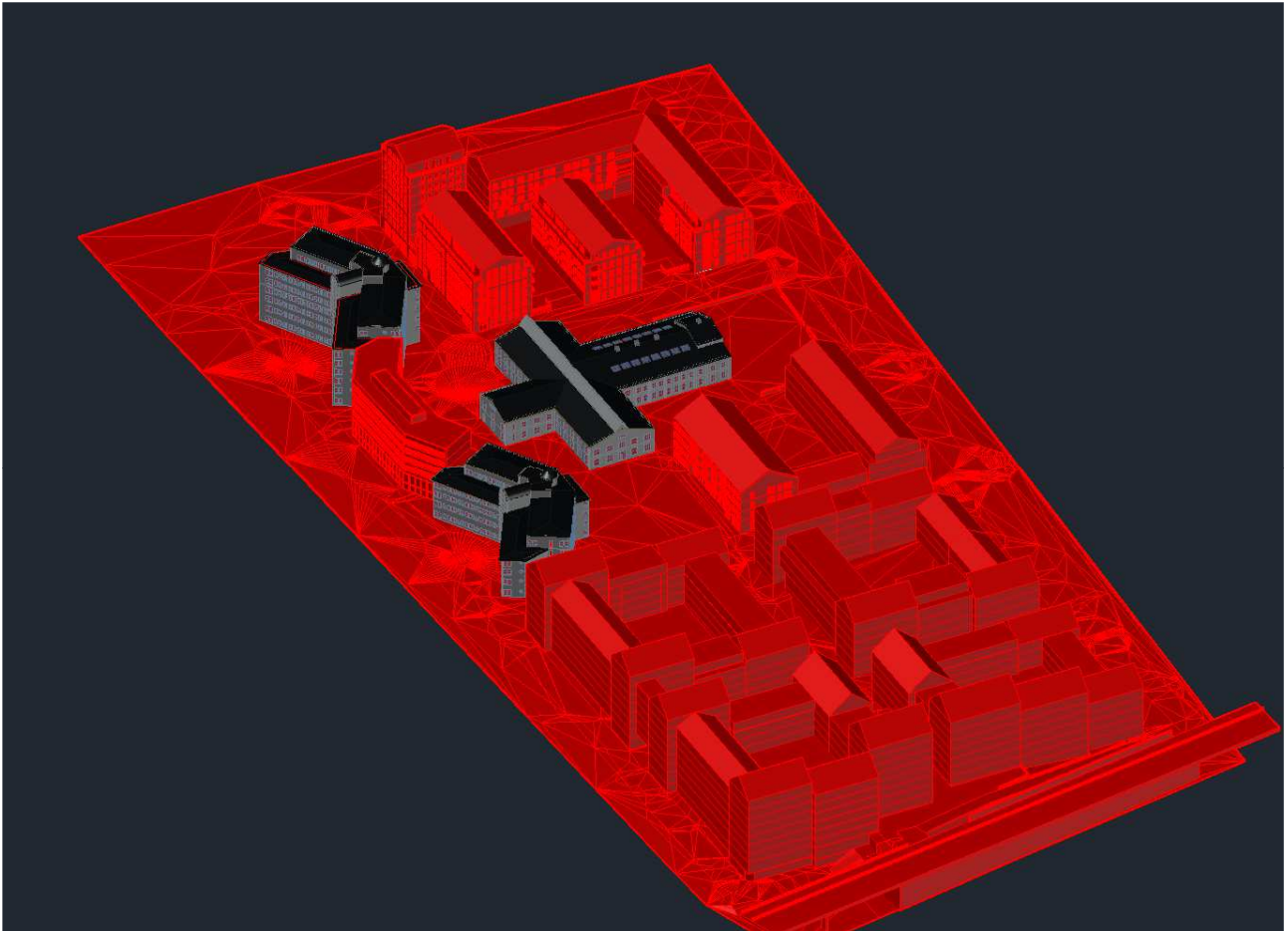
Optimusområdet ligger i Upplands Väsby söder om Upplands Väsby station. Planerad byggnation utsätts för buller från spår- och vägtrafik. Efterklang har fått i uppdrag att göra bullerutredning för omgivningsbullret av Byggvesta.



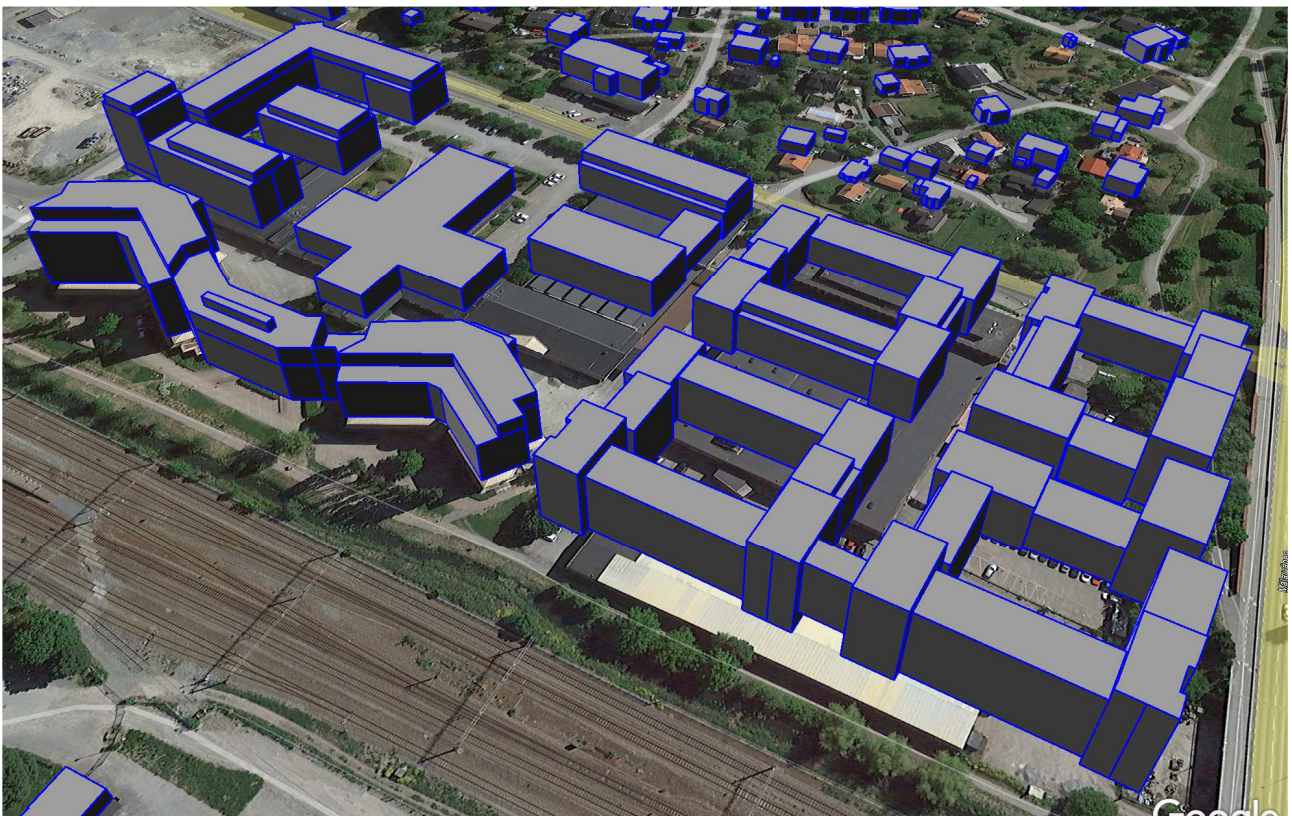
FIGUR 1. ÖVERSIKTSBILD ÖVER OMRÅDET. PLANOMRÅDE MARKERAT I BLÅTT.



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.

FREKVENS

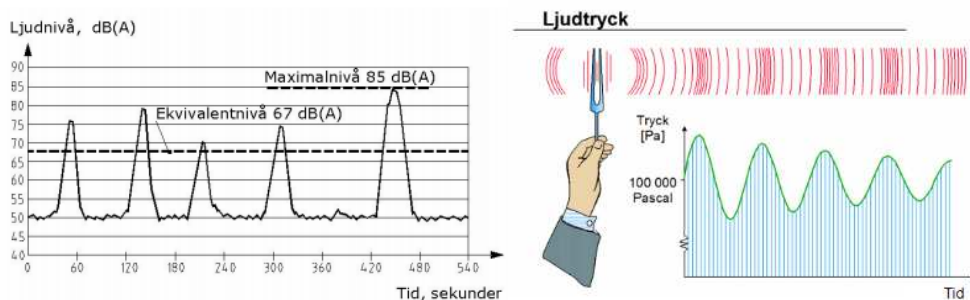
För att människan skall kunna uppfatta tryckvariationerna som ljud krävs att dessa uppgår till mellan 20 och 20 000 per sekund. Antalet tryckvariationer/sekund kallas ljudets frekvens (tonhöjd) och enheten är Hertz (Hz). För att ett ljud ska kunna höras av oss krävs alltså att dess frekvens ligger mellan 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 FREKVENS



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 spårtrafik* (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:

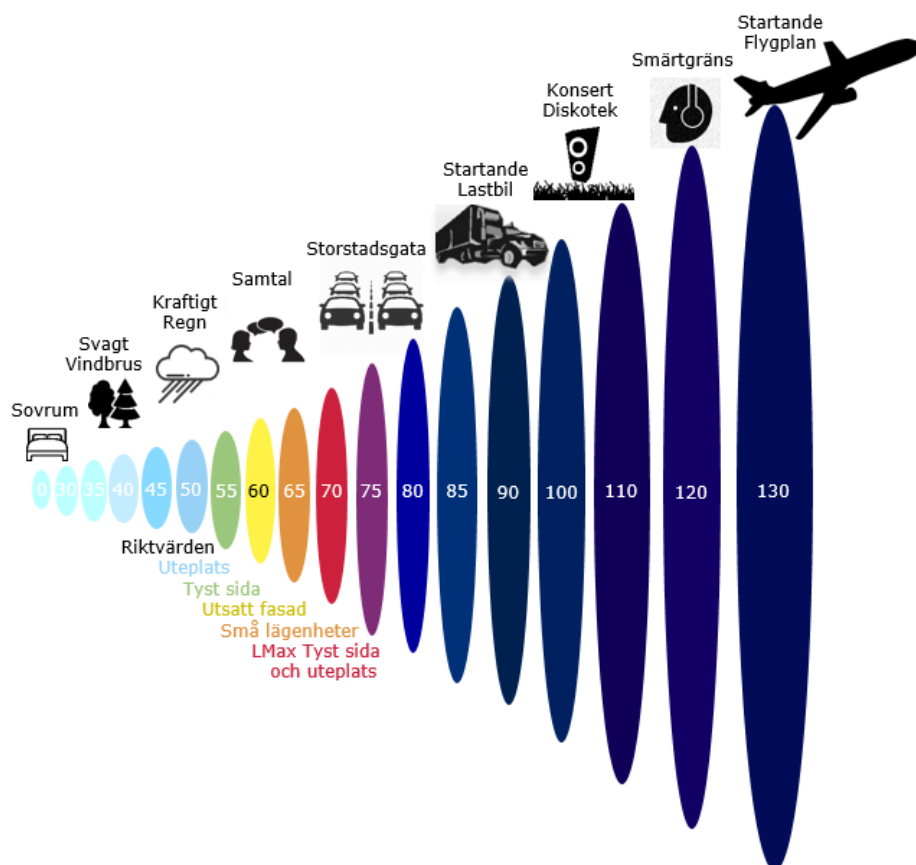
- Lägenheter ska innehålla 60 dBA ekvivalent ljudnivå vid fasad
- Om lägenhet är 35 m² eller mindre ska 65 dBA ekvivalent ljudnivå innehållas
- För lägenheter där 60 dBA överskrids ska lägenheten vara genomgående så minst hälften av bostadsrummen vetter mot fasad där 55 dBA ekvivalent ljudnivå och 70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

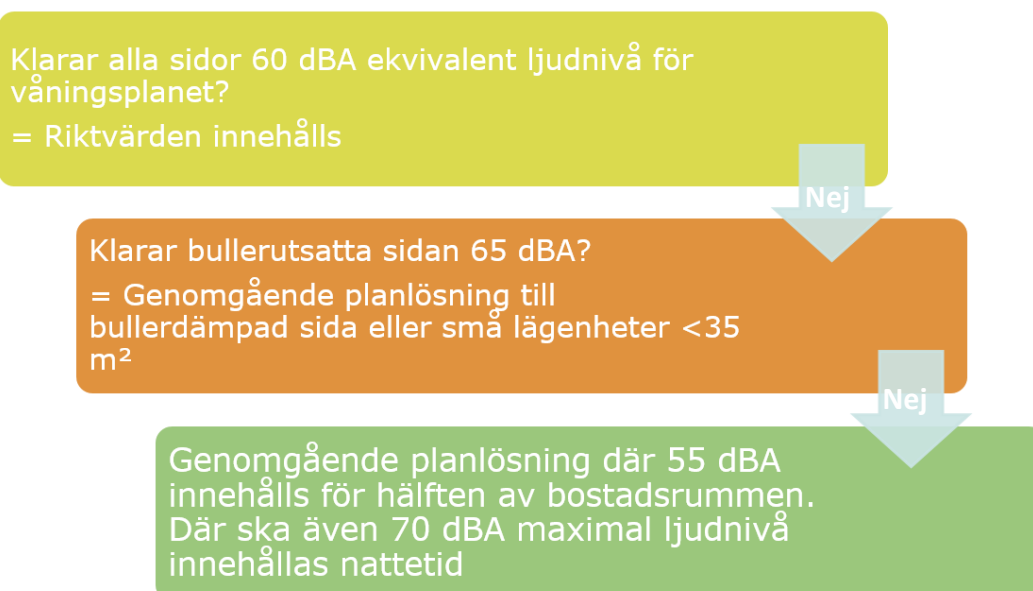
Ljudnivåer redovisas oftast i färger i kartor och vid fasad. I detta kapitel förklaras vad färgerna motsvarar i decibelnivåer och vilka typer av ljudkällor detta kan liknas vid för relation till nivån. Bedömningsordning för riktvärden beskrivs i illustrationer för att förklara trafikbullerförordningens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

Färgskalans betydelse				
	Ekvivalent ljudnivå L_{eq} i dBA		Maximal ljudnivå L_{max} i dBA	
	>=75		>=90	
	70-75		85-90	
	65-70		80-85	
Små lägenheter ->	60-65		75-80	
Enkelsidig bostad ->	55-60		70-75	
Ljuddämpad sida ->	50-55		65-70	<- Uteplats & Ljuddämpad sida
Uteplats ->	< 50		< 65	

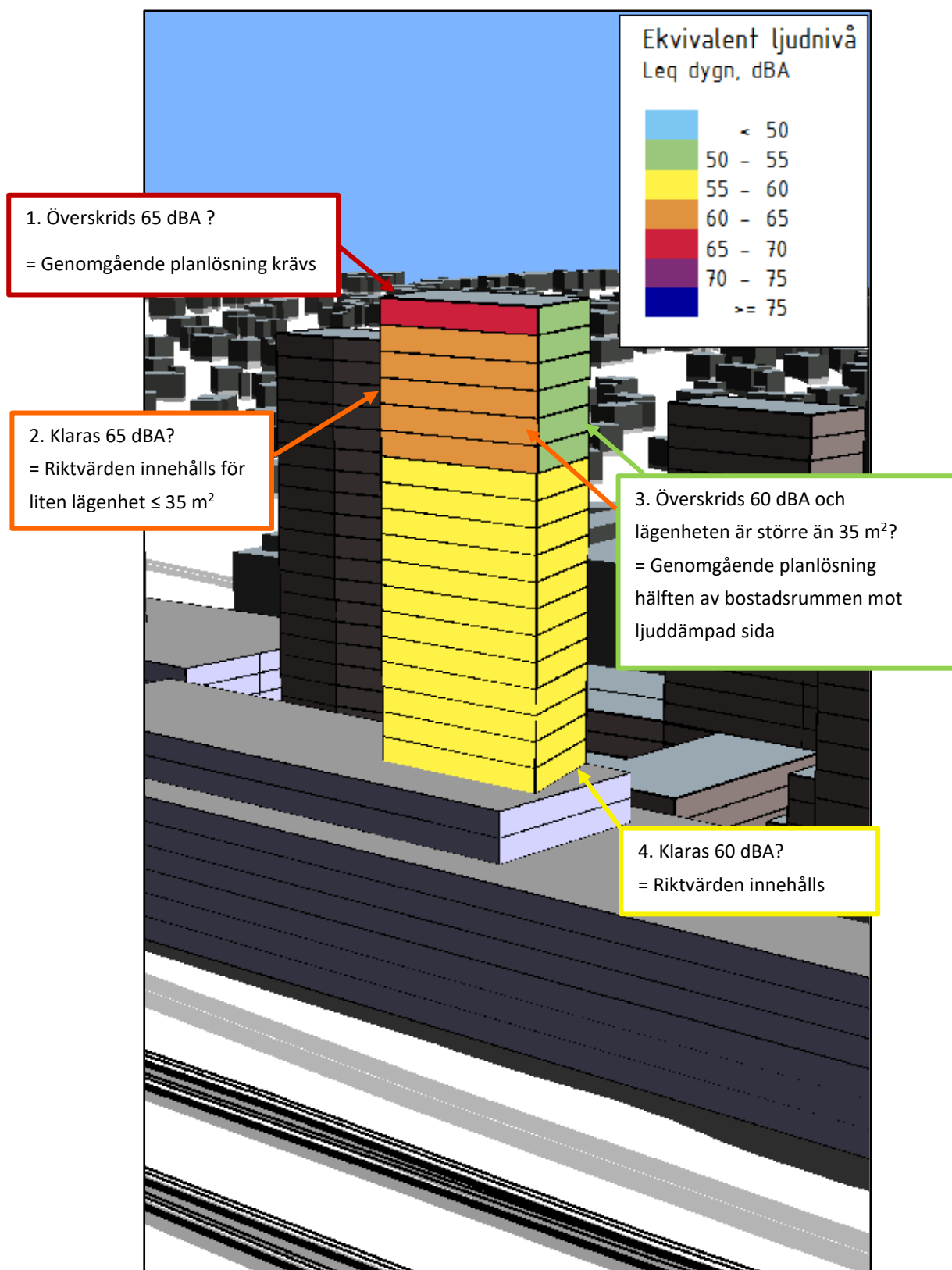
FIGUR 6. FÄRGSKALA FÖR EKVIVALENT OCH MAXIMAL LJUDNIVÅ MED GRÄNS VID RIKTVÄRDEN



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



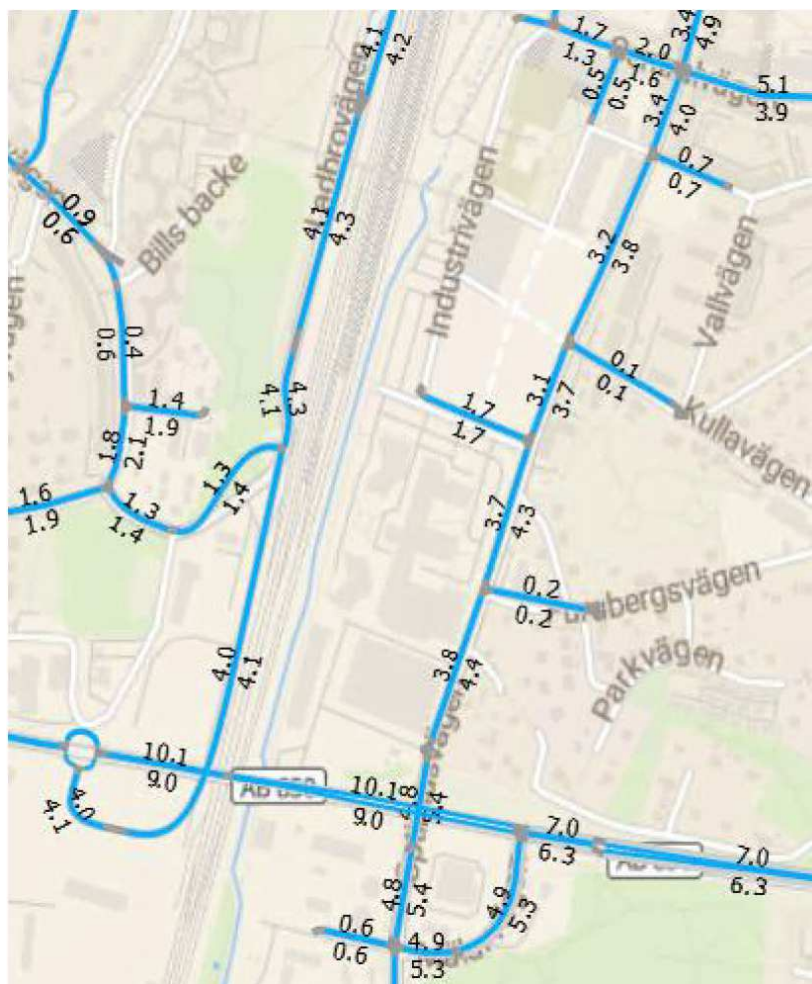
FIGUR 8. BEDÖMNINGSSORDNING FÖR RIKTVÄRDEN VID FASAD



FIGUR 9. BEDÖMNINGSORDNING FÖR RIKTVÄRDEN VID FASAD SOM ILLUSTRATION

2.6 TRAFIKUPPGIFTER:

Trafikuppgifter har erhållits från kommunen som anlitat M4Traffic att göra prognos för vägtrafik och redovisas i bilden nedan. Trafikprognosen är för 60 000 invånare i kommunen men är högre än den tidigare prognosen som gällde för år 2040 av Iterio. Båda prognoserna är justerade för det ökade trafikflödet generellt, det tillkommande flödet pga planerad exploatering och busslinjer. 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 enligt Iterios PM.



