

<u>Ansvarig Part</u>	Y31	<u>Senaste Revidering</u>	
<u>Dokumenttyp</u>	23 PM Teknisk	<u>Revideringsdatum</u>	
<u>Författare</u>	Johan Scheuer	<u>Projektskede</u>	Systemhandling
<u>Datum</u>	xxxx-xx-xx	<u>Infosäkerhetsklass</u>	K2
<u>Status</u>	För granskning	<u>Diarienummer</u>	

FÖR GRANSKNING 2017-03-01

Tunnelbana till Arenastaden

Stomljud och vibrationer i byggskedet

Underlagsrapport

REVIDERINGSHISTORIK

Rev.	Revidering avser	Reviderat av	Godkänd av	Datum

Granskad av, utförare: [Pär Wigholm]

Godkänd av, utförare: [Johan Scheuer]

Granskad av, beställare: [Förnamn Efternamn]

Fastställd av, beställare: [Förnamn Efternamn]

<u>Dokumenttyp:</u> 23 PM Teknisk	<u>Revdatum:</u>	<u>Rev:</u>
<u>Dokumenttitel:</u> Stomljud och vibrationer i byggskedet	<u>Diariernr:</u>	Infoklass: K2

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning.....	3
2	Underlag	3
3	Krav	3
4	Beräkningar	5
4.1	Förutsättningar	5
4.2	Luftburet ljud	6
4.2.1	Arenastaden.....	7
4.2.2	Hagastaden	8
4.2.3	Hagalund	9
4.2.4	Odenplan/Karlbergsvägen	10
4.3	Stomljud	10
5	Resultat	11
5.1	Luftburet buller	11
5.2	Stomljud	11

<u>Dokumenttyp:</u> 23 PM Teknisk	<u>Revdatum:</u>	<u>Rev:</u>
<u>Dokumenttitel:</u> Stomljudd och vibrationer i byggskedet	<u>Diarienum:</u>	Infoklass: K2

1 Sammanfattning

Denna PM redovisar beräkningsmetodiken för stomljudd och buller i byggskedet av tunnelbanan till Arenastaden.

Såväl beräkning av stomljudd som beräkning av buller har utgått från beräkningsmetodiken enligt "1420-P11 47-00015. Anvisning, Buller och vibrationer, Beräkna och redovisa" framtagen av FUT, daterad 2016-06-22.

Utredningen innefattar beräkning av stomljudd från tunneldrivning, samt beräkning för luftburet byggbuller.

Beräkningsresultaten ingår som bilagor till detta dokument. Resultaten redovisas i form av kartor som visar

- Ljudutbredning utomhus, 2 m över mark för luftburet byggbuller
- Vilka bostadshus som riskerar att få 35-45 dBA från luftburet buller inomhus och vilka som riskerar att få över 45 dBA
- Vilka bostadshus som riskerar att få stomljuddsnivåer från tunneldrivningen över 35 dBA och vilka som riskerar att få över 45 dBA

2 Underlag

Beräkningarna har gjorts utifrån underlag enligt nedan.

- 3D-koordinater för spårtunnlar och arbetstunnel, från samordningsmodell, levererade 2017-01-10
- 3D-koordinater för mark rakt ovanför spårtunnlar och arbetstunnel, från samordningsmodell, levererade 2017-01-10
- Ytor för byggarbeten enligt T31-1510-01-A4000-PO-3001_C36, 2017-01-04

Komfortvibrationsnivåer har inte beräknats, eftersom det saknas riktvärde för komfortstörande vibrationer i byggskedet.

Vibrationsnivåer på grund av sprängning behandlas i riskanalys för vibrationsalstrande arbeten. Nitroconsult ansvarar för arbetet med riskanalysen.

3 Krav

Krav för buller och stomljudd i byggskedet är enligt Naturvårdsverkets Allmänna Råd 2004:15, se Tabell 1 nedan.

<u>Dokumenttyp:</u> 23 PM Teknisk	<u>Revdatum:</u>	<u>Rev:</u>
<u>Dokumenttitel:</u> Stomljöd och vibrationer i byggskedet	<u>Diarienum:</u>	Infoklass: K2

Tabell 1 Projektkrav för byggbuller (Utdrag ur NFS 2004:15)

Område	Helgfri måndag-fredag		Lördag, söndag och helgdag		Samtliga dagar	
	Dag	Kväll	Dag	Kväll	Natt	
	07-19	19-22	07-19	19-22	22-07	
	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{AFmax}
Bostäder för permanent boende och fritidshus						
<i>Utomhus</i> (vid fasad)	60 dBA	50 dBA	50 dBA	45 dBA	45 dBA	70 dBA
<i>Inomhus</i> (bostadsrum)	45 dBA	35 dBA	35 dBA	30 dBA	30 dBA	45 dBA
Vårdlokaler						
<i>Utomhus</i> (vid fasad)	60 dBA	50 dBA	50 dBA	45 dBA	45 dBA	-
<i>Inomhus</i>	45 dBA	35 dBA	35 dBA	30 dBA	30 dBA	45 dBA
Undervisningslokaler						
<i>Utomhus</i> (vid fasad)	60 dBA	-	-	-	-	-
<i>Inomhus</i>	40 dBA	-	-	-	-	-
Arbetslokaler för tyst verksamhet ¹⁾						
<i>Utomhus</i> (vid fasad)	70 dBA	-	-	-	-	-
<i>Inomhus</i>	45 dBA	-	-	-	-	-
¹⁾ Med arbetslokaler menas lokaler för ej bullrande verksamhet med krav på stadigvarande koncentration eller behov att kunna föra samtal obesvärat, exempelvis kontor.						