FIGUR 10. TRAFIKPROGNOS FÖR 60K SCENARIO MOTSVARANDE PROGNOSÅR 2040 ENLIGT M4TRAFFIC. SVARTA SIFFROR ÄR TUSENTALS PASSAGER PER DYGN I VARJE RIKTNING.

TABELL 3. TRAFIKUPPGIFTER FÖR VÄGTRAFIK PROGNOSÅR 2040 MED ÖKNING AV TRAFIKALSTRING FÖR NYA OMRÅDEN

Väg	ÅDT (frd/dygn)	Andel tung trafik	Hastighet
Optimusvägen	8000-10 200 ¹⁾	16% ²⁾	30-50 km/h ¹⁾
Mälarvägen	13 300-19 100	7%	50 km/h
Smedbyvägen	10 200	7%	50 km/h
Anton Tamms väg	2400	27% ²⁾	30 km/h

- 1) Högre andel trafik och högre hastighet närmast Mälarvägen. Optimusvägen är skyltad 30 km/h längs med hela området pga Vibrationskänsligt område.
- 2) Bussgata mot nya resecentrum ger hög andel tung trafik längs med Anton Tamms väg och Optimusvägen

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 fjärrtåg enligt Trafikverkets utredning om spårutbyggnaden. Detta kräver att stationens perrong flyttas. För bullerutredningen antas mellersta spårerna trafikera pendeltåg som i 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. Precis förbi perrongen är pendeltågens hastighet satt till 40 km/h. Vid växlar har +6 dB adderats på sträckan ± 10 m vid växeln i enligheter med beräkningsmodellen för bullerberäkningar av tåg NMT 1996. Passagerartåg (natttåg) är dimensionerande tågtypen för maximal ljudnivå nattetid vilket gäller riktvärde vid fasad. Totalt antal tåg 934 st.

TABELL 4. TRAFIKUPPGIFTER FÖR SPÅRTRAFIK PROGNOSEÅR 2040 MED ÖKNING AV TRAFIKALSTRING FÖR NYA OMRÅDEN

Tågtyp	Antal (tåg/dygn)	Medellängd (m)	Maxlängd (m)	Hastighet [km/h]
Godståg (lok+vagnar)	36	200-640	640	100
X2000 (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/natttåg (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

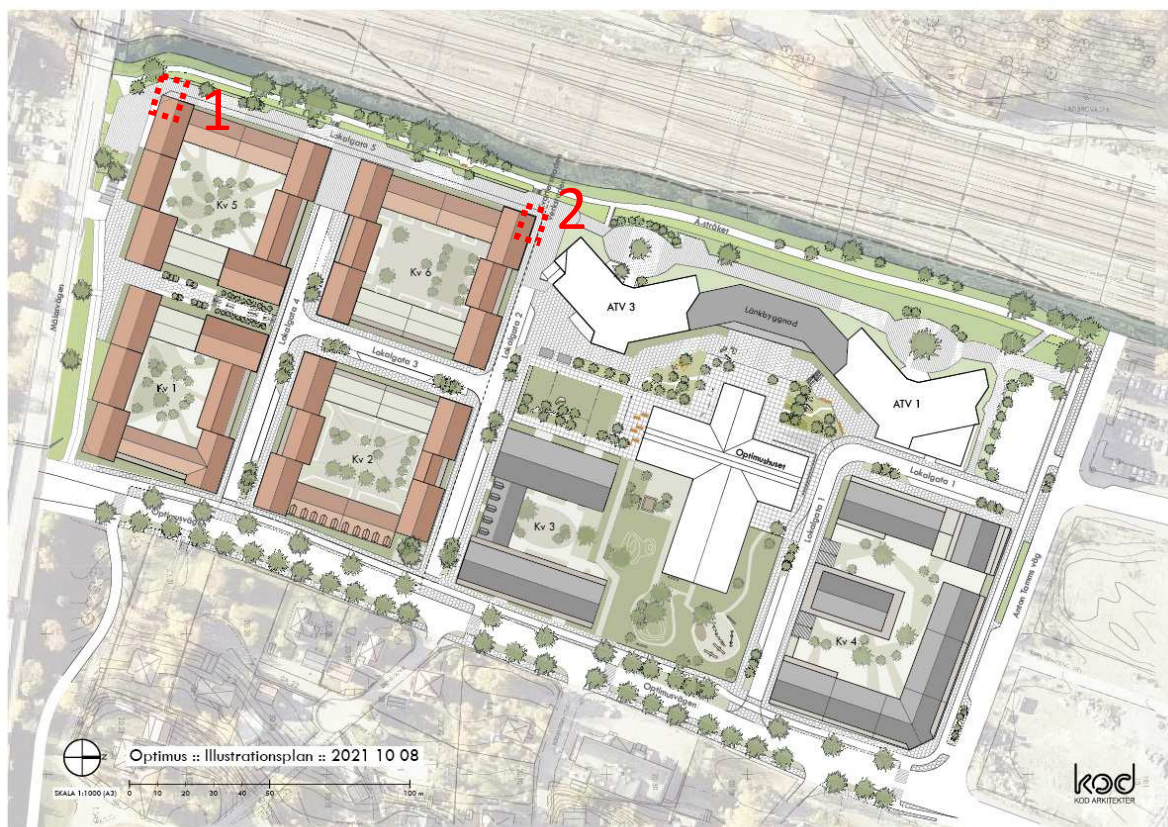
FASADNIVÅER OCH PLANLÖSNINGAR

- A12 Ekvivalent ljudnivå och maximal ljudnivå med planlösningar

ÅTGÄRDER - TEKNISKA LÖSNINGAR

För ett antal hörnlägenheter som inte är genomgående innehålls inte riktvärden enligt trafikbullerförordningen. Det är 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 innanför liggande fasad istället, detta är en teknisk lösning men gäller så få lägenheter i området att det i en helhetsbedömning kan ses som acceptabelt så länge de får kompensationsåtgärder och god ljudmiljö inomhus. Se figur 12 nedan för markering var dessa lägenheter är.

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



FIGUR 12. LÄGENHETER SOM INTE INNEHÅLLER RIKTVÄRDE UTAN TEKNISKA LÖSNINGAR

HÖRNLÄGENHET KVARTER 5

I kvarter 5 närmast Mälarvägen finns hörnlägenheter, markerad med rött i figur 13, som inte klarar riktvärde vid ljuddämpad sida då lägenheten inte är genomgående. Denna hörnlägenhetstyp kommer inte klara riktvärden utomhus enligt Trafikbullerförordningen utan de får bedömas utifrån undantag med tekniska lösningar. Som kompensation för det bullerutsatta läget föreslås 75% inglasade indragna balkonger med ljudabsorbenter i balkongens undertak och väggar samt specialfönster i bostadsrummen. Beräkningar har utförts som visar att lösningen är tillräcklig för att innehålla riktvärden innanför balkong, se exempel i figur 15. Specialfönster innebär fönster som går att öppna med ljuddämpad vädring, se figur nedan. Specialfönster bör finnas på båda de rummen som vetter mot balkongen och inglasningen bör vara från tak till golv i balkongen för delen närmast spår så fönstren är skyddade. Undantaget i kvarter 5 avser 8 lägenheter av 800-1100 planerade lägenheter vilket motsvarar mindre än 1%. Ljudklass B rekommenderas. Inglasningen bör vara med i plankarta som bestämmelse.



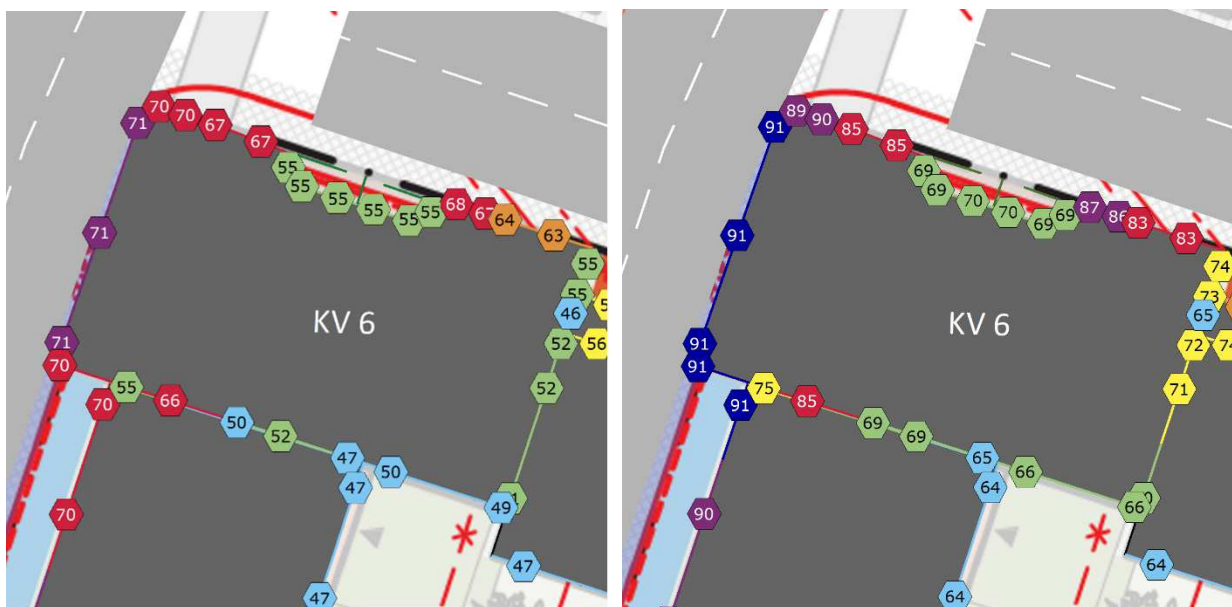
FIGUR 13. LÄGENHET I KVARTER 5 SOM INTE INNEHÅLLER RIKTVÄRDE ENLIGT TRAFIKBULLERFÖRORDNINGEN OCH SOM BEDÖMS UTIFRÅN AVSTEG SAMT KOMPENSATIONSLösNINGAR VID BALKONG

HÖRNLÄGENHET KVARTER 6

I kvarter 6 finns hörnlägenheter, markerad med rött i figur 14, som inte klarar riktvärde vid ljuddämpad sida då lägenheten inte är genomgående. Denna hörnlägenhetstyp kommer inte klara riktvärden utomhus enligt Trafikbullerförordningen utan de får bedömas utifrån undantag med tekniska lösningar. Som kompensation för det bullerutsatta läget föreslås 75% inglasade balkonger med ljudabsorbenter i balkongens undertak och väggar samt specialfönster i bostadsrummen. Beräkningar har utförts som visar att denna tekniska lösning innebär att riktvärde innehålls i balkongen, se figur 15. Specialfönster innebär fönster som går att öppna med ljuddämpad vädring. Dessa fönster bör finnas för två bostadsrum som vetter mot balkongen (sovrum och vardagsrum) i lägenheten. Undantaget avser 6 lägenheter av 800-1100 planerade lägenheter vilket motsvarar mindre än 1%. Totalt tillsammans med hörnlägenheterna i kvarter 5 så blir det 14 lägenheter av 800-1100 som motsvarar drygt 1-2% av samtliga lägenheter. Ljudklass B rekommenderas. Inglasningen bör vara med i plankarta som bestämmelse.



FIGUR 14. LÄGENHET I KVARTER 6 SOM INTE INNEHÅLLER RIKTVÄRDE



FIGUR 15. EKVIVALENT LJUDNIVÅ ÅT VÄNSTER OCH MAXIMAL LJUDNIVÅ ÅT HÖGER TEST MED 75% INGLASNING

TOTALT ANTAL AVSTEG

I ett stort exploateringsområde nära bullerkällor blir det oftast några lägenheter som får överskridande av bullerriktvärden, särskilt i hörnlägen. Trafikbullerförordningens riktvärden bör innehållas för samtliga bostäder och det tillåts redan höga nivåer så tekniska lösningar ej ska vara nödvändiga. Samtidigt ska buller bedömas som en helhetsbedömning för bostäderna i området och tillgång till tysta ytor. Det finns ingen bestämd kvot på hur många lägenheter i ett planerat område som får göra avsteg från riktvärden och ha tekniska lösningar men tidigare praxis brukar vara högst 5% av det totala antalet planerade lägenheter.

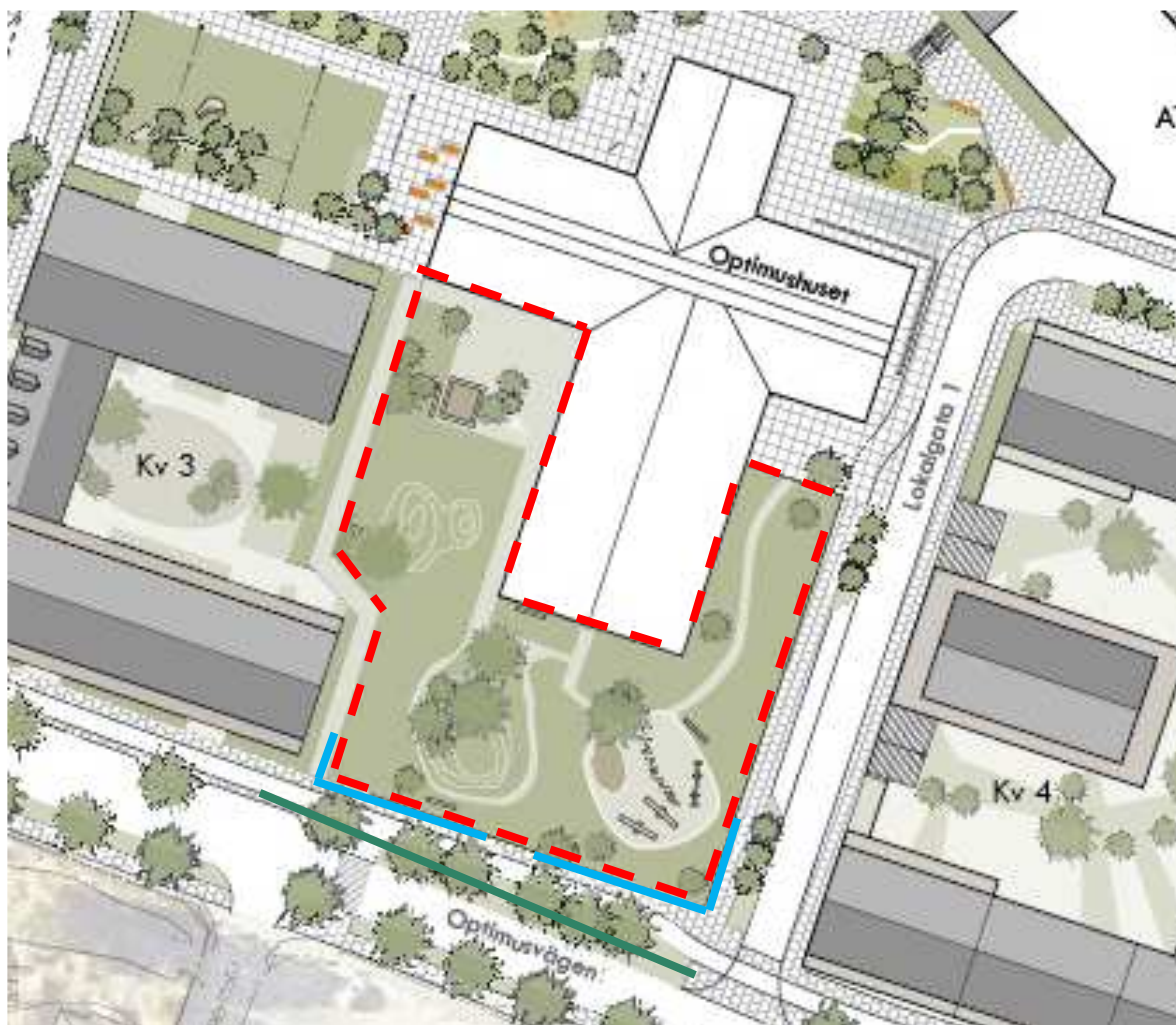
Ett antal lägenheter behöver bedömas utifrån undantag. Större lägenhetsformer har undersökts men har blivit orimligt stora med given form. En åtgärd mellan kvarter 5 och 6 har gjorts genom att bygga ihop kvarteren men de yttre hörnens åtgärder med likadana byggnadshöga skärmar var ej praktiskt genomförbart då den inte kunde ansluta i två sidor. Det är en lägenhetstyp i kvarter 5 och en lägenhetstyp i kvarter 6 totalt $8+6=14$ lägenheter. Totalt planeras det 800-1100 lägenheter. Det ger en kvot på $14/800=0,0175$ vilket är 1,8% av det totala antalet lägenheter som behöver bedömas som undantag men klarar riktvärden inomhus innanför teknisk lösning med inglasad balkong. Balkongerna som bör kompletteras med inglasad balkong med 75% bör planbestämmas i plankarta. De ska helst vara täta från golv till tak i balkongen på sidan närmast spår. Specialfönster är valbart. Den byggnad som kopplar kvarter 5 och 6 är inte en teknisk lösning, det är en del av byggnaden och kan utformas med bostadsrum eller balkonger. Det kan också vara en byggnadshög glasskärm men det ses inte heller som teknisk lösning. Ljudklass B rekommenderas för samtliga bostäder mot spår.

LJUDNIVÅ VID UTEPLATS FRÅN TRAFIKBULLER

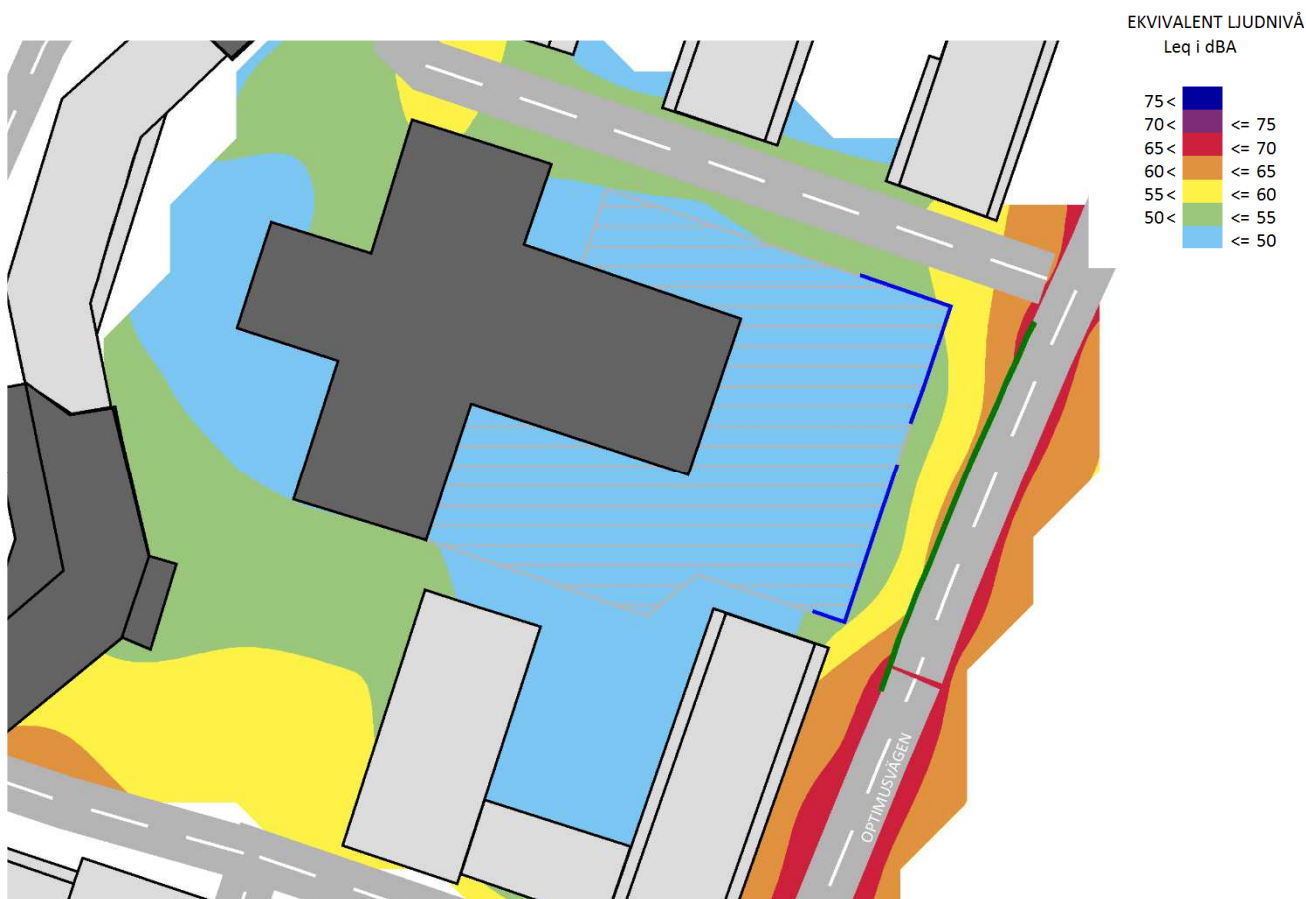
Samtliga kvarter kan få en gemensam bullerskyddad uteplats på respektive bostadsgård där 50 dBA ekvivalent ljudnivå och 70 dBA maximal ljudnivå innehålls.

LJUDNIVÅ PÅ SKOLGÅRD FRÅN TRAFIKBULLER

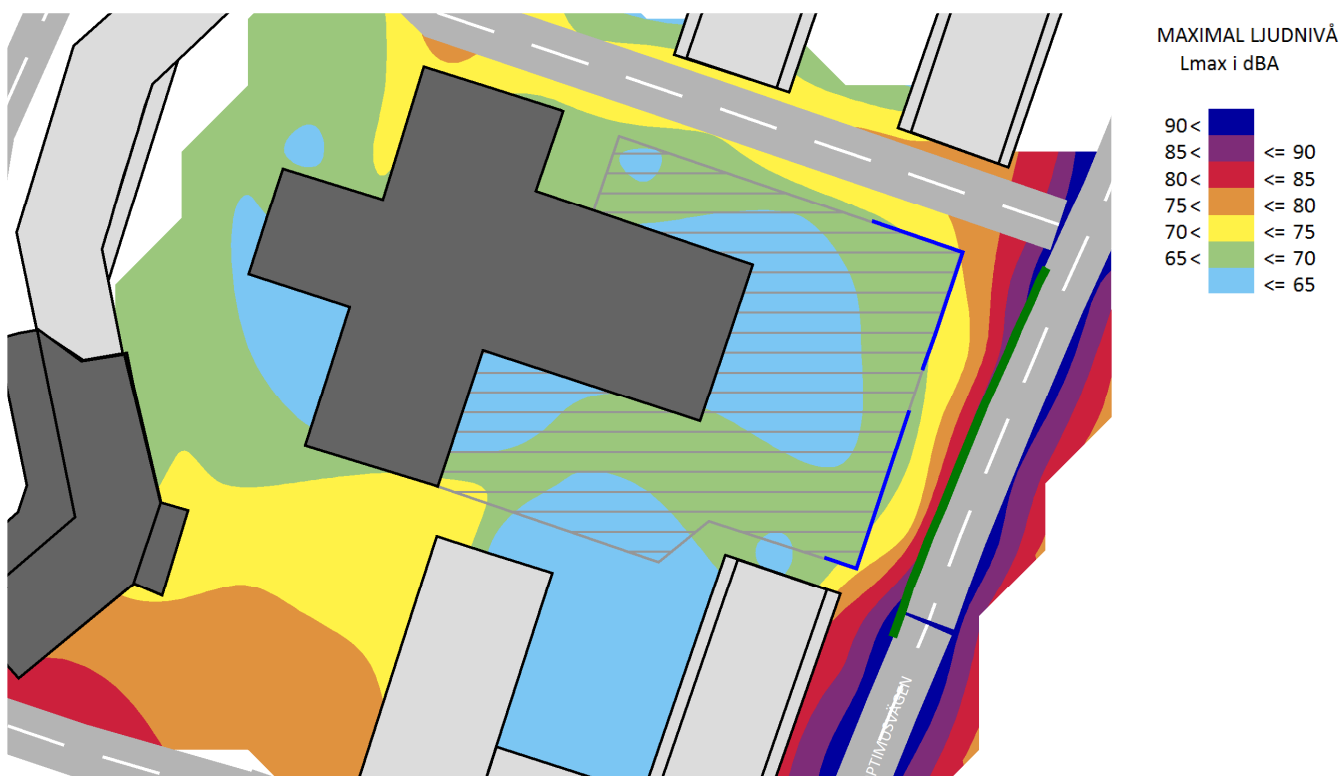
En förskola planeras i Optimushuset. Miljön runtom huset är öppen för att behålla siktlinjer till byggnaden men släpper därför även in buller. Naturvårdsverkets riktvärden för buller på skolgård är 50 dBA ekvivalent och 70 dBA maximal ljudnivå för lektyta samt 55 dBA ekvivalent ljudnivå och 70 dBA maximal 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 röd markering figur 16 för förskolgårdens placering. 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 15). Den bör vara 1,3 m hög för att skydda en höjd om 1,5 m över mark. Då har även bilisterna sikt över muren och kan se trafik som kör ut från lokalgatan. På ett avstånd om 10 m från lokalgatans korsning måste den låga muren vara 0,8 m hög för bevarad siktlinje för trafiken. Som komplement till muren behövs en 1,5 m hög bullerskyddsskärm (blå linje). Skärmen bör 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. Skärmarna bör finnas med som planbestämmelser. Om länkbyggnaden byggs efter förskolgården finns risk för överskridande. Länkbyggnaden bör därför utföras innan förskolgården som krav i plankarta. Länkbyggnadens höjd bör bestämmas till lika hög som det lägre kontorshuset för att ljud ej ska komma över. Bullerskyddsskärmen kan bestå av komplementbyggnader som barnvagnsförråd, förrådsbyggnader eller plank. Den låga skärmen kan utgå om skärmen vid skolgårdens gräns är 2 m hög, den måste då vara tät i mitten. Se bilaga A01 och A06 för resultat utan åtgärder.



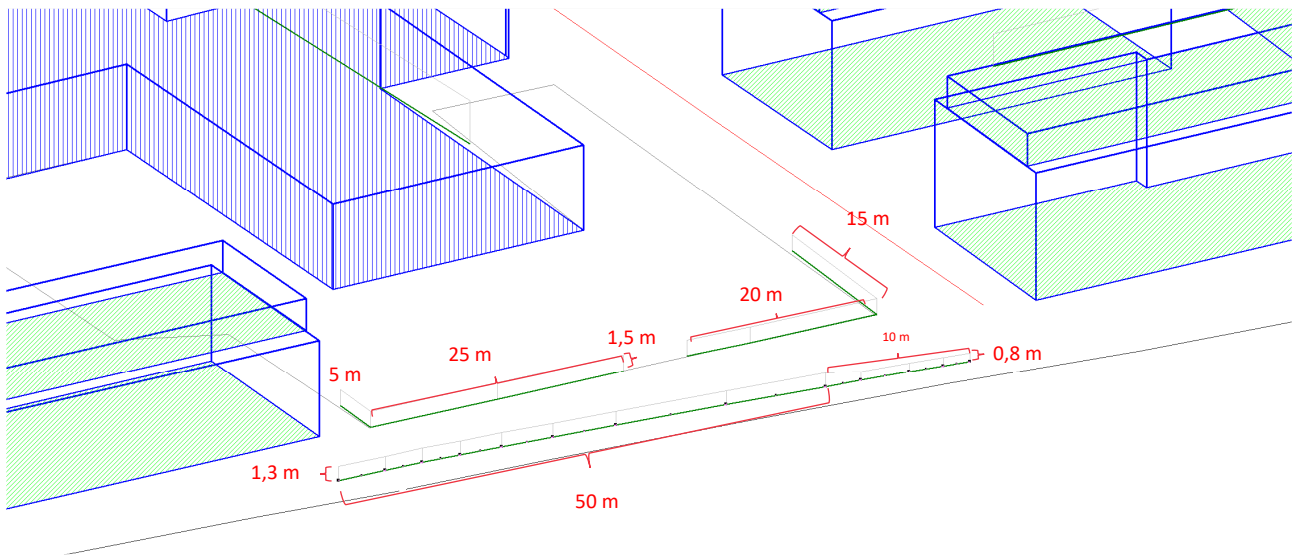
FIGUR 16. FÖRSLAGEN PLACERING FÖR FÖRSKOLEGÅRD I MARKERAD RÖD YTA ÖSTER OM OPTIMUSHUSET. BLÅ LINJE ÄR DEN 1,5 M HÖGA SKÄRMEN (HÖJD ÖVER OPTIMUSVÄGEN) OCH GRÖN LINJE ÄR DEN LÅGA MUREN 0,8-1,3 M



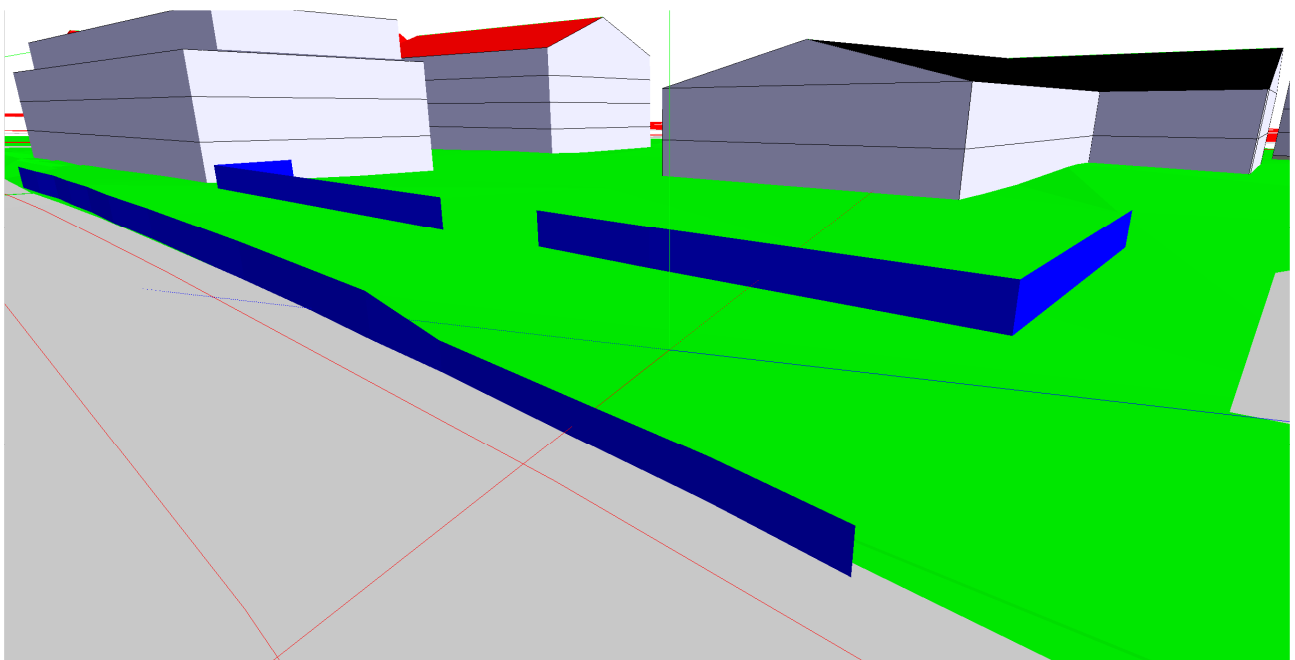
FIGUR 17. EKVIVALENT LJUDNIVÅ 1,5 MÖM VID FÖRSKOLGÅRD (SKRAFFERAD YTA) MED ÅTGÄRD 0,8-1,3 M HÖG MUR (GRÖN) VÄSTER OM OPTIMUSVÄGEN OCH EN 1,5 M HÖG SKÄRM VID FÖRSKOLGÅRDENS GRÄNS (BLÅ)



FIGUR 18. MAXIMAL LJUDNIVÅ 1,5 MÖM VID FÖRSKOLGÅRD (SKRAFFERAD YTA) MED ÅTGÄRD 1,3 M HÖG MUR (GRÖN) VÄSTER OM OPTIMUSVÄGEN OCH EN 1,5 M HÖG SKÄRM VID FÖRSKOLGÅRDENS GRÄNS (BLÅ)



FIGUR 19. MÅTT PÅ SKÄRMAR RELATIVT ÖVER OPTIMUSVÄGENS HÖJD. DEN LÅGA MUREN SKA VARA SÅ NÄRA OPTIMUSVÄGEN SOM MÖJLIGT (CA 0,5 M FRÅN GATANS KANT)



FIGUR 20. 3D VY AV SKÄRMARNA

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 21 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. Fasadisoleringen i Blå zon, enligt figur 20, är rimligare att lösa praktiskt och det är en mindre del av fasaden som har 91 dBA nattetid.

Röd zon 91-95 dBA (Maximala ljudnivåer från tågtrafik)						
	Bostäder		Trapphus		Sammanträdeshuset	
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 21. EXEMPEL PÅ LJUDKRAV PÅ FASAD

PÅVERKAN PÅ BEFINTLIGA BOSTÄDER

Påverkan på befintliga bostäder är låg. Den ökade trafiken enligt prognosen höjer 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 lågbullerskyddsskärm om ca 1,2 m 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 0,5 m eller bytas ut mot en 2 m hög bullerskyddsskärm. Skärmen kräver då ny grundläggning och med tanke på leran krävs plintgrund, pålar eller vingfundament. Detta är vanlig standardutförande för en skärm och motsvarar ca 10000 kr löpmetervis 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.

Höga byggnader mot spår skyddar befintliga bostäder i området från både spårbuller och vägbuller från bron. Då terränghöjden ökar österut så krävs höga byggnader för att skydda mot spårbullret.

ETAPPVIS UTBYGGNAD

Samtliga kvarter klarar riktvärden för Trafikbullerförordningen för sig. Länkbyggnaden behöver byggas innan förskolgården för att få skydd mot maximala ljudnivåer från spår. Kvarter 4 klarar riktvärden även utan Länkbyggnaden. Kvarter 1 och 2 klarar riktvärden utan kvarter 5 och 6.

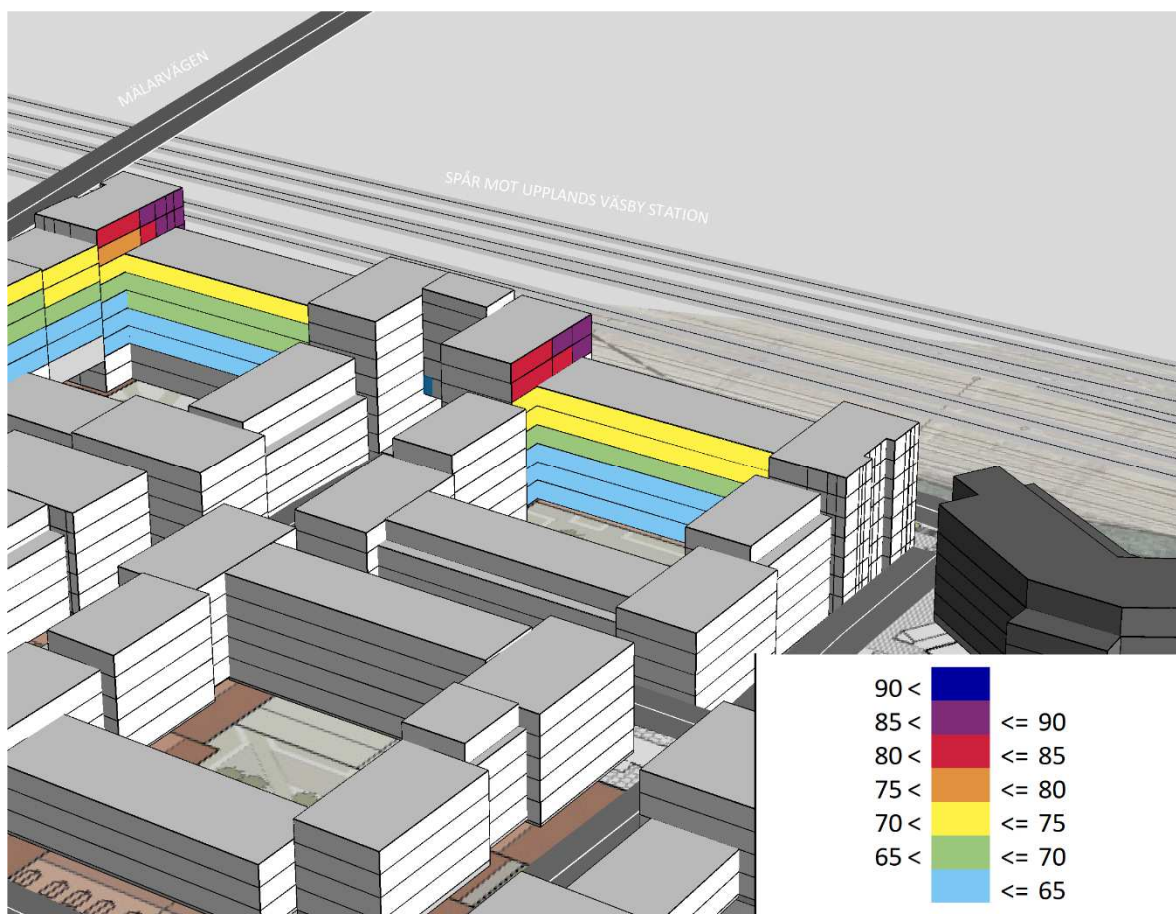
BETYDELSEN AV HÖJD PÅ BYGGNADER

När bostäder byggs så nära bullerkällor så måste de byggas höga för att ljudet inte ska komma över byggnaden, dels pga höga ljudnivåer från snabba passerande tåg men även slagljud från växlar när tågen passerar. Höga byggnader är också en marginal som krävs med avseende på bullerregn. Den höjd på byggnader som föreslagits i kvarter 5 och 6 är ett måste för att innehålla riktvärde för maximala ljudnivåer på luddämpad sida. Formen och höjden på volymerna har tagits fram för att just klara bullerkraven och sadeltaken är utformade för att dämpa de höga ljudnivåerna. Sänks kvarteren till samma höjd som det befintliga kontoret på Anton Tamms vägen så överskrider riktvärdet på luddämpad sida på kvarter 5 och 6 både på innergårdens övre fasader och för övre våningar på alla byggnader som vetter mot Mälarvägen. Se figur 21 för exempel där byggnaderna sänkts till samma höjd som kontoret. Grönt är godkänd nivå för luddämpad sida.

Spårområdet är brett och de planerade snabbtågen på spåret längst från bostäderna får en flackare vinkel över byggnaderna varpå höga byggnader och sadeltak krävs. Även bullret från Mälarvägen som är högt belägen ställer krav på höga byggnader.

Från erfarenhet krävs höga byggnader för att säkra en god ljudmiljö när man bygger så nära spår. Från beräkningar och kontrollmätningar vid liknande områden vid Växjö station och Sollentuna så behövs minst 7 våningar (ca 20 m) plus sadeltak för att klara riktvärden på översta våningarna på bullerdämpad sida när tåg passerar nära i 200 km/h och över växlar.

Höga byggnader i kvarter 5 och 6 kommer också gynna ljudmiljön i befintliga bostäder öster om Optimus som ligger på högre terräng och de lägre kvarteren som planeras i området.



FIGUR 22. MAXIMALA LJUDINVÅER PÅ BULLERDÄMPAD SIDA OM KVARTEREN SÄNKES TILL SAMMA HÖJD SOM KONTOREN VID ANTON TAMMS VÄG. GRÖN FÄRG ÄR GODKÄND NIVÅ.