<u>Dokumenttyp:</u> 23 PM Teknisk	<u>Revdatum:</u>	<u>Rev:</u>
<u>Dokumenttitel:</u> Stomljud och vibrationer i byggskedet	<u>Diarienumr:</u>	Infoklass: K2

I de fall verksamhet pågår endast del av period bör den ekvivalenta ljudnivån beräknas för den tid under vilken verksamheten pågår - t.ex. under en sekvens/cykel för byggaktiviteter med intermittent buller (pålning, spontning, borrarbete etc).

För verksamhet med begränsad varaktighet, högst två månader, t ex spontning och pålning, bör 5 dBA högre värden kunna tillåtas.

Vid enstaka kortvariga händelser, högst 5 minuter per timme, bör upp till 10 dBA högre nivåer kunna accepteras. Detta bör dock inte gälla kvälls- och nattetid.

I de fall verksamheten är av begränsad art och även innehåller kortvariga händelser bör höjningen av riktvärdet få uppgå till sammanlagt högst 10 dBA.

Tillämpningsanvisningar till riktvärdena

Riktvärdena är en utgångspunkt och vägledning för den bedömning, som görs i varje enskilt fall. Särskilda skäl kan medföra att avsteg kan behöva göras, såväl uppåt som nedåt, från de angivna riktvärdena.

Om riktvärdena för buller utomhus inte kan innehållas med tekniskt möjliga och/eller ekonomiska rimliga åtgärder bör målsättningen vara att åtminstone riktvärdena för buller inomhus kan innehållas.

I det fall riktvärden för buller utomhus kan innehållas behöver man normalt inte kontrollera riktvärdena för buller inomhus då normal fasadisolering bör innebära att dessa bullerriktvärden kan innehållas.

Buller från trafik till och från byggplatsen bör bedömas efter de riktvärden som gäller för trafikbuller. Trafik inom byggplatsen bör bedömas som byggbuller.

Bindande bestämmelser för byggverksamhet kan finnas i lokala föreskrifter i kommunen med längre gående krav på bullernivåer eller tid då arbetet får bedrivas.

Figur 1 Villkorstext till tabell 1. Utdrag ur NFS 2004:15.

4 Beräkningar

4.1 Förutsättningar

De moment under byggtiden som kommer ge de största bullerbidragen till omgivningarna är spontning, bergbörning, schaktning, rivningsarbeten, lastning och lossning samt transporter till och från området.

Spontningsmaskiner har ansatts som punktkällor i beräkningsmodellerna. Placeringen av spontningsmaskinerna för beräkningarna har valts i positioner närmast bostadshus

<u>Dokumenttyp:</u> 23 PM Teknisk	<u>Revdatum:</u>	<u>Rev:</u>
<u>Dokumenttitel:</u> Stomljöd och vibrationer i byggskedet	<u>Diariernr:</u>	Infoklass: K2

längs de spontlinjer som framgår i underlaget, i syfte att illustrera ett värsta fall. Ljudeffekten för spontningsmaskiner i modellerna är 122 dBA, källhöjd 4 m och spektrum enligt nedan:

Tabell 2 Ljudeffekt i oktavband för spontningsmaskin

frekvensband	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
L _{WA} , dB	80	88	93	107	116	115	117	115

Massahantering har ansatts som ytkällor på 2 m höjd över de aktuella områdena. Ljudeffekten för massahantering i modellerna är 108 dBA och spektrum enligt nedan:
Tabell 3 Ljudeffekt i oktavband för massahantering

frekvensband		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
L _{WA} , dB		85	87	93	100	105	102	97	92

4.2 Luftburet ljud

Beräkningar av byggbuller har utförts med hjälp av beräkningsprogrammet SoundPLAN version 7.4, update 2016-09-20, Nordisk beräkningsmetod (DAL32). Beräknade ljudnivåer vid fasad avser frifältsnivåer, det vill säga ljudnivå utan inverkan av ljudreflex från egen fasad. Färgkartan är beräknad med bidrag från en reflex. Detta kan göra att färgfältet direkt framför en byggnad visar en högre ljudnivå än vad som anges i ljudnivåtabellen. Det är värden i ljudnivåtabellerna som ska jämföras med kraven.

Terrängmodellen är höjdsatt. Höjdpunkterna kommer från laserdata. Marken har modellerats som hård mark i tätbebyggda områden och längs gator och vägar, mjuk för övrigt. För bostäder har byggnadshöjderna från Fastighetskartan använts. För industribyggnader har schablonhöjden 6 m ansatts.

Schablonvärde för ljudnivåskillnad ute – inne är enligt beräkningsanvisningen 30 dBA, vilket innebär att inomhuskravet inte nödvändigtvis överskrids när riktvärde för buller utomhus överskrids. Om utomhusljudnivån är mer än 30 dBA över kravet inomhus finns en klar risk för att kravnivån för inomhusbuller inte klaras.

<u>Dokumenttyp:</u> 23 PM Teknisk	<u>Revdatum:</u>	<u>Rev:</u>
<u>Dokumenttitel:</u> Stomljudd och vibrationer i byggskedet	<u>Diarienum:</u>	Infoklass: K2

4.2.1 Arenastaden

Arbetsområden med massahantering är gulmarkerade i figuren. Blå punkter är ansatta spontningsmaskiner.



Figur 2 Översikt över byggarbetsplatser vid station Arenastaden (gula områden). Spontningsmaskiner är markerade med blå punkter.

<u>Dokumenttyp:</u> 23 PM Teknisk	<u>Revdatum:</u>	<u>Rev:</u>
<u>Dokumenttitel:</u> Stomljudd och vibrationer i byggskedet	<u>Diariernr:</u>	Infoklass: K2

4.2.2 Hagastaden

Arbetsområden med massahantering är gulmarkerade i figuren. Blå punkter är ansatta spontningsmaskiner.

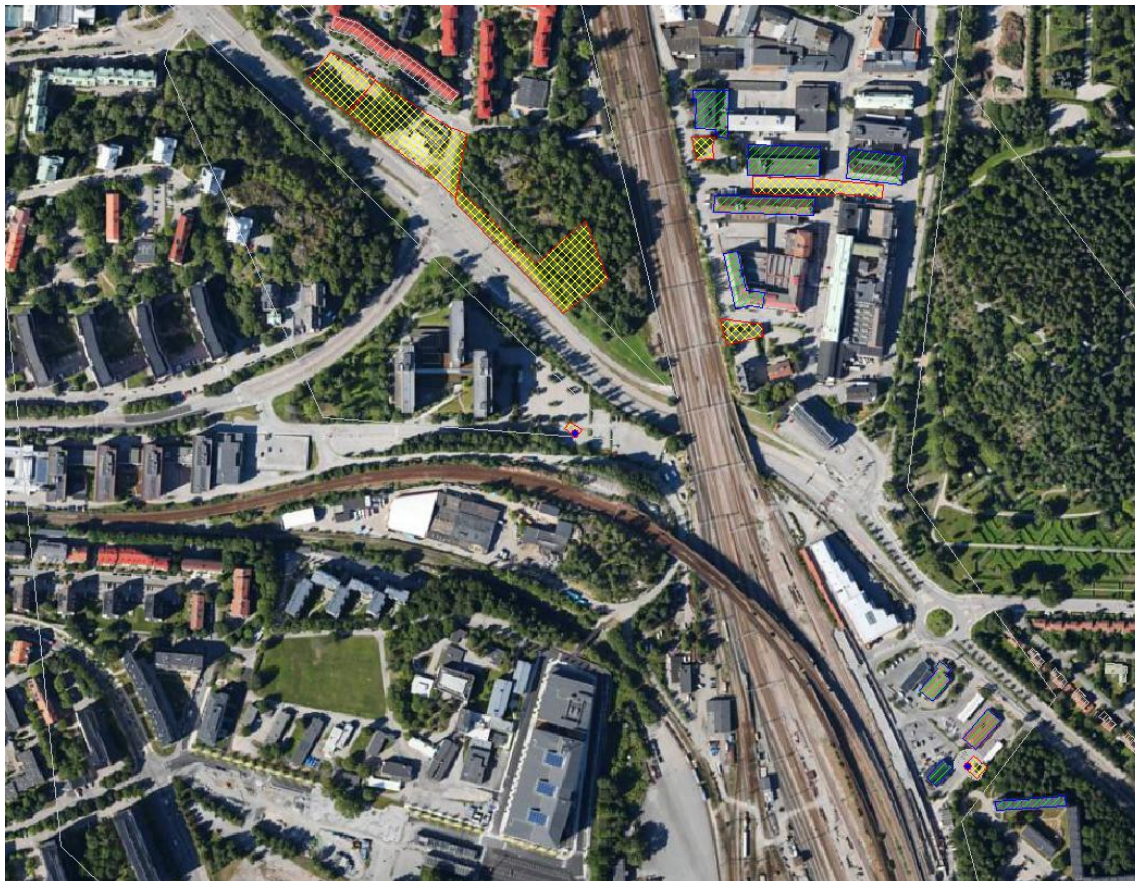


Figur 3 Översikt över byggarbetsplatser vid station Hagastaden (gula områden). Spontningsmaskiner är markerade med blå punkter.

<u>Dokumenttyp:</u> 23 PM Teknisk	<u>Revdatum:</u>	<u>Rev:</u>
<u>Dokumenttitel:</u> Stomljudd och vibrationer i byggskedet	<u>Diarienumr:</u>	Infoklass: K2

4.2.3 Hagalund

Arbetsområden med massahantering är gulmarkerade i figuren. Blå punkter är ansatta spontningsmaskiner.



Figur 4 Översikt över byggarbetsplatser vid station Hagalund (gula områden). Spontningsmaskiner är markerade med blå punkter.

<u>Dokumenttyp:</u> 23 PM Teknisk	<u>Revdatum:</u>	<u>Rev:</u>
<u>Dokumenttitel:</u> Stomljud och vibrationer i byggskedet	<u>Diarienum:</u>	Infoklass: K2

4.2.4 Odenplan/Karlbergsvägen

Arbetsområden med massahantering är gulmarkerade i figuren. Blå punkter är ansatta spontningsmaskiner.



Figur 5 Översikt över byggarbetsplatser vid station Hagalund (gula områden). Spontningsmaskiner är markerade med blå punkter

4.3 Stomljud

Beräkningarna av stomljud följer anvisningen i 1420-P11 47-00015.

Beräkningarna ger resultatet för bottenvåning för byggnader utan källare grundlagda på berg. Detta är ett s.k. värsta fall, vilket innebär att lägre stomljudsnivåer än de här redovisade erhålls om husen har annan undergrund eller källare, samt att stomljudsnivån förväntas avta med ca 2 dB per våningsplan uppåt i en byggnad.