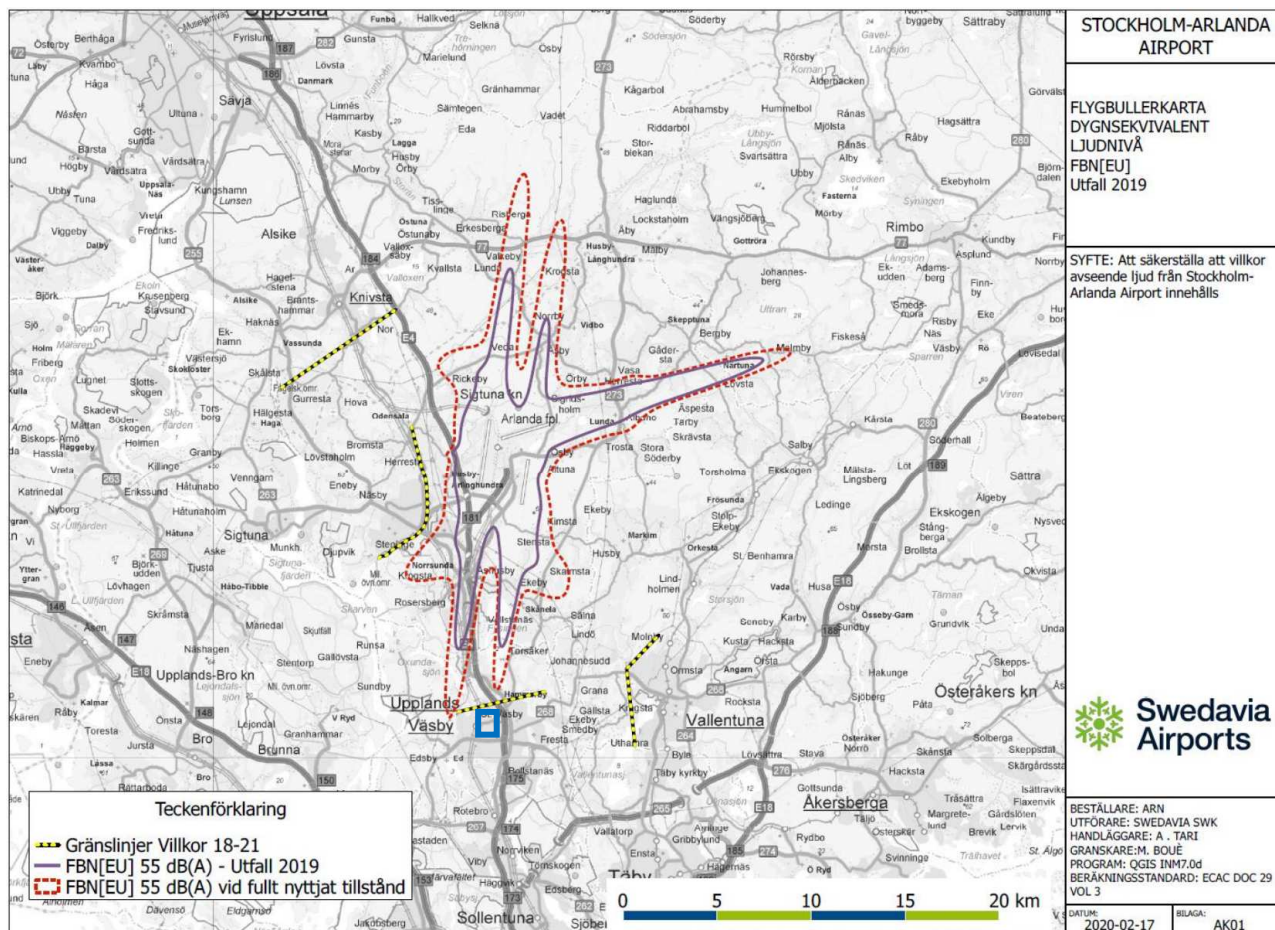
3 Flygbuller



3 FLYGBULLER

3.1 RESULTAT FLYGBULLER:

Flygbullernivå vid Optimus innehåller riktvärde för ekvivalent och maximal ljudnivå enligt Swedavias rapport *Miljörapport Stockholm Arlanda Airport 2019*. Det är 55 FBN (ekvivalent ljudnivå i lila kurva) som ska innehållas vilket det gör vid Optimus även vid fullt nyttjat tillstånd (röd kurva), se figur 23. Området är påverkat av flygbuller såsom hela Upplands Väsby är.



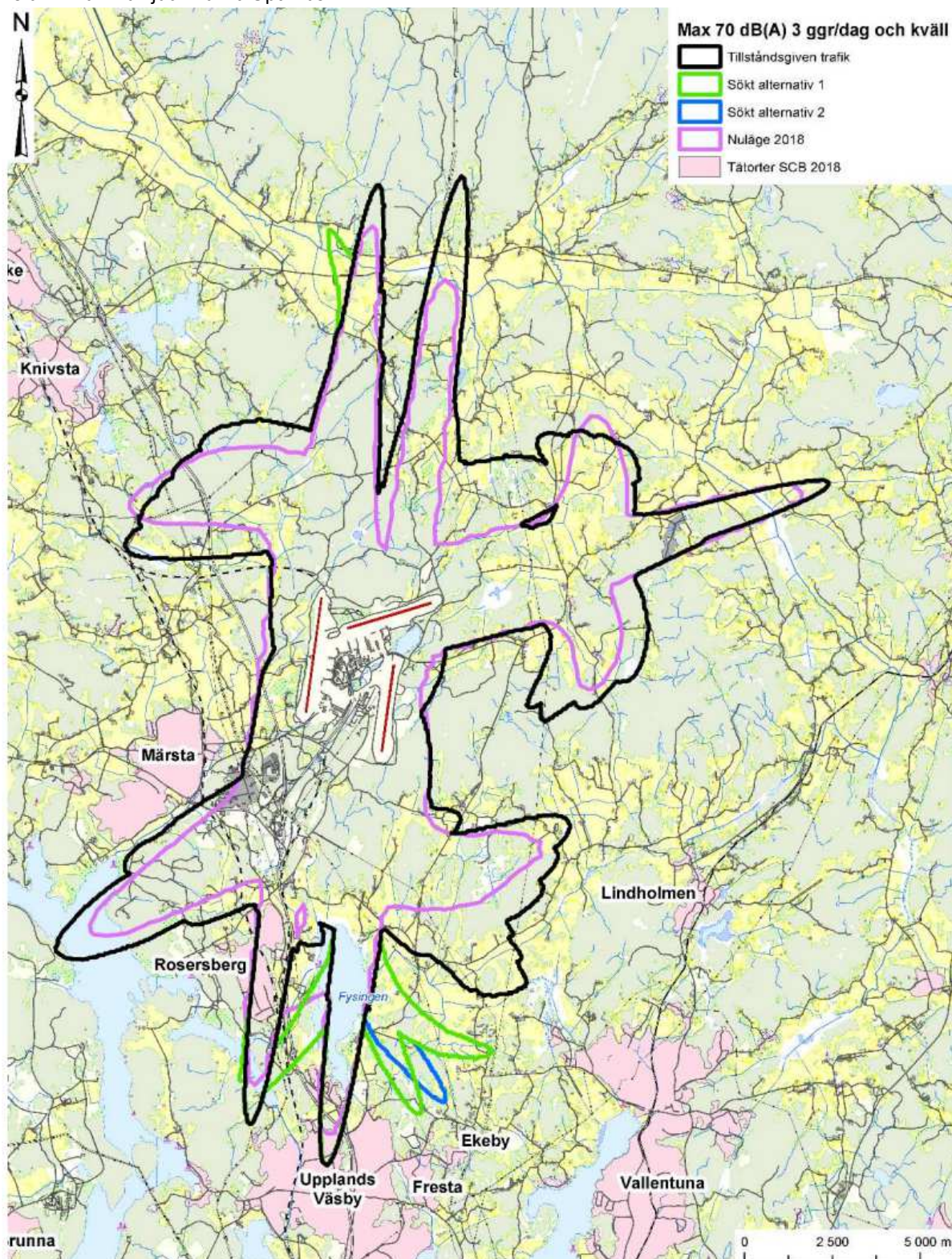
FIGUR 23. FLYGBULLERKARTA SOM VISAR BERÄKNAD FBN 55 DBA (LILA KURVA) FÖR UTFALLET ÅR 2019 TILLSAMMANS MED GRÄNSLINJER FÖR VILLKOREN VISAS I GULA STRECKADE LINJER. I FIGUREN VISAS OCKSÅ FBN DBA VID FULLT NYTTJAT TILLSTÅND (RÖD KURVA).



Flygplanstyp	Antal mätthändelser	Maximal ljudnivå (medelvärde)	Standard- avvikelse	Utökad mätosäkerhet	Beräknad ljudnivå
Boeing 737-800	14	69,6 dB(A)	1,2 dB(A)	2,8 dB	67,0 dB(A)
Boeing 737-700	3	70,2 dB(A)	0,8 dB(A)	2,2 dB	65,4 dB(A)
Airbus A320neo	8	67,9 dB(A)	2,4 dB(A)	5,0 dB	61,2 dB(A)

FIGUR 24. BERÄKNAD OCH UPPMÄTT MAXIMAL LJUDNIVÅ I FRESTA ÄR UNDER 70 DBA. OPTIMUS LIGGER I SAMMA BREDDGRADD MEN INTE DIREKT UNDER DEN INFLYGNINGEN.

I en MKB-rapport från 2020-09-14 av Vatten och Samhällsteknik och Niras i Sverige AB har bullernivåerna undersökts för utbyggnad av Arlanda i uppdrag av Swedavia. För situationen i nuläget (2018 ej 2021) så överskrider 70 dBA maximal ljudnivå endast i norra delen av Upplands Väsby, inte i Optimus. Även för utbyggnadsalternativen innehålls 70 dBA maximal ljudnivå vid Optimus.



FIGUR 25. OMRÅDEN SOM BERÖRS AV MAXIMAL LJUDINVÅ 70 DBA TRE GÅNGER PER DAG OCH KVÄLL FÖR TILLSTÅNDSGIVEN TRAFIK, SÖKT ALTERNATIV 1 OCH SÖKT ALTERNATIV 2 SAMT NULÄGE (2018)

4 Verksamhetsbullen



4 VERKSAMHETSbuller

4.1 VERKSAMHETER I NÄRHETEN:

På andra sidan Mälarvägen ligger Vilundaverket som har flera olika bullerkällor med fläktar och skorstenar (rökgasfläkt). Värmeverket drivs av Stockholm exergi och bullerutredningar och mätningar utförda av Akustikbyrå 2016 och 2019 har använts som indata för beräkningar till planerade bostäder. Den primära ljudkällan är rökgasfläkten. Uppmätt och beräknad ljudnivå vid närmsta befintliga bostad på Solvägen är 31 dBA ekvivalent ljudnivå enl. Akustikbyråns utredning. I Akustikbyråns utredning har alla ljudkällor i värmeverket ljudeffektsbestämt, samma indata har använts för beräkningarna i Optimus och kalibrerats mot referensmät punkten vid Solvägen.



FIGUR 26. YTA FÖR NYA BOSTADSOMRÅDET OPTIMUS I GRÖNT OCH VILUNDAVERKET I RÖTT

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. Bussterminalen ingår inte i beräkningarna av verksamhetsbuller då det inte bedöms som en störande bullerkälla vid Optimus.



FIGUR 27. PLACERING OCH EXEMPELBILD PÅ BUSSTERMINALEN VID STATIONSBYGGNADEN

I nuläget finns flera ljudkällor från verksamheter i området där bostäderna placeras men när områdets 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.

4.2 RIKTVÄRDEN:

Riktvärden för industri- och verksamhetsbuller vid nybyggda bostäder är enligt Boverkets vägledning för industribuller Rapport 2015:21.

TABELL 5. RIKTVÄRDE EKVIVALENT LJUDNIVÅ FRÅN INDUSTRI/ANNAN VERKSAMHET. FRIFÄLTSVÄRDEN VID FASAD.

	Leq dag (06-18)	Leq kväll (18-22)	Leq natt (22-06)
	Lördagar, söndagar och helgdagar Leq dag+kväll (06-22)		
Zon A*	50 dBA	45 dBA	45 dBA
Bostadsbyggnader bör kunna accepteras upp till angivna nivåer			
Zon B	60 dBA	55 dBA	50 dBA
Bostadsbyggnader bör kunna accepteras förut- satt att tillgång till ljud-dämpad sida finns och att byggnaderna buller-anpassas			
Zon C	>60 dBA	>55 dBA	>50 dBA
Bostadsbyggnader bör inte accepteras			

*För buller från värmepumpar, kylaggregat, ventilation och liknande yttre installationer gäller Tabell 6.

TABELL 6. HÖGSTA LJUDNIVÅ FRÅN INDUSTRI/ANNAN VERKSAMHET PÅ LJUDDÄMPAD SIDA. FRIFÄLTSVÄRDE UTMOMHUS VID BOSTADSFASAD OCH UTEPLATS.

	Leq dag (06-18)	Leq kväll (18-22)	Leq natt (22-06)
Ljuddämpad sida	45 dBA	45 dBA	40 dBA

Utöver detta gäller följande för frifältsvärde utomhus vid bostadsfasad:

Maximala ljudnivåer (LFmax > 55 dBA) bör inte förekomma nattetid klockan 22–06 annat än vid enstaka tillfällen. Om de berörda byggnaderna har tillgång till en ljuddämpad sida avser begränsningen i första hand den ljuddämpade sidan.

De angivna ljudnivåerna bör alltid klaras utomhus vid bostadsfasaden. I zon A eller vid en ljuddämpad sida i zon B bör ljudnivåerna också klaras vid en privat eller gemensam uteplats (cirka 1,5 m över mark eller balkonggolv). I situationer där det inte är tekniskt möjligt att klara ljudnivåerna utmed samtliga våningsplan vid fasaden på en ljuddämpad sida, kan högre värden behöva accepteras för dessa. Detta gäller inte vid balkonger i de fall en bullerutredning har pekat ut dessa som de ljuddämpade uteplatserna. Angivna ljudnivåer bör alltid klaras vid en uteplats.

4.3 BERÄKNADE VERKSAMHETSBULLERNIVÅER:

Beräkningarna har utförts enligt metoden ISO9613 för verksamhetsbuller. De ekvivalenta och maximala bullernivåerna vid fasad har beräknats som frifältsvärde. Beräkningarna är utförda i Soundplan version 8.2 med en terrängmodell uppbyggd från höjddata och byggnader från fastighetskartan samt planerade bostäder vid Optimus.

EKVIVALENT LJUDNIVÅ - VERKSAMHETSBULLER

Vid mest bullerutsatta bostadfasad mot Vilundaverket fås upp mot 40 dBA ekvivalent ljudnivå.

Ekvivalenta ljudnivåer redovisas i bilaga A13. Fasadnivåer redovisas i steg om 5 dB och avser frifältsvärden.

MAXIMAL LJUDNIVÅ - VERKSAMHETSBULLER

Vid mest bullerutsatta bostadfasad mot Vilundaverket fås upp mot 41 dBA maximal ljudnivå. Skillnaden är låg mot ekvivalent ljudnivå pga verksamhet mest består av stadigvarande ljudkällor.

Maximala ljudnivåer redovisas i bilaga A14. Fasadnivåer redovisas i steg om 5 dB och avser frifältsvärden.

4.4 KOMMENTAR VERKSAMHETSBULLERNIVÅER:

Riktvärden för verksamhetsbuller innehålls vid de planerade bostäderna. Även om riktvärde innehålls kan stadigvarande ljud från skorsten, fläktar och även lågfrekvent ljud upplevas som störande. Särskilt då det kan ske även nattetid. Värmeverket är inte alltid igång, vid kalla vintrar då värmeverket behöver vara igång är fönster oftast stängde och man är inte på balkonger. Den dominerande bullerkällan vid Optimus är tågen vilket kommer kräva mycket god ljuddämpning i fasad. Även maximala ljudnivåer från bussar sätter höga krav på fasaderna även för fasader som ej vetter mot spåren. Ljuddämpningen i fasaden kommer därför dimensioneras på nivåer som är ca 40 dB högre än verksamhetsbullret.

5 Vibrationer



5 BERÄKNINGAR VIBRATIONER

5.1 VIBRATIONER VID OPTIMUS:

Det är känt att området är vibrationsstört dels i bostäder från Optimusvägen men även i kontorsfastigheterna ATV1&3 från tåg. Marken är lös lera vilket medför stor risk för störning av vibrationer. Bara faktumet att det finns kända vibrationsstörningar i området är tillräckligt för att rekommendera åtgärder för planerade bostäder.

Underlag för beräkningar: 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 28. JORDARTSKARTA FÖR PLANOMRÅDET. PLANOMRÅDET MARKERAT I BLÅTT.



FIGUR 29. JORDDJUPSKARTA FÖR PLANOMRÅDET. PLANOMRÅDET MARKERAT I BLÅTT.

5.2 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 7. 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 ett avtal med Trafikverket tagits fram där målet är 0,3 mm/s. Följande nivåer beskrivs som störande i standarden:

TABELL 7. 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.

Bedömningsgrund:

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

Beräkning:

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

TABELL 8. 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 9. 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 mycket lös lera. 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. I plankartan bör en bestämmelse om 0,3 mm/s vibrationsnivå vid bostad skrivas in.

Vibrationer från Optimusvägen

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.

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. I ytterkanterna av området krävs genomgående lägenheter eller små lägenheter. Inne i området kan enkelsidiga lägenheter planeras. Gemensamma uteplatser på bostadsgården klarar riktvärden för trafikbuller.

Föreslagen kvartersstruktur för planerade bostäder i Optimusområdet klarar riktvärde för trafikbuller förutom vid några hörnlägenheter som behöver speciallösningar i form av indragna och delvis inglasade balkonger. Det är fåtal (1-2%) av det totala antalet planerade lägenheter som behöver dessa typer av lösningar. Den tekniska lösningen bör planbestämmas och beskrivas i detalj i planbeskrivningen. För att klara dämpa de höga ljudnivåerna från tågen krävs 75% inglasning av den öppna sidan i balkongen från golv till tak. För den del av fasaden i balkongen som vetter mot spår behöver absorbent monteras vilket även gäller i undertak. Balkongerna bör kunna stängas till 100% inglasning. Ljuddämpningens R_w krav på inglasningen är 25 dB. I helhetsbedömningen så får de flesta lägenheter acceptabla ljudnivåer enligt Trafikbullerförordningen, dessa hörnlägenheter som inte får det bör därför kompenseras ordentligt med inglasning av balkong och specialfönster. Alla kvarter bör projekteras med Ljudklass B och sovrum mot gårdsida.

Mycket höga krav ställs på fasadens ljuddämpning som är närmast spår. Det är i princip högsta möjliga krav som normala fönster klarar att dämpa, ljuddämpande ventilationsdon och en tung fasad i betong som krävs.

Förskolegården klarar riktvärden med en låg mur nära Optimusvägen och en lokal låg skärm längs förskolegårdens gräns. Den lokala skärmen kan bestå av funktionsbyggnader som barnvagnsskydd och bodar så länge de sitter ihop tätt. För att behålla siktlinje till Optimushuset kan skärmen vid förskolegårdens gräns vara öppen i mitten då den låga skärmen dämpar bäst där. Både skärmen vid förskolegårdens gräns och bullermuren nära väg är utbytbara mot en 2 m hög skärm längs förskolegårdens gräns men då försvinner siktlinjen till Optimushuset och en otrygg miljö skapas på platsen.

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. Vi rekommenderar vibrationsisolerande åtgärder i byggnadsgrunden för samtliga bostäder då det är omöjligt att åtgärda i efterhand. Detta bör studeras med mätningar i området för att avgöra omfattning.

Slutsatser som kan behöva följas upp med planbestämmelse:

- På de delar av skolgården som är avsedda för lek är högsta tillåtna ekvivalenta ljudnivå 50 dBA ekvivalent och 70 dBA maximal ljudnivå, 4 kap. 12 § 1 st 2 p.
- Skärm med en höjd av 1,5 och längd om 65,0 m krävs längs med förskolans gräns. Skärmen kan vara öppen 2 m i mitten. Skärm med en höjd av 0,8-1,3 m närmast Optimusvägen krävs. Placering förtydligas i planbeskrivningen.
- Länkbyggnaden mellan kontorsbyggnaderna måste uppföras innan förskolan tas i bruk för att klara bullerkrav.
- För hörnlägenheterna i södra hörnet av kvarter 5 och norra hörnet av kvarter 6 krävs delvis inglasning av de indragna balkongerna med 75% inglasning av den öppna ytan och absorbenter i balkongens väggar och tak.
- Stomljusnivå i bostadsrum får inte överstiga 30 dBA (slow) maximal ljudnivå.
- Komfortvägd vibrationsnivå i bostadsrum ej överstiger 0,3 mm/s.