Sambandet för beräknad stomljudsnivå y (dBA max,S) är

$$y = 108 - 38 * \log(\min_avstånd)$$

där

$$y = \text{ljudtrycksnivå max,S (dBA re } 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa)}$$

min_avstånd = avståndet mellan tunneltak och husgrund

<u>Dokumenttyp:</u> 23 PM Teknisk	<u>Revdatum:</u>	<u>Rev:</u>
<u>Dokumenttitel:</u> Stomljud och vibrationer i byggskedet	<u>Diariernr:</u>	Infoklass: K2

5 Resultat

5.1 Luftburet buller

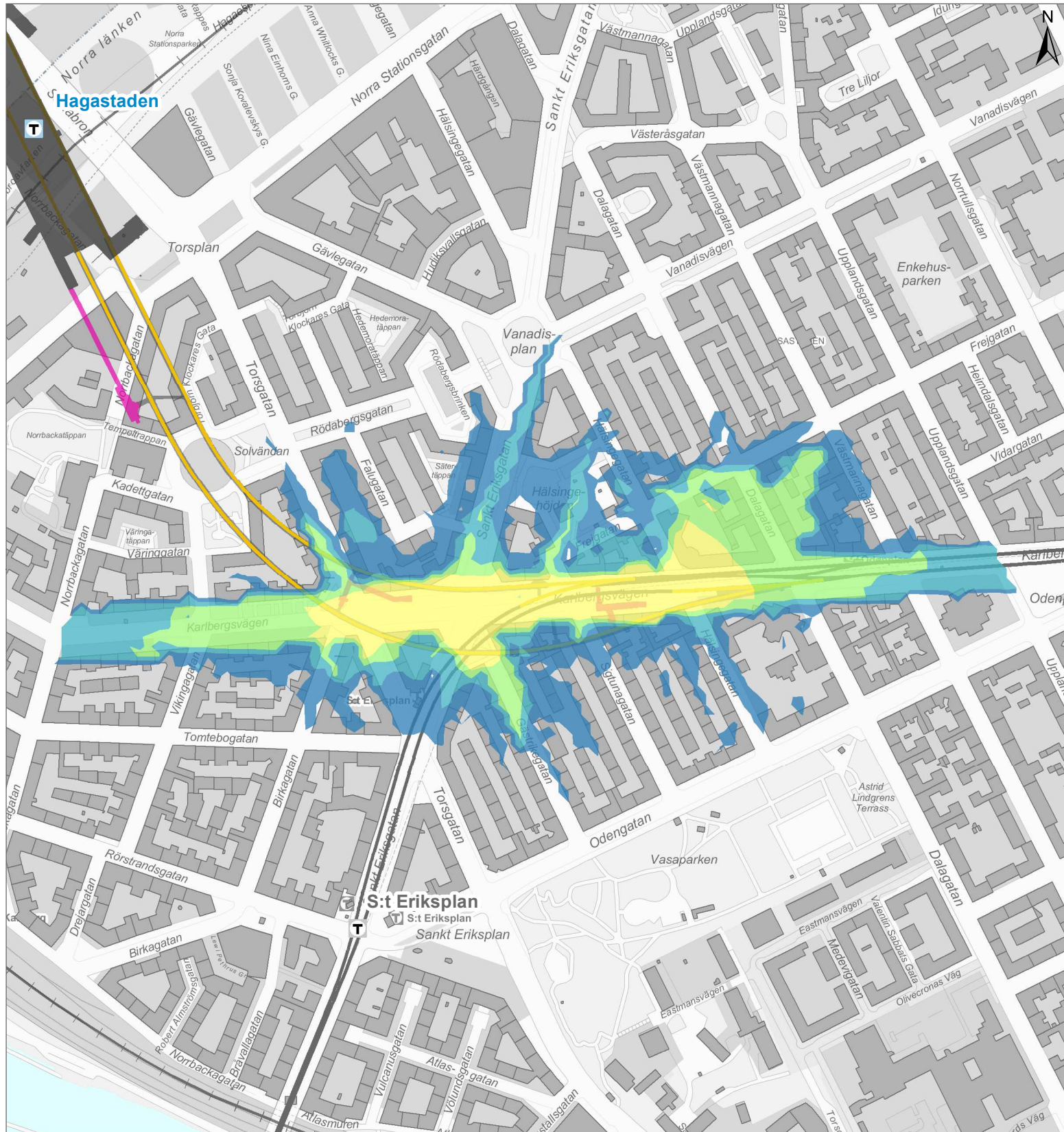
Färgfältskartor för luftburet byggbuller redovisas i bilaga 1 – 4. Ljudnivåerna är beräknade på höjden två meter över mark. Färgfältskartorna är uppbyggda av beräkningspunkter var tionde meter.

Byggnader där inomhusnivåer av luftburet byggbuller beräknas överstiga 35 dBA redovisas i bilaga 5 – 8.

Produktionsplaneringen är inte gjord i detalj ännu, så de beräknade resultaten är indikativa.

5.2 Stomljud

Byggnader där stomljudsnivåer beräknas överstiga 35 dBA redovisas i bilaga 9 – 11.