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:

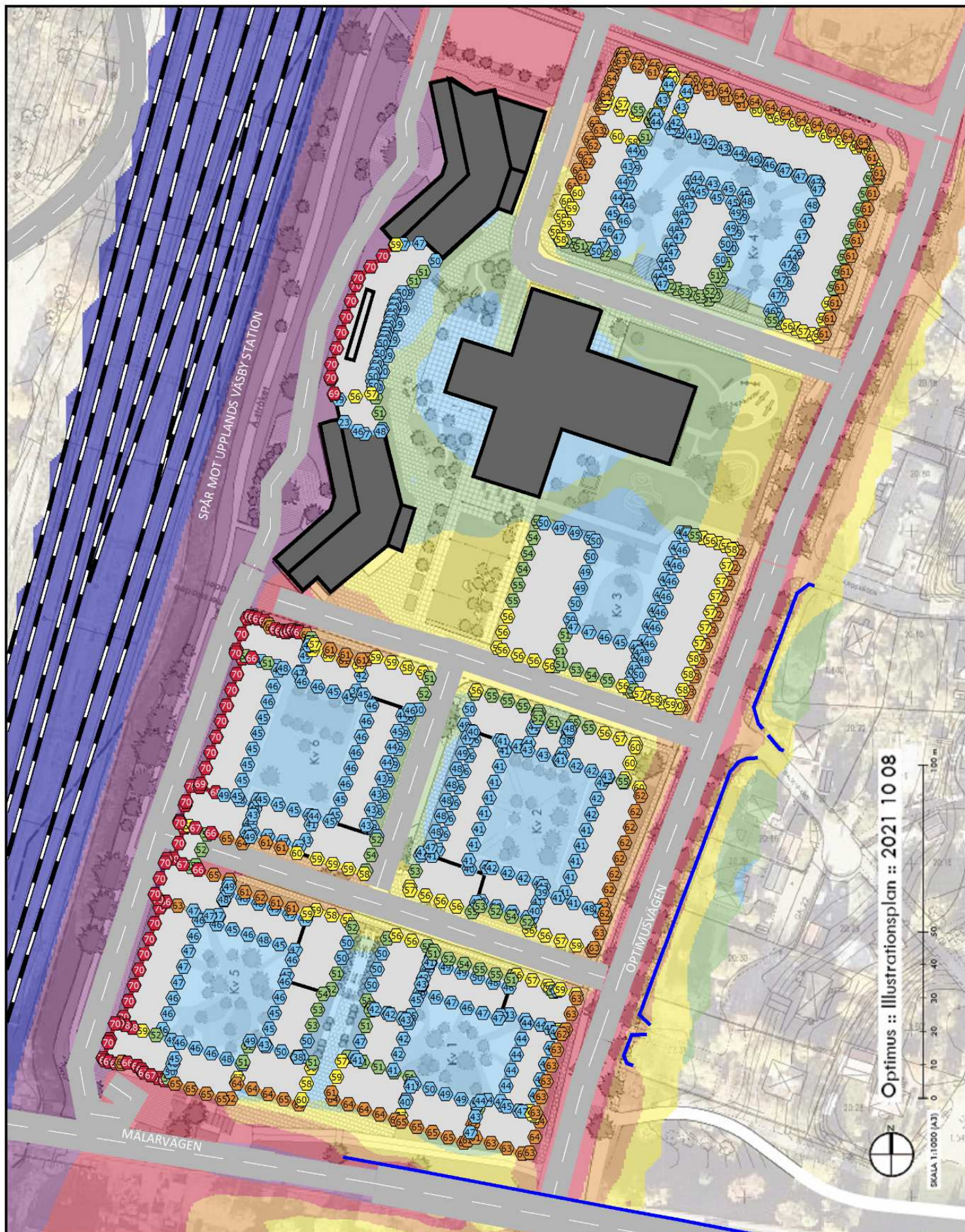
- A06 Ljudutbredningskarta för maximal ljudnivå 1,5 m över mark samt högsta ljudnivå vid fasad dagtid kl 06-18
- A07 Ljudutbredningskarta för maximal ljudnivå 1,5 m över mark samt högsta ljudnivå vid fasad dagtid kl 22-06
- A08 3D vy för ekvivalent ljudnivå med vy från sydväst
- A09 3D vy för ekvivalent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

- A12 Ekvivalent ljudnivå och maximal ljudnivå med planlösningar

VERKSAMHETSBULLER

- A13 Ekvivalent ljudnivå som fasadnivåer och ljudutbredning, värsta fall nattetid
- A14 Maximal ljudnivå som fasadnivåer, värsta fall nattetid



Optimus :: Illustrationsplan :: 2021 10 08

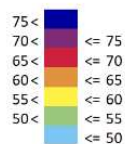


SKALA 1:1000 (A3) 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 m

Trafikbuller Optimus
Situation år 2040
Ljudutbredning och
högsta fasadnivåer

Ritning: A01
Ritare: Manne Friman
Granskad: Åsa Lindkvist

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: Åsa Lindkvist

EKVIVALENT LJUDNIVÅ
 Leq i dBA

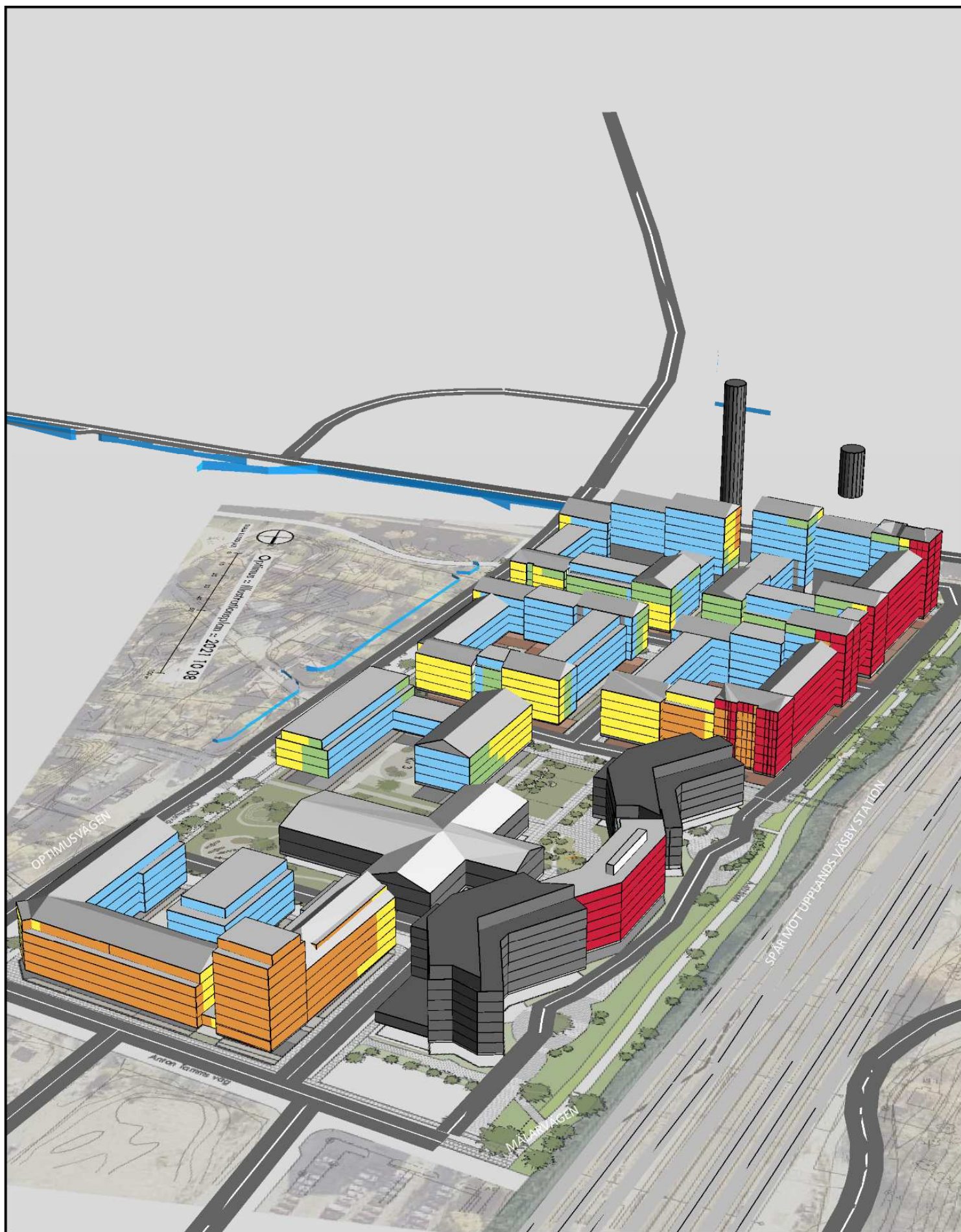
75 <	≤ 75
70 <	≤ 70
65 <	≤ 65
60 <	≤ 60
55 <	≤ 55
50 <	≤ 50

TECKENFÖRKLARING

—	Väg
—	Järnväg
—	Befintlig byggnad
—	Planerad byggnad
—	Vägbro
—	Bullerskyddsskärm



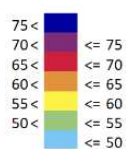
efterklang:
 PART OF AFRY



Trafikbuller Optimus
 Situation år 2040
 Fasadnivåer
 dygns ekvivalent, frifält

Ritning: A03
 Ritare: Manne Friman
 Granskad: Åsa Lindkvist

EKVIVALENT LJUDNIVÅ
 Leq i dBA

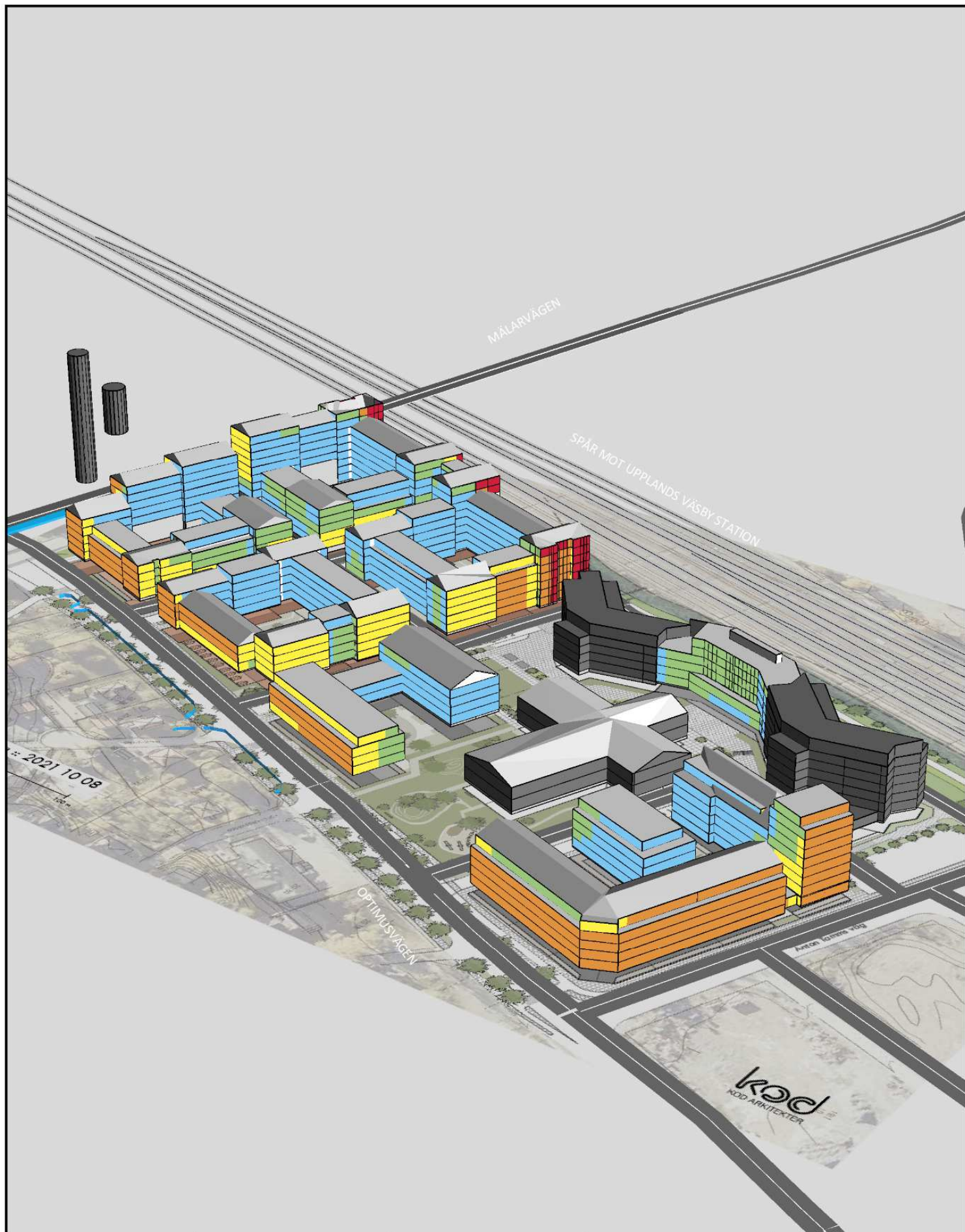


TECKENFÖRKLARING

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



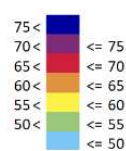
efterklang:
 PART OF AFRY



Trafikbuller Optimus
 Situation år 2040
 Fasadnivåer
 dygnsekvivalent, frifält

Ritning: A04
 Ritare: Manne Friman
 Granskad: Åsa Lindkvist

EKVIVALENT LJUDNIVÅ
 Leq i dBA

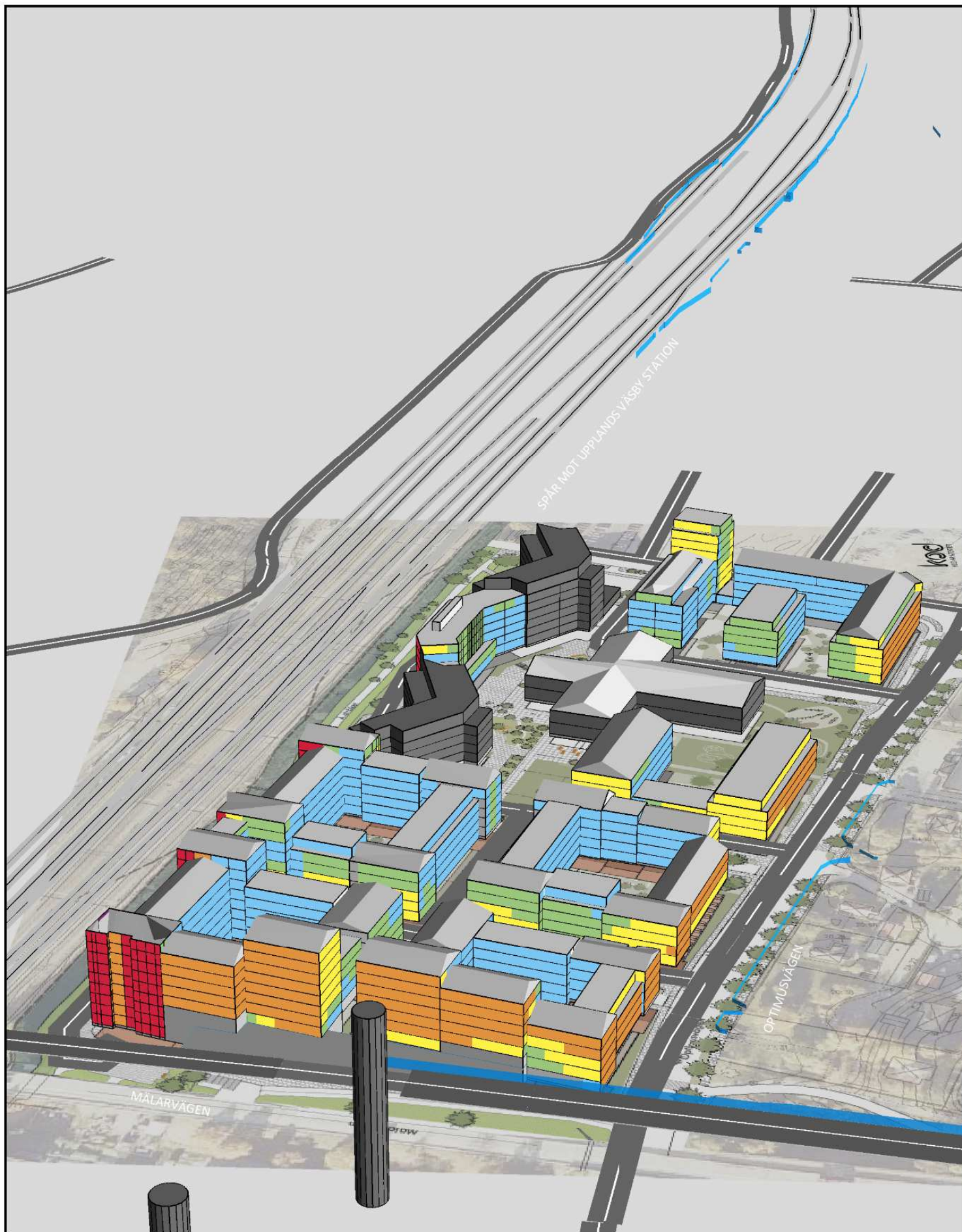


TECKENFÖRKLARING

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



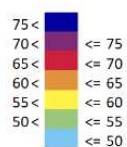
efterklang:
 PART OF AFRY



Trafikbuller Optimus
 Situation år 2040
 Fasadnivåer
 dygnsekvivalent, frifält

Ritning: A05
 Ritare: Manne Friman
 Granskad: Åsa Lindkvist

EKVIVALENT LJUDNIVÅ
 Leq i dBA

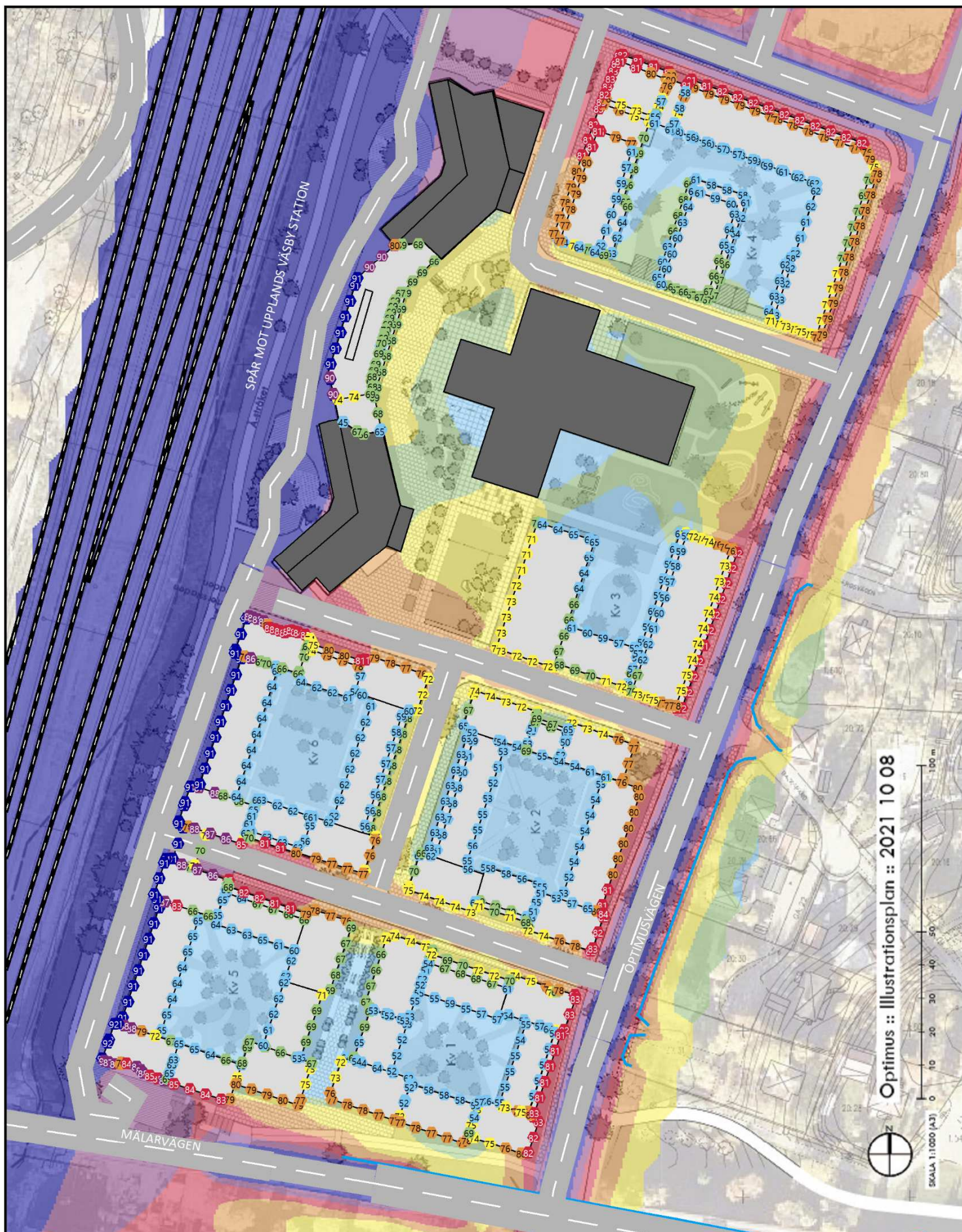


TECKENFÖRKLARING

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



efterklang:
 PART OF AFRY



Trafikbuller Optimus
 Situation år 2040
 Ljudutbredning dag och
 högsta fasadnivåer dag