- Ny station

Befintlig station

Planerad spårsträckning

Arbets-/Servicetunnel

Stationsutbredning
- Förväntat luftljud under byggtid**

≥ 75 dBA

≥ 65 dBA och < 75 dBA

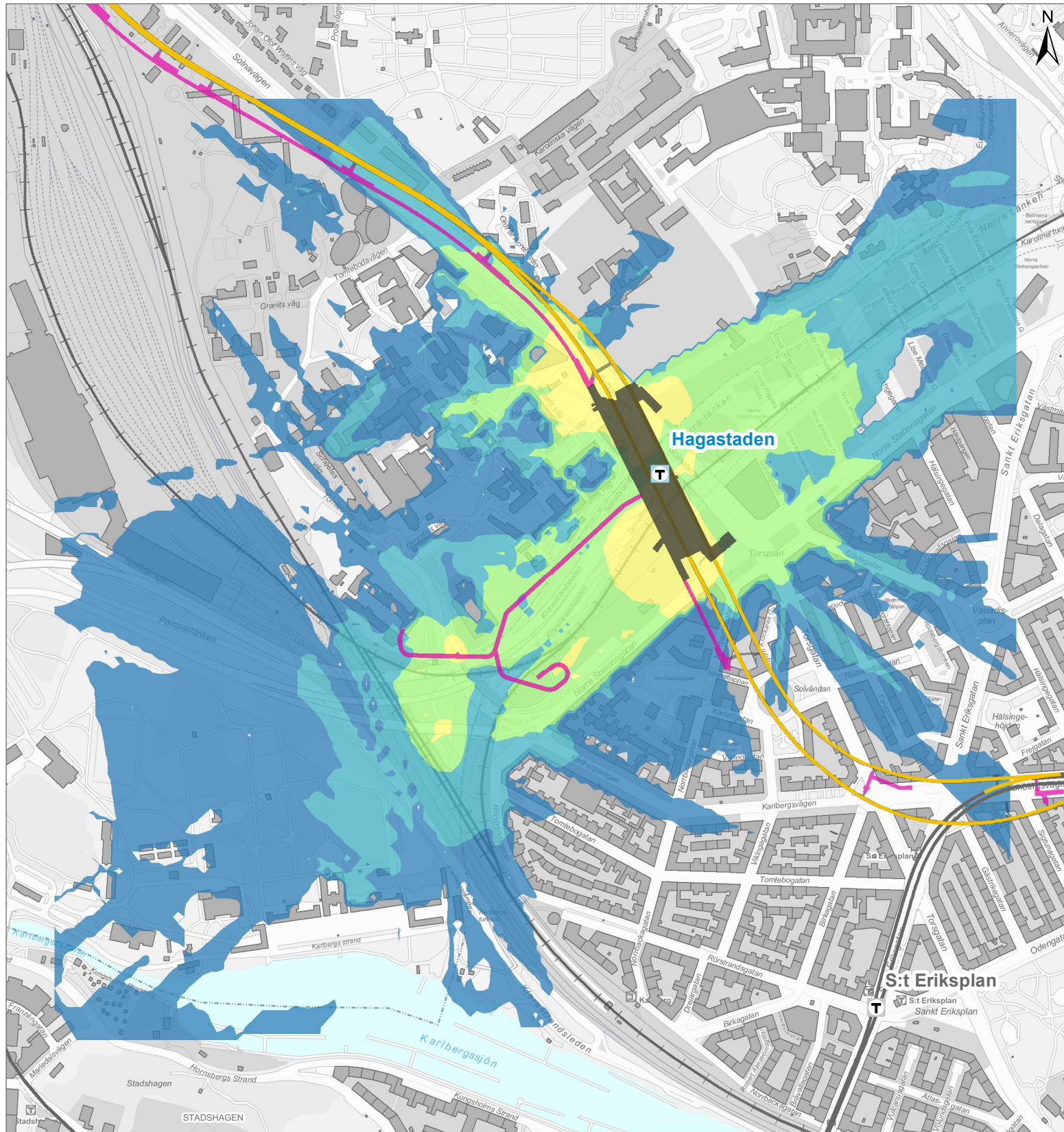
≥ 55 dBA och < 65 dBA

≥ 45 dBA och < 55 dBA

0 30 60 90 120 150 m

Datum: 2017-01-13
© Lantmäteriet, Geodatasamverkan
© Open Stockholm

Beräkningshöjd 2 m över mark

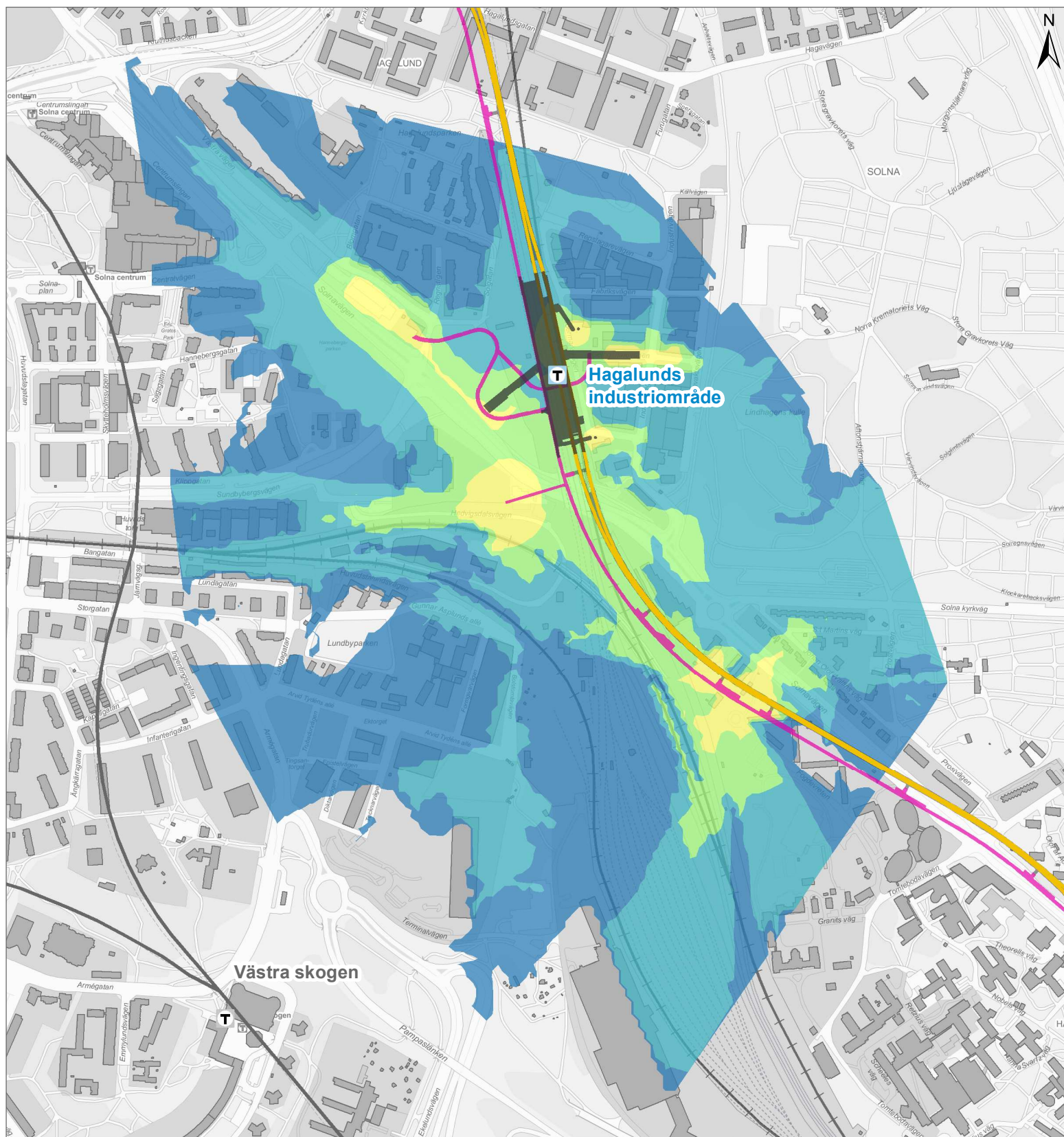


-  Ny station
-  Planerad spårsträckning
-  Arbets-/Servicetunnel
-  Stationsutbredning
- Förväntat luftljud under byggtid**
-  ≥ 75 dBA
-  ≥ 65 dBA och < 75 dBA
-  ≥ 55 dBA och < 65 dBA
-  ≥ 45 dBA och < 55 dBA