Ritning: A06
 Ritare: Manne Friman
 Granskad: Åsa Lindkvist

MAXIMAL LJUDNIVÅ
 Lmax i dBA

90 <	≤ 90
85 <	≤ 85
80 <	≤ 80
75 <	≤ 80
70 <	≤ 75
65 <	≤ 70
	≤ 65

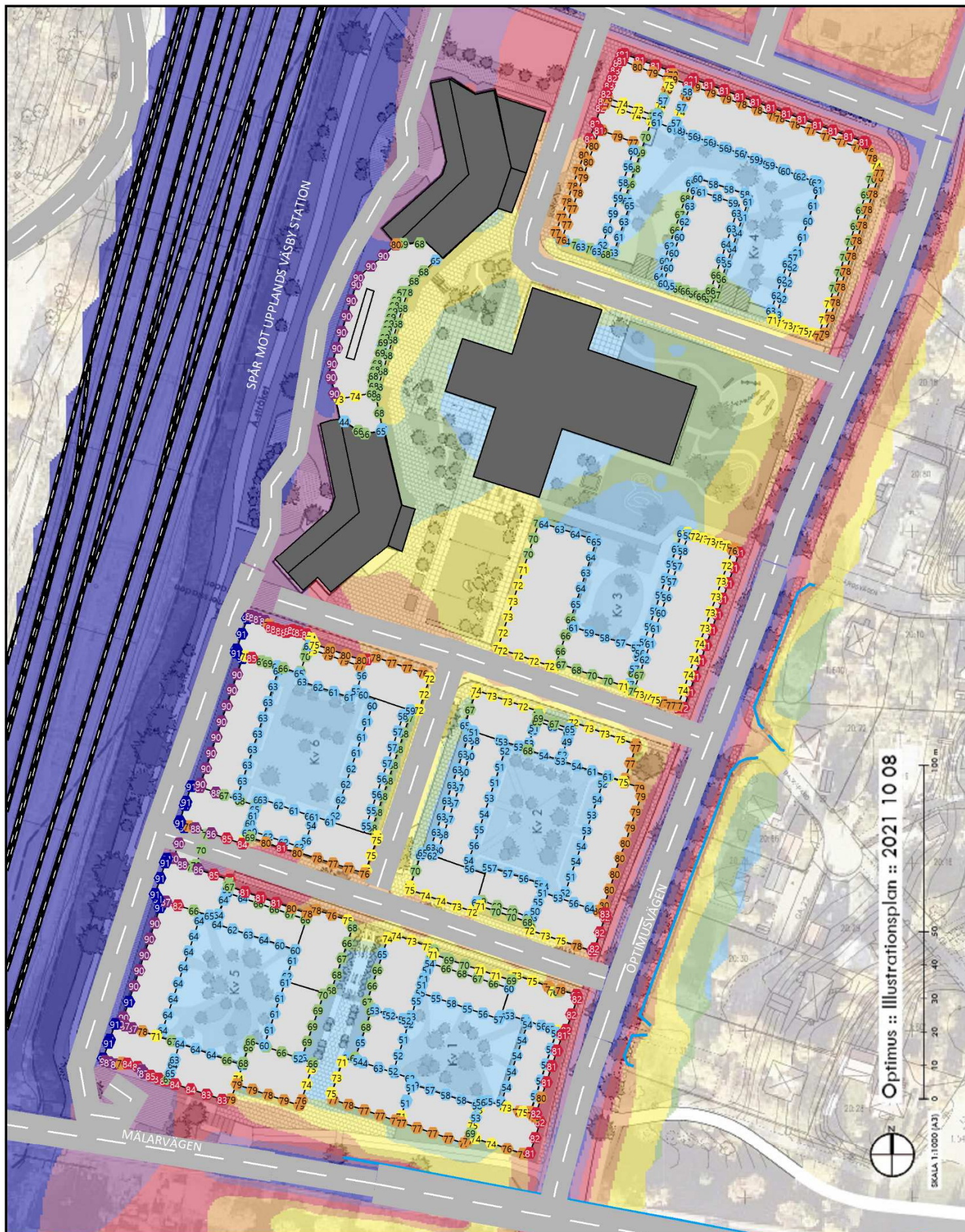
TECKENFÖRKLARING

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

SKALA 1:1500

0 5 10 20 m

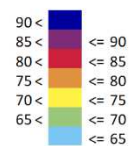
efterklang:
 PART OF AFRY



Trafikbuller Optimus
Situation år 2040
Ljudutbredning natt och
högsta fasadnivåer natt

Ritning: A07
Ritare: Manne Friman
Granskad: Åsa Lindkvist

MAXIMAL LJUDNIVÅ
L_{max} i dBA



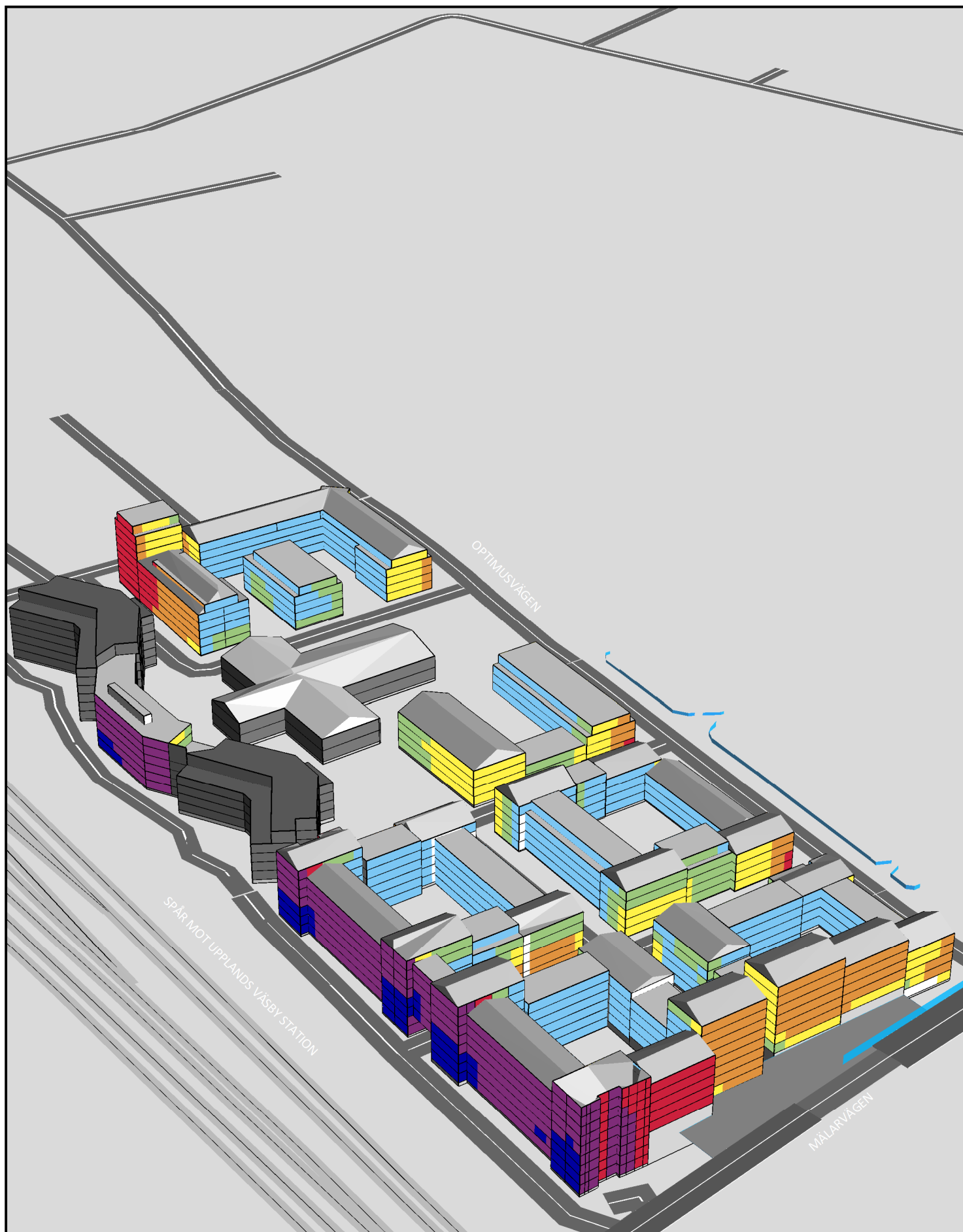
TECKENFÖRKLARING

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



SKALA 1:1500
0 5 10 20 m

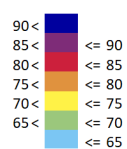
efterklang:
PART OF AFRY



Trafikbuller Optimus
 Situation år 2040
 Fasadnivåer
 Maximal ljudnivå, nattetid

Ritning: A08
 Ritare: Manne Friman
 Granskad: Åsa Lindkvist

MAXIMAL LJUDNIVÅ
 Lmax, natt i dBA

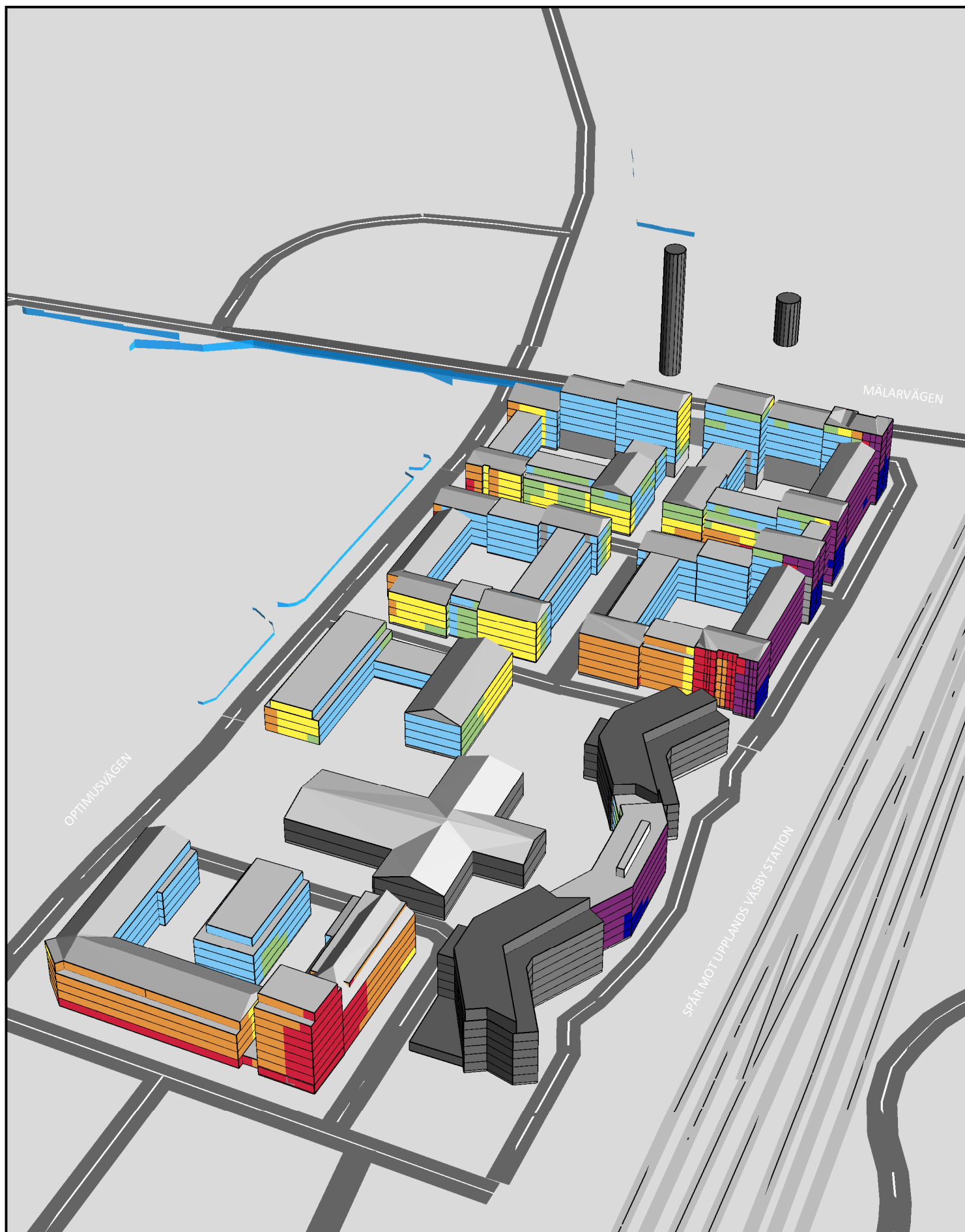


TECKENFÖRKLARING

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



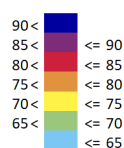
efterklang:
 PART OF AFRY



Trafikbuller Optimus
 Situation år 2040
 Fasadnivåer
 Maximal ljudnivå, nattetid

Ritning: A09
 Ritare: Manne Friman
 Granskad: Åsa Lindkvist

MAXIMAL LJUDNIVÅ
 L_{max}, natt i dBA



TECKENFÖRKLARING

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



efterklang:
 PART OF AFRY



Trafikbuller Optimus
 Situation år 2040
 Fasadnivåer
 Maximal ljudnivå, nattetid

Ritning: A10
 Ritare: Manne Friman
 Granskad: Åsa Lindkvist

MAXIMAL LJUDNIVÅ
 Lmax, natt i dBA

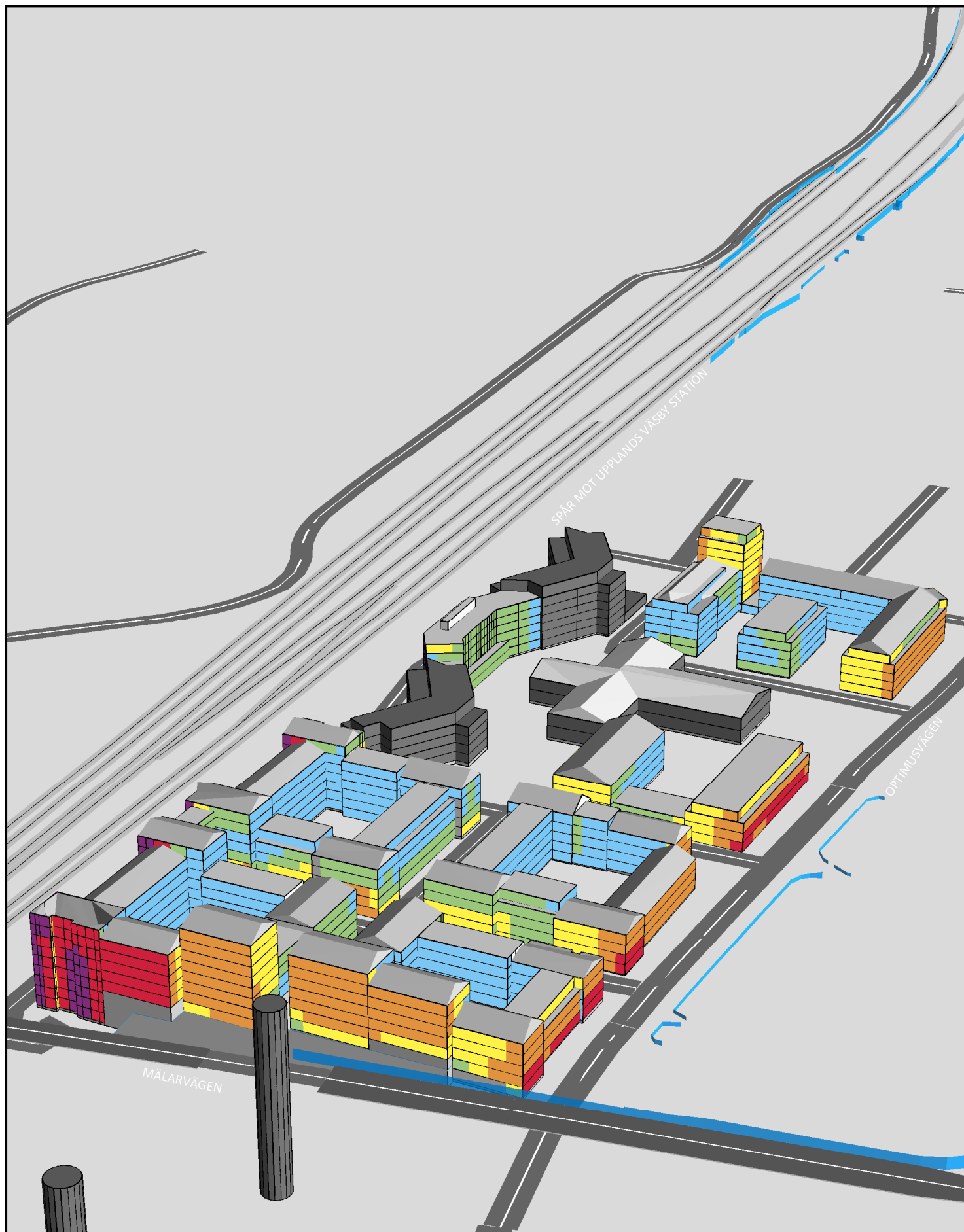
90 <	≤ 90
85 <	≤ 85
80 <	≤ 80
75 <	≤ 75
70 <	≤ 70
65 <	≤ 65

TECKENFÖRKLARING

	Väg
	Järnväg
	Befintlig byggnad
	Planerad byggnad
	Vägbro
	Bullerskyddsskärm



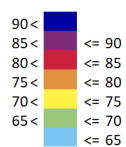
efterklang:
 PART OF AFRY



Trafikbuller Optimus
 Situation år 2040
 Fasadnivåer
 Maximal ljudnivå, nattetid

Ritning: A11
 Ritare: Manne Friman
 Granskad: Åsa Lindkvist

MAXIMAL LJUDNIVÅ
 Lmax, natt i dBA



TECKENFÖRKLARING

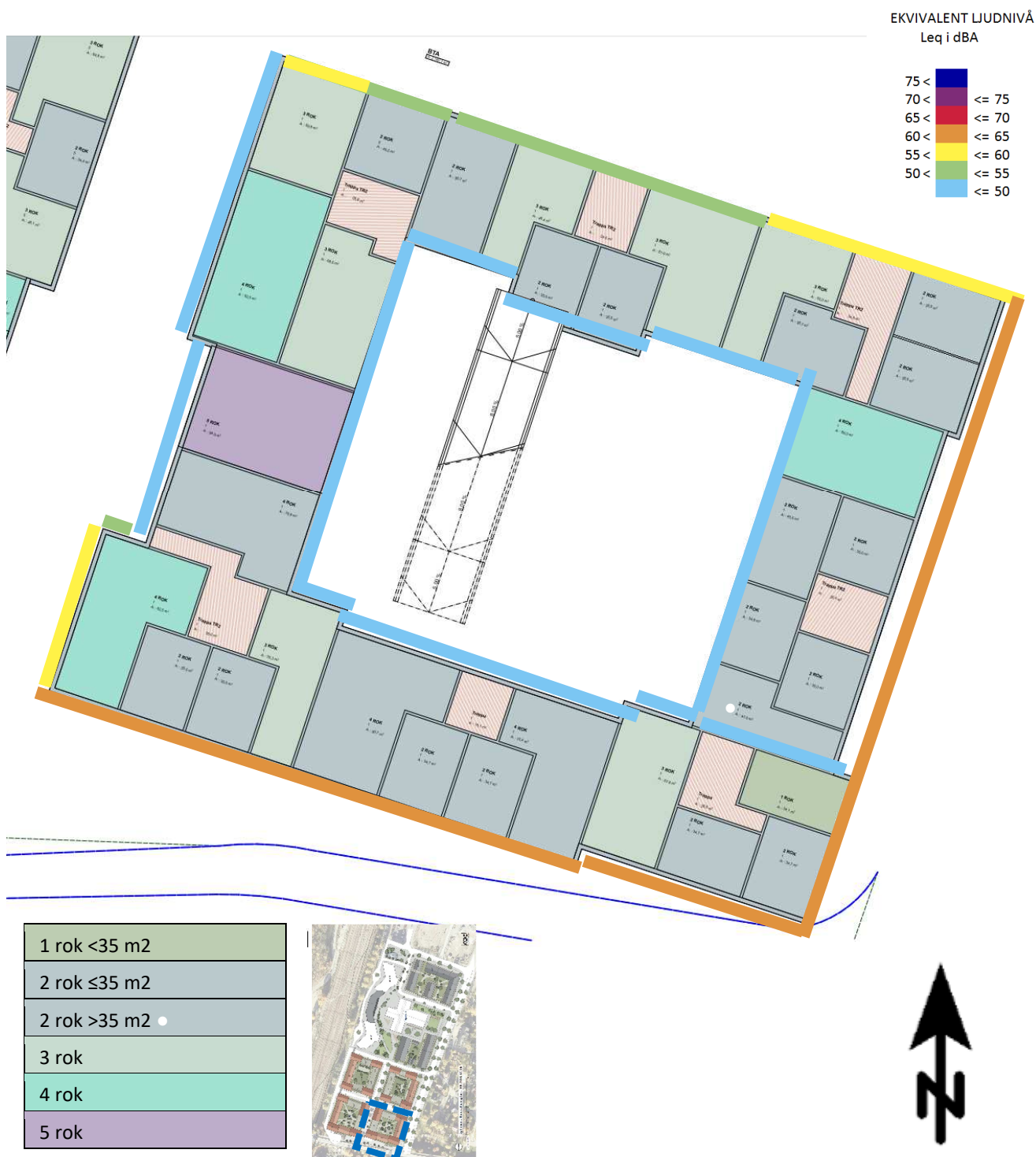
- Väg
- Järnväg
- Befintlig byggnad
- Planerad byggnad
- Vägbro
- Bullerskyddsskärm