0 40 80 120 160 200 m

Datum: 2017-01-16
© Lantmäteriet, Geodatasamverkan
© Open Stockholm

Beräkningshöjd 2 m över mark



Ny station

Förväntat luftljud under byggtid

Planerad spårsträckning

≥ 75 dBA

Arbets-/Servicetunnel

≥ 65 dBA och < 75 dBA

Stationsutbredning

≥ 55 dBA och < 65 dBA

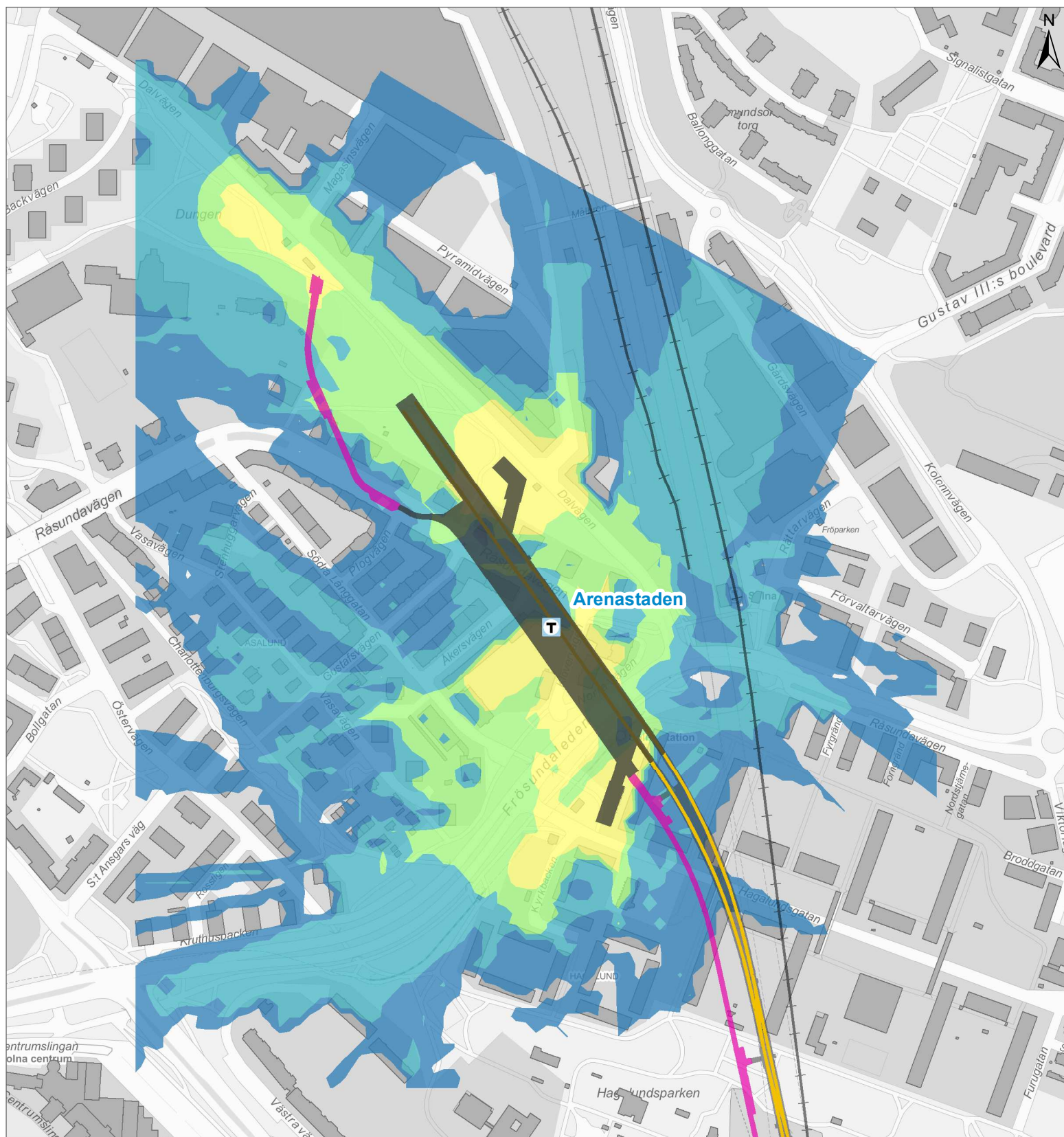
≥ 45 dBA och < 55 dBA

0 40 80 120 160 200 m

Datum: 2017-01-11
© Lantmäteriet, Geodatasamverkan
© Open Stockholm

Beräkningshöjd 2 m över mark

3320-Y31-22-03001 Bilaga3



Ny station

Förväntat luftljud under byggtid

Planerad spårsträckning

Arbets-/Servicetunnel

Stationsutbredning

>= 75 dBA

>= 65 dBA och < 75 dBA

>= 55 dBA och < 65 dBA

>= 45 dBA och < 55 dBA

0 30 60 90 120 150 m

Datum: 2017-01-11
© Lantmäteriet, Geodatasamverkan
© Open Stockholm

Beräkningshöjd 2 m över mark

3320-Y31-22-03001 Bilaga4



Inomhusnivåer under byggtid

- ≥ 45 dBA
- ≥ 35 dBA och < 45 dBA

- Arbets-/Servicetunnel
- Stationsutbredning

0 30 60 90 120 150 m
 Datum: 2017-01-16
 © Lantmäteriet, Geodatasamverkan
 © Open Stockholm