efterklang:
 PART OF AFRY

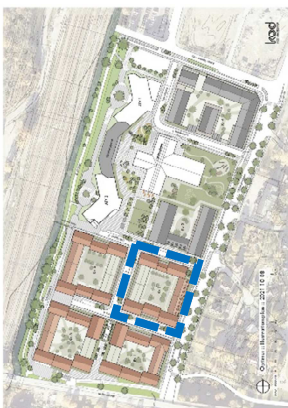
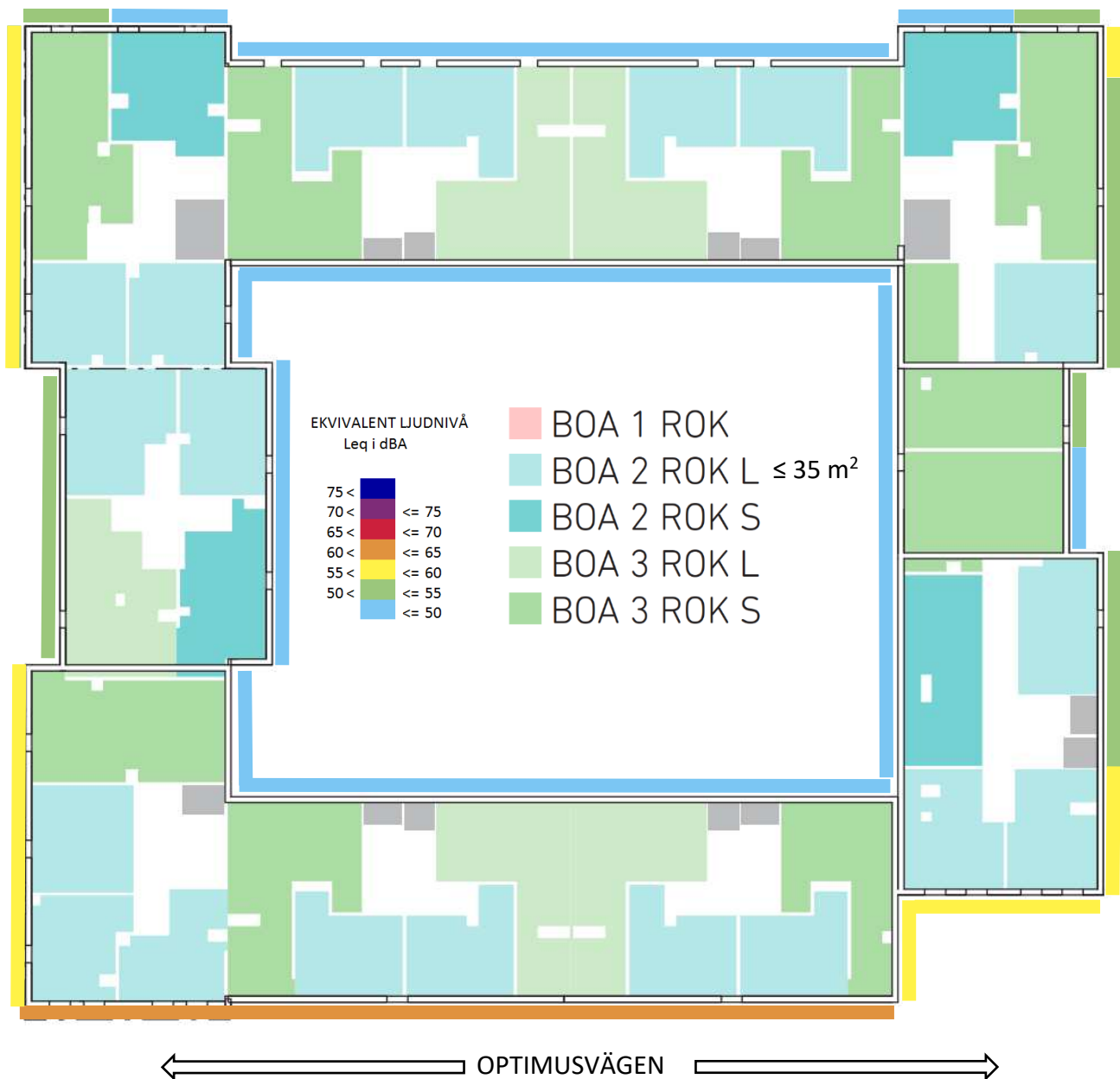
KVARTER 1 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED EKVIVALENT LJUDNIVÅ VID FASAD

Samtliga lägenheter är godkända i kvarter 1 med genomgående planlösning eller små lägenheter.



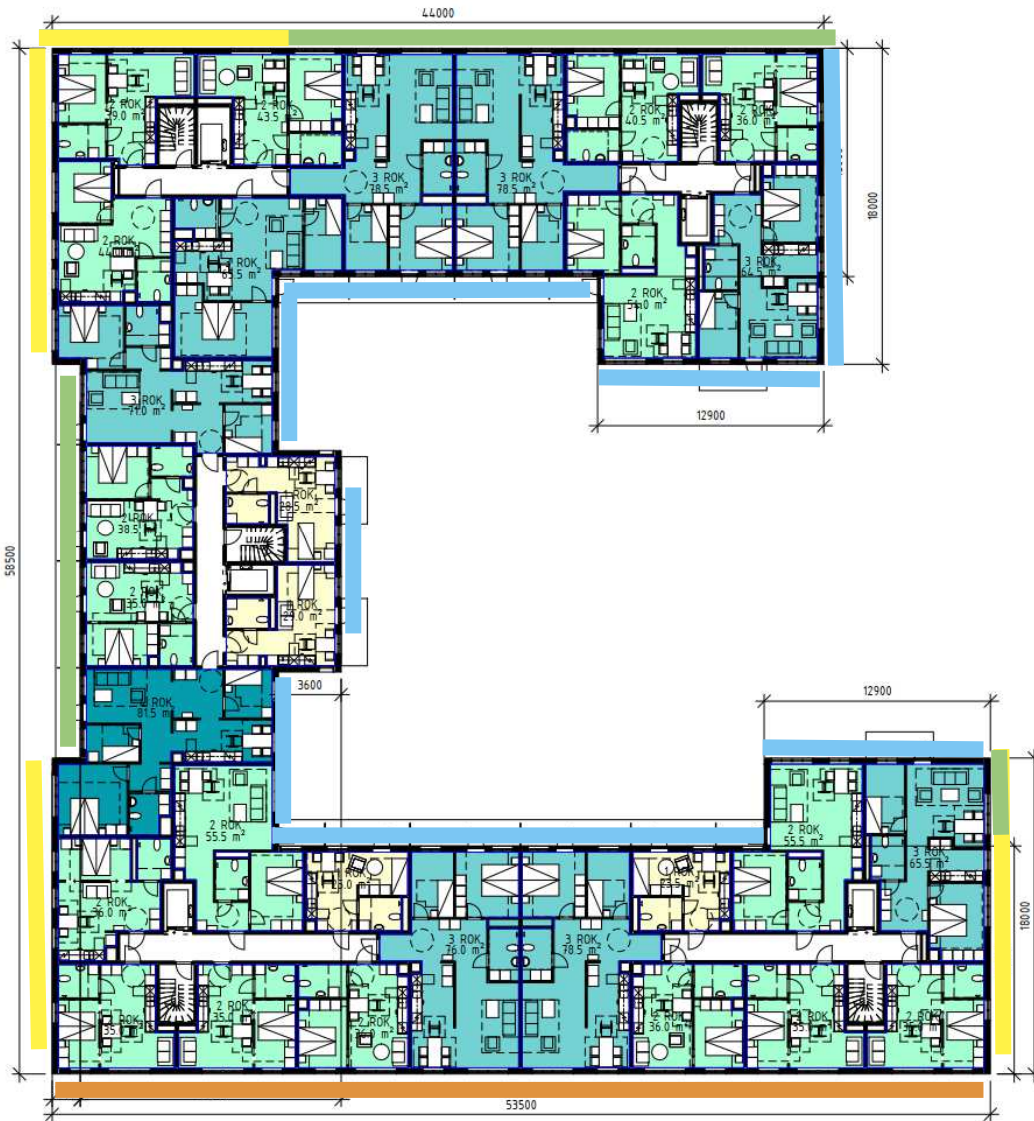
KVARTER 2 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED EKVIVALENT LJUDNIVÅ VID FASAD

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 KV.3		
	ANTAL	AREA
1 ROK	4	106.0 m ²
2 ROK	17	689.0 m ²
3 ROK	8	578.5 m ²
4 ROK	1	81.5 m ²
	30	1454.5 m ²

BTA NORMALPLAN: 1826 m²

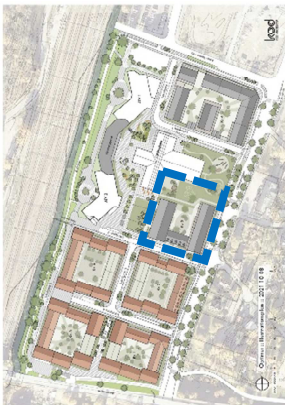
BOA NORMALPLAN: 1454 m²

BOA/BTA: 0,79

EKVIVALENT LJUDNIVÅ
Leq i dBA

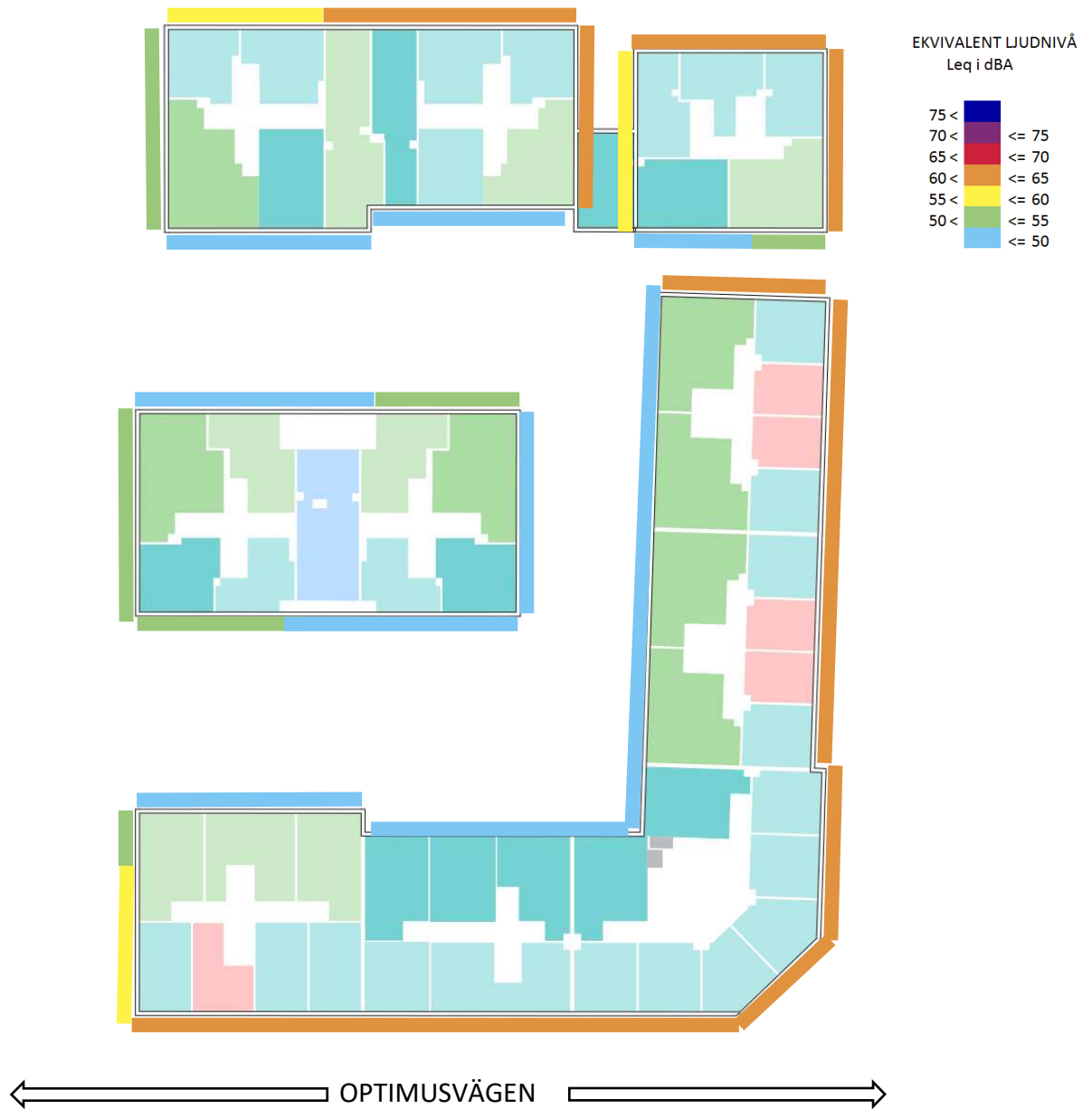
75 <		<= 75
70 <		<= 70
65 <		<= 65
60 <		<= 60
55 <		<= 55
50 <		<= 50

OPTIMUSVÄGEN

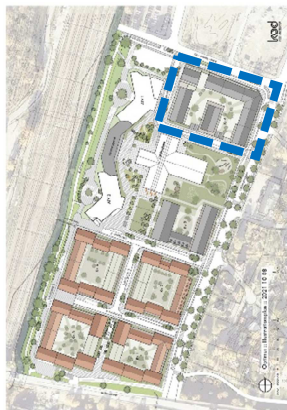


KVARTER 4 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED EKVIVALENT LJUDNIVÅ VID FASAD

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

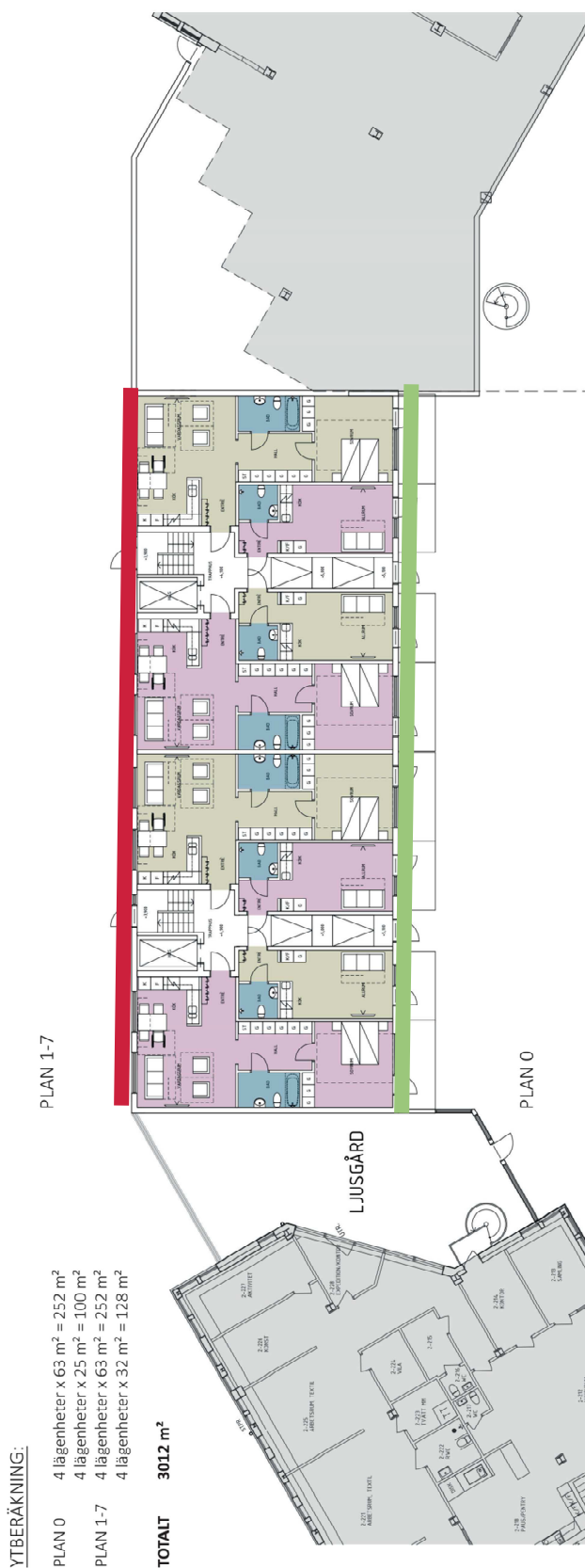


- BOA 1 ROK
- BOA 2 ROK L ≤ 35 m²
- BOA 2 ROK S
- BOA 3 ROK L
- BOA 3 ROK S



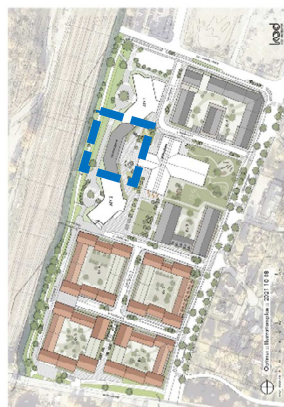
KVARTER LÄNKBYGGNADEN PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED EKVIVALENT LJUDNIVÅ VID FASAD

Samtliga lägenheter är godkända. Det är som störst 2:or och de är genomgående med sovrum mot tyst sida.



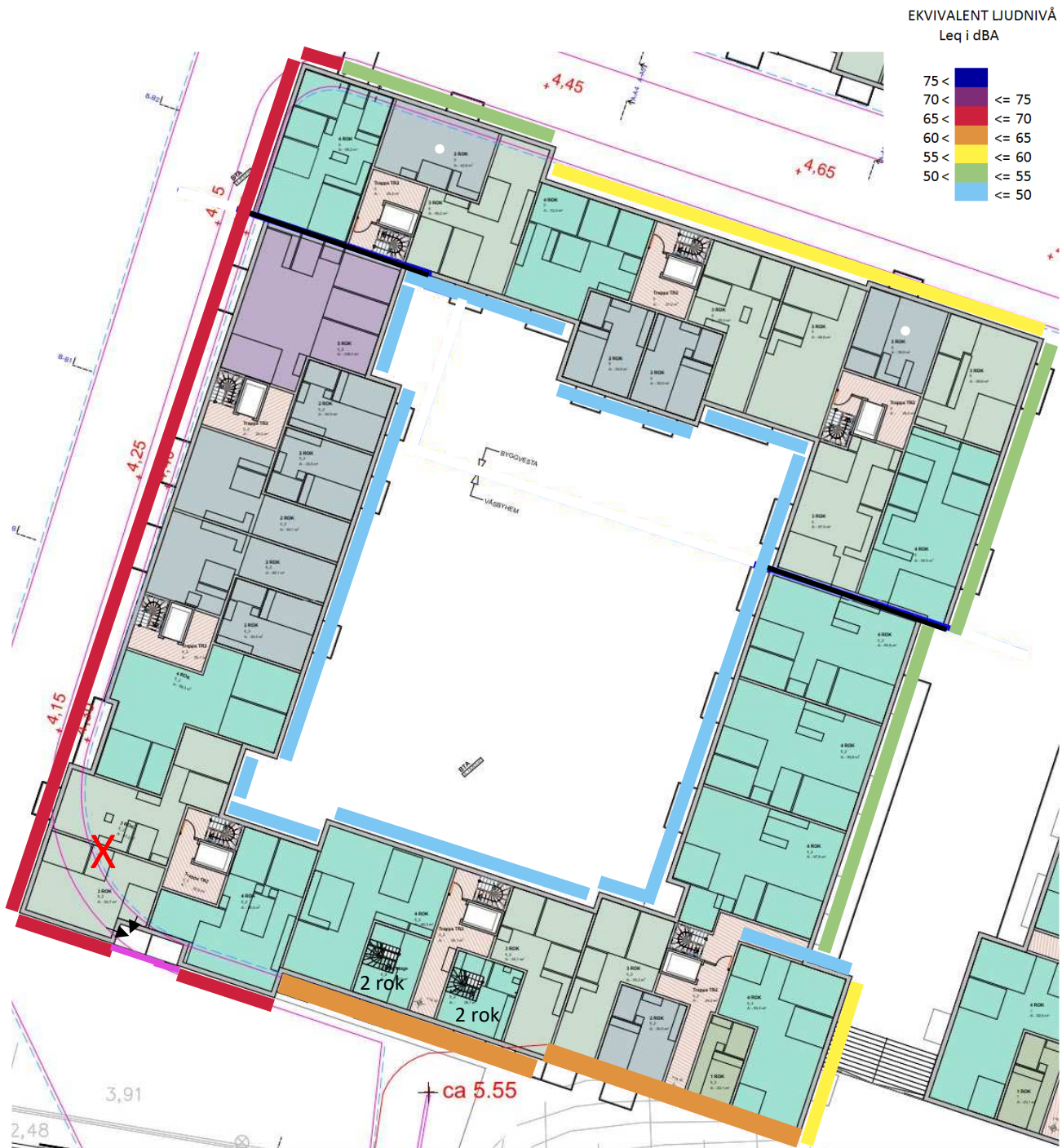
EKVIVALENT LJUDNIVÅ
Leq i dBA

75 <	
70 <	<= 75
65 <	<= 70
60 <	<= 65
55 <	<= 60
50 <	<= 55
	<= 50



KVARTER 5 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED EKVIVALENT LJUDNIVÅ VID FASAD

En hörnlägenhet markerad med rött kryss behöver inglasning av balkong med 75% (rosa markering).

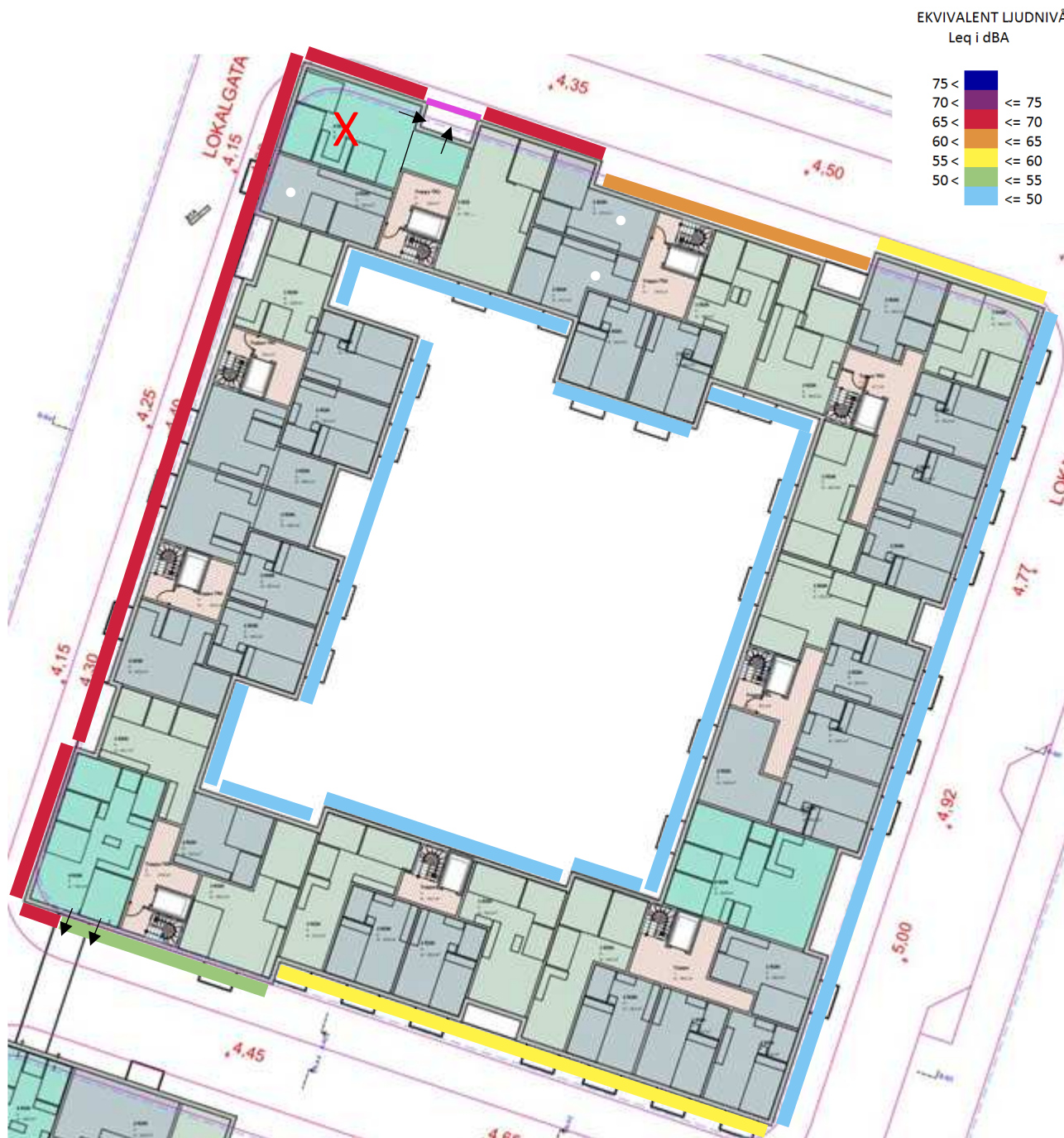


1 rok <35 m2
2 rok ≤35 m2
2 rok >35 m2 •
3 rok
4 rok
5 rok

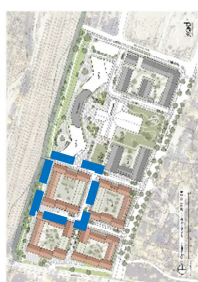


KVARTER 6 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED EKVIVALENT LJUDNIVÅ VID FASAD

Även för kvarter 6 så behövs 75% inglasad balkong (rosa markering) för hörnlägenheten.

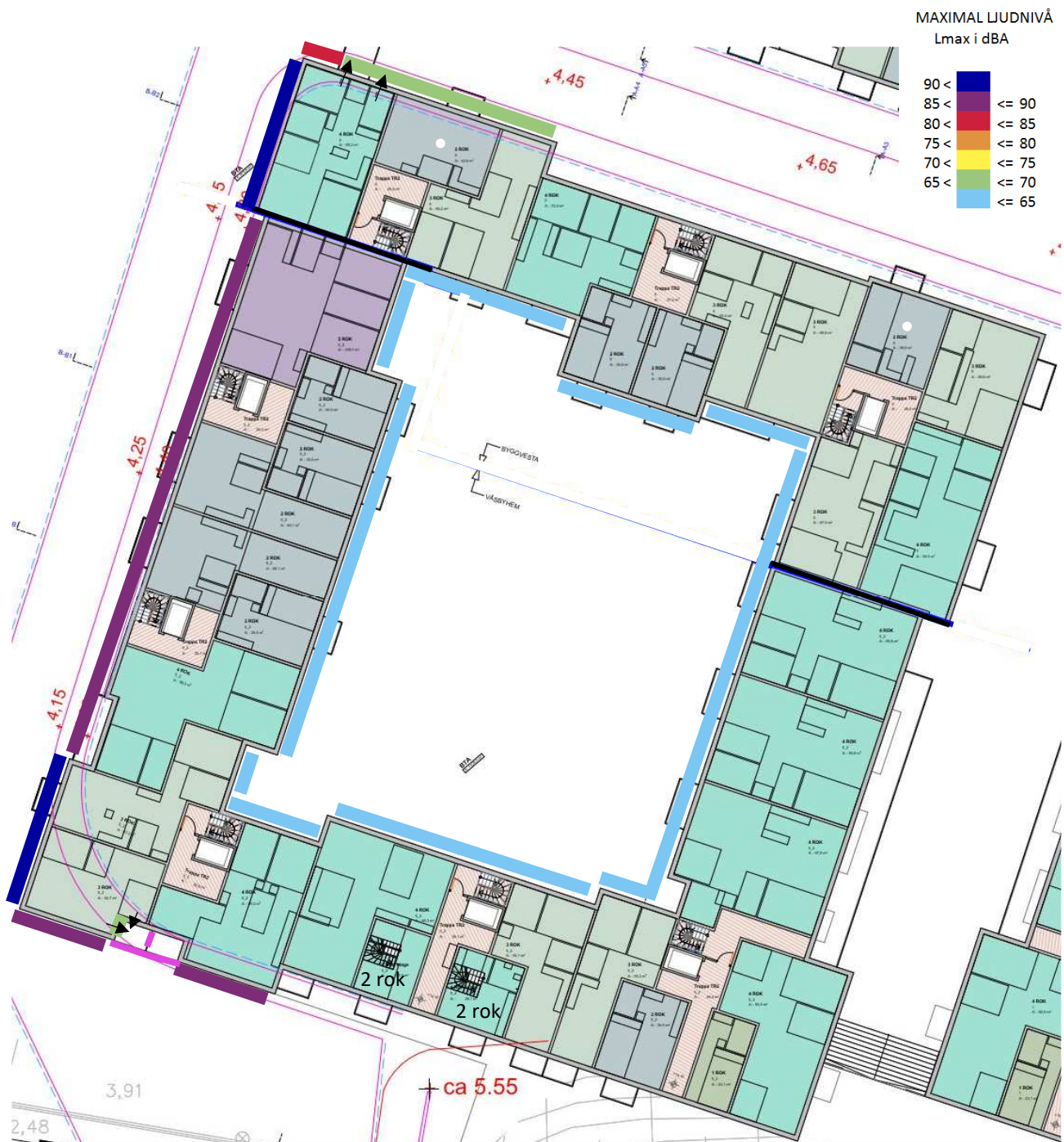


1 rok <35 m2
2 rok ≤35 m2
2 rok >35 m2 •
3 rok
4 rok
5 rok



KVARTER 5 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED MAXIMAL LJUDNIVÅ VID FASAD

Bostadsrummen som vetter mot balkongen behöver specialfönster. 75% inglasning räcker för att klara 70 dBA.

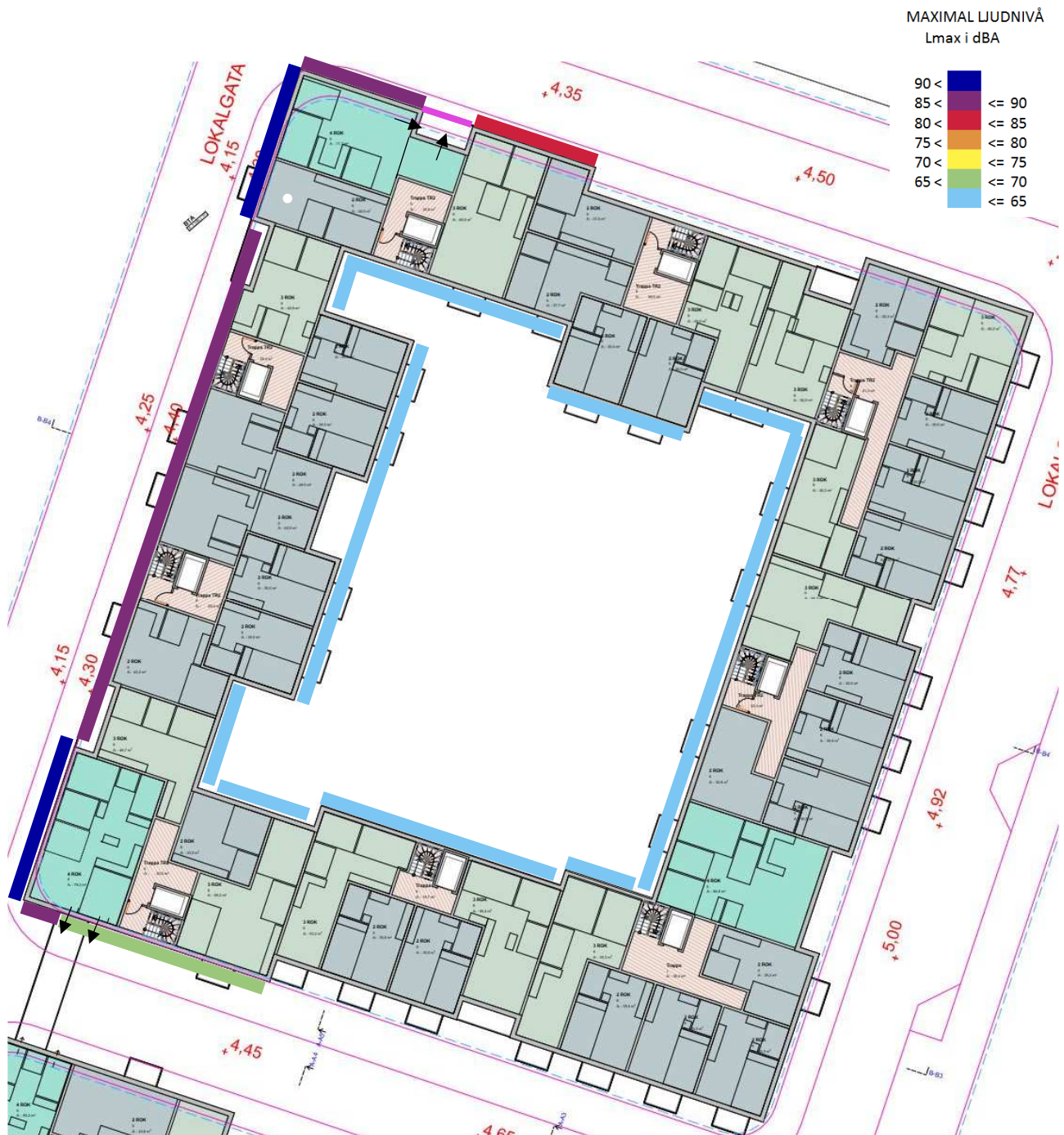


1 rok <35 m2
2 rok ≤35 m2
2 rok >35 m2 •
3 rok
4 rok
5 rok

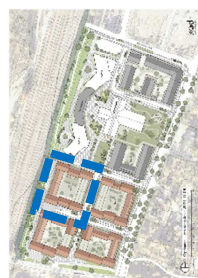


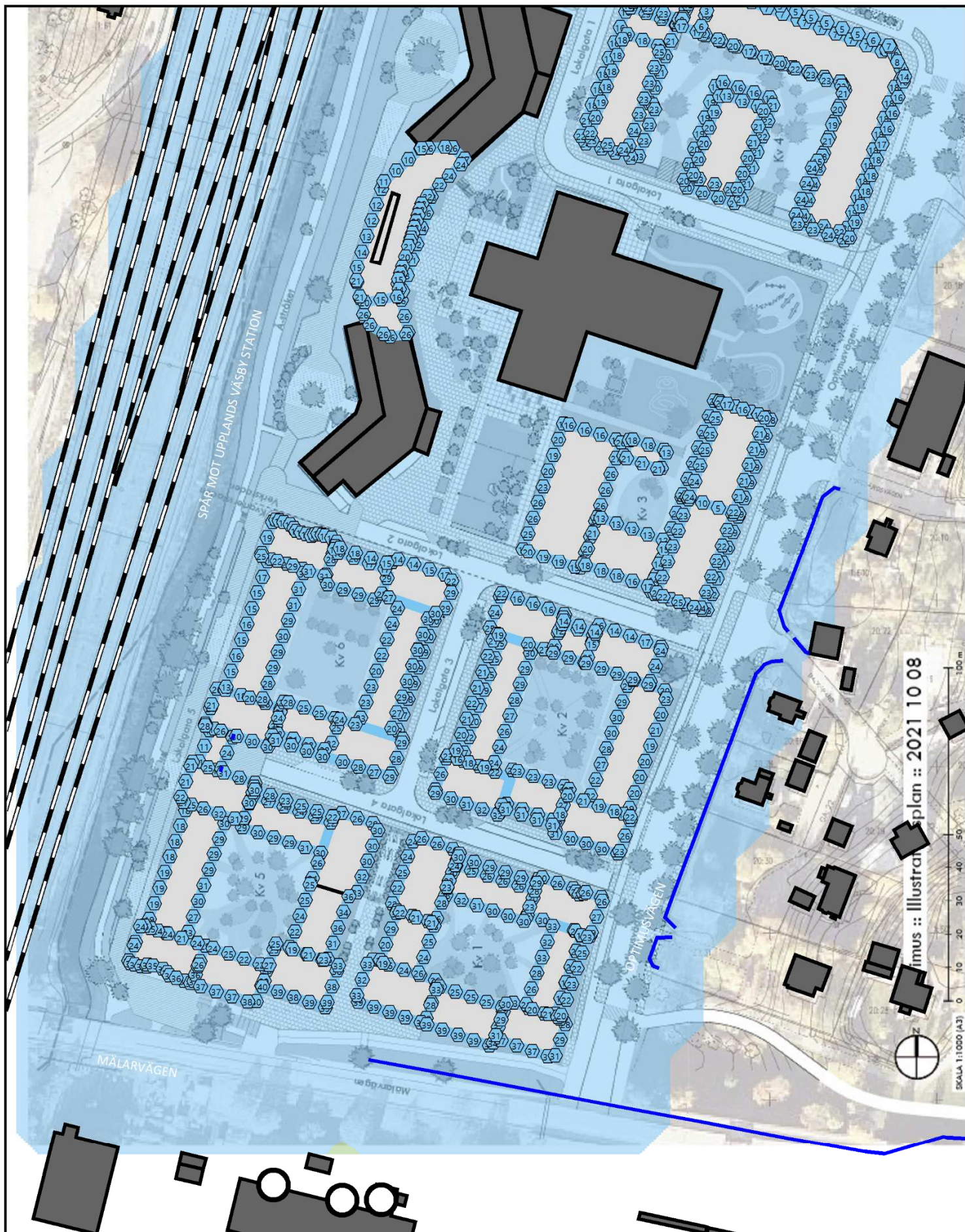
KVARTER 6 PLANLÖSNINGAR FÖR TYPPLAN MED MAXIMAL LJUDNIVÅ VID FASAD

Bostadsrummen som vetter mot balkongen behöver specialfönster. 75% inglasning räcker för att klara 70 dBA.



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



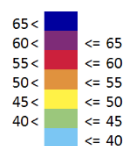


Verksamhetsbullen Optimus

Buller från värmeverket
Ljudutbredning och
högsta fasadnivåer

Ritning: A13
Ritare: Manne Friman
Granskad: Åsa Lindkvist

EKVIVALENT LJUDNIVÅ Leq i dBA



TECKENFÖRKLARING

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

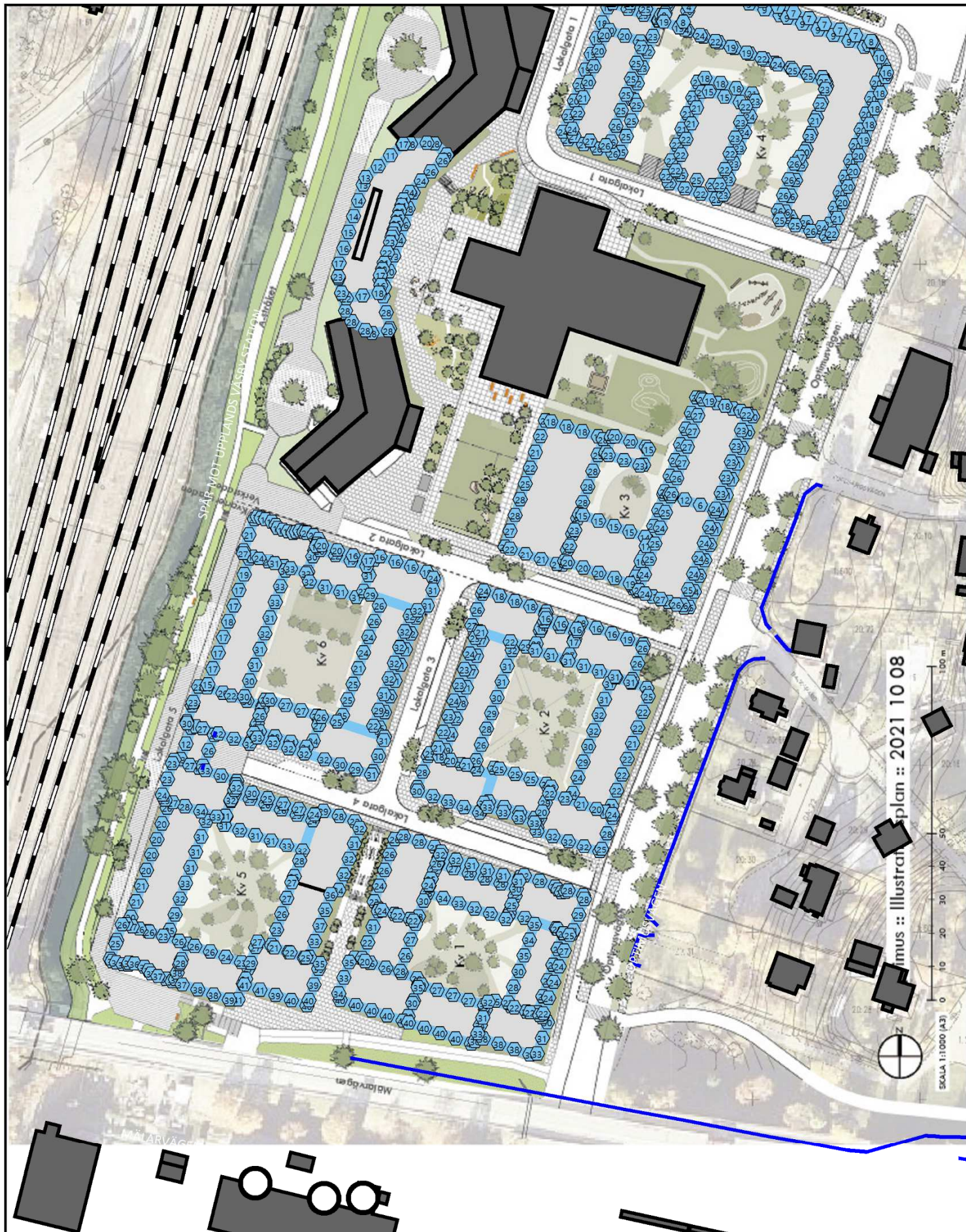


SKALA 1:1500
0 5 10 20 m

efterklang:
PART OF AFRY

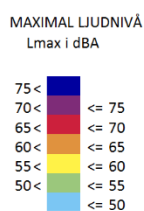
Illustrationssplan :: 2021 10 08

SKALA 1:1000 (A3) 0 10 20 30 40 50 100 m



Verksamhetsbullen Optimus
Buller från värmeverket
Ljudutbredning och
högsta fasadnivåer

Ritning: A14
Ritare: Manne Friman
Granskad: Åsa Lindkvist



TECKENFÖRKLARING

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



efterklang:
PART OF AFRY