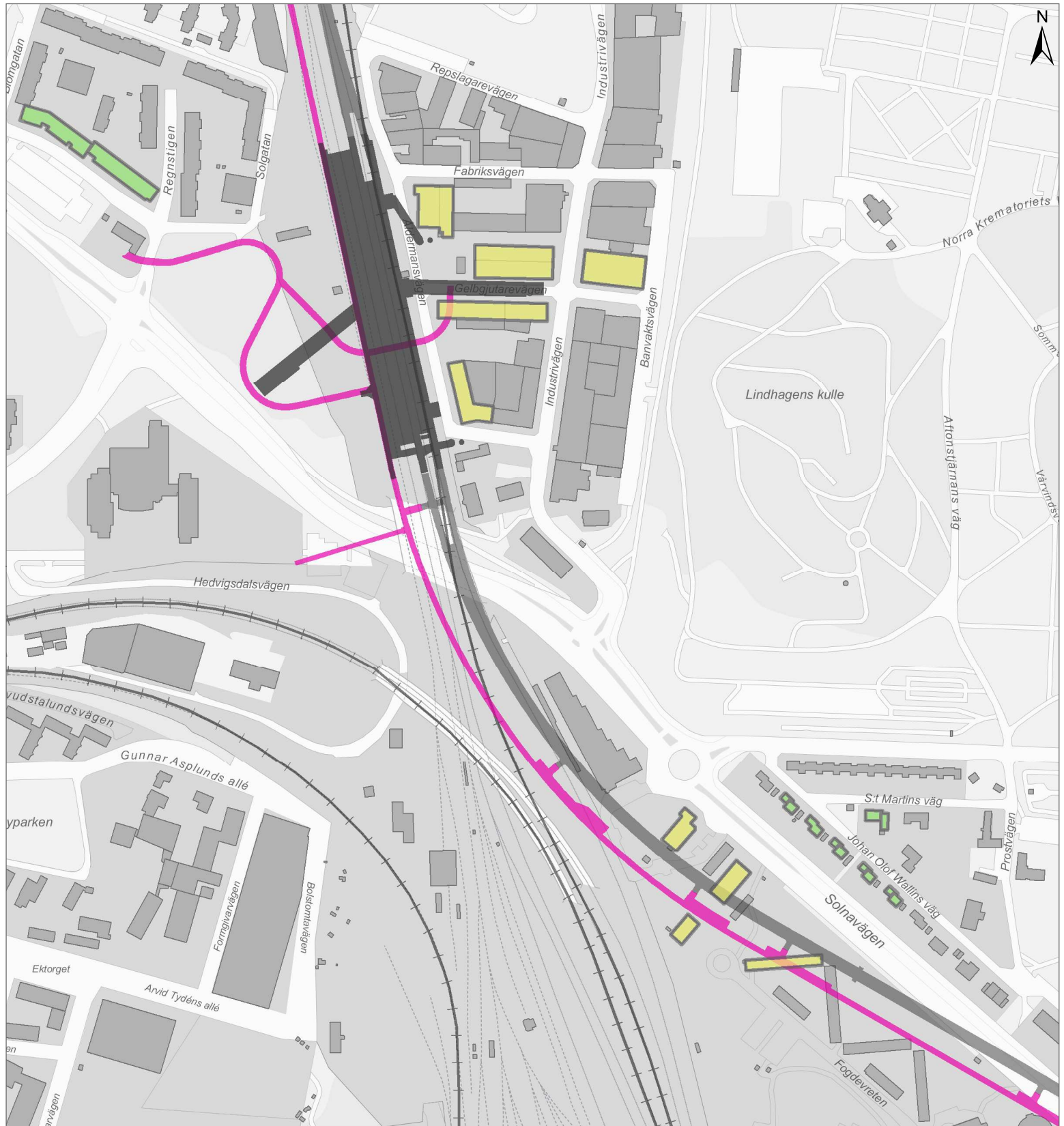
Inomhusnivåer under byggtid

≥ 45 dBA
 ≥ 35 dBA och < 45 dBA

Arbets-/Servicetunnel
 Stationsutbredning

0 30 60 90 120 150 m

Datum: 2017-01-24
 © Lantmäteriet, Geodatasamverkan
 © Open Stockholm



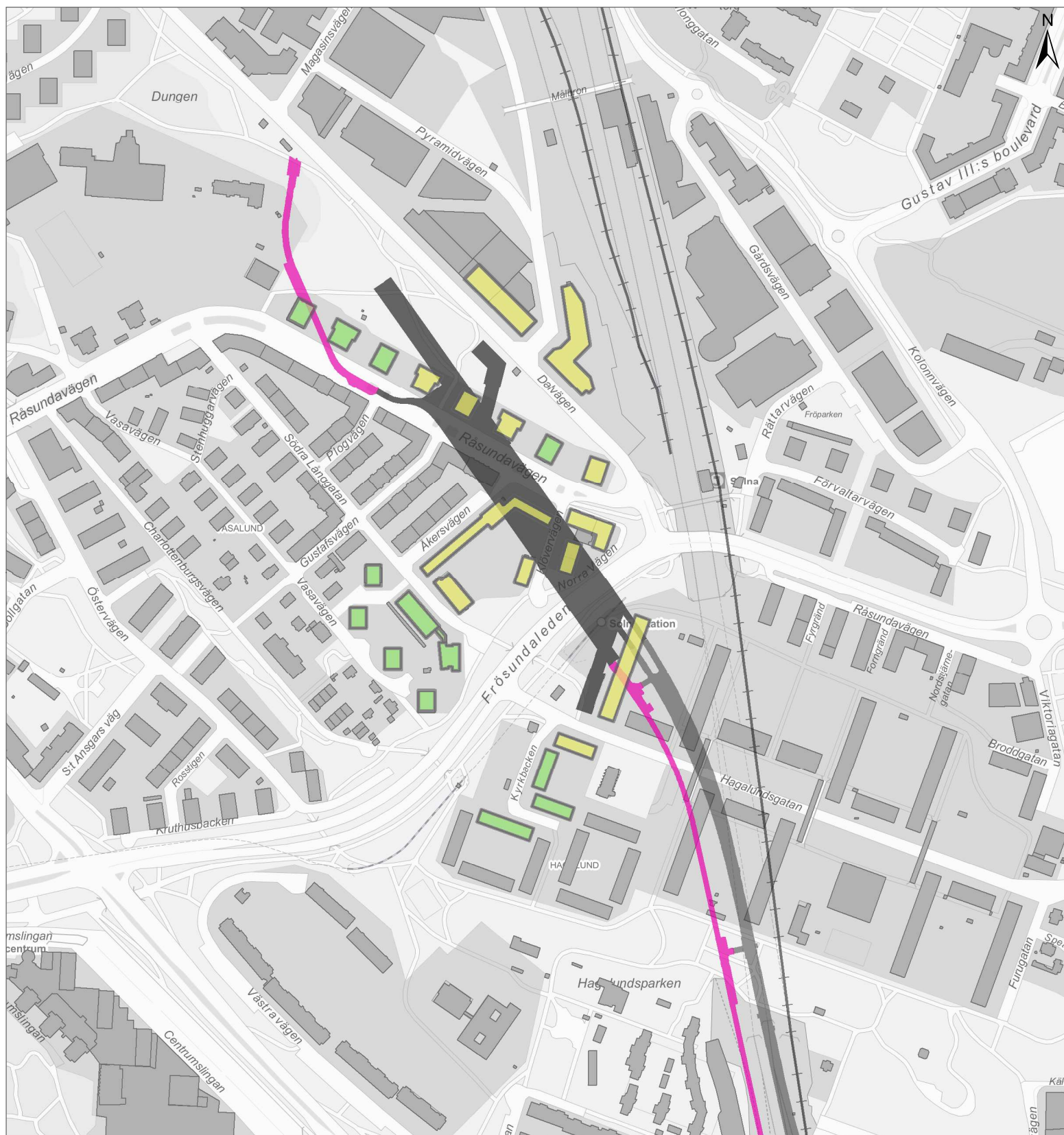
Inomhusnivåer under byggtid

- ≥ 45 dBA
- ≥ 35 dBA och < 45 dBA

- Arbets-/Service tunnel
- Stationsutbredning

0 25 50 75 100 125 m

Datum: 2017-01-16
© Lantmäteriet, Geodatasamverkan
© Open Stockholm



Inomhusnivåer under byggtid

- ≥ 45 dBA
- ≥ 35 dBA och < 45 dBA

Arbets-/Servicetunnel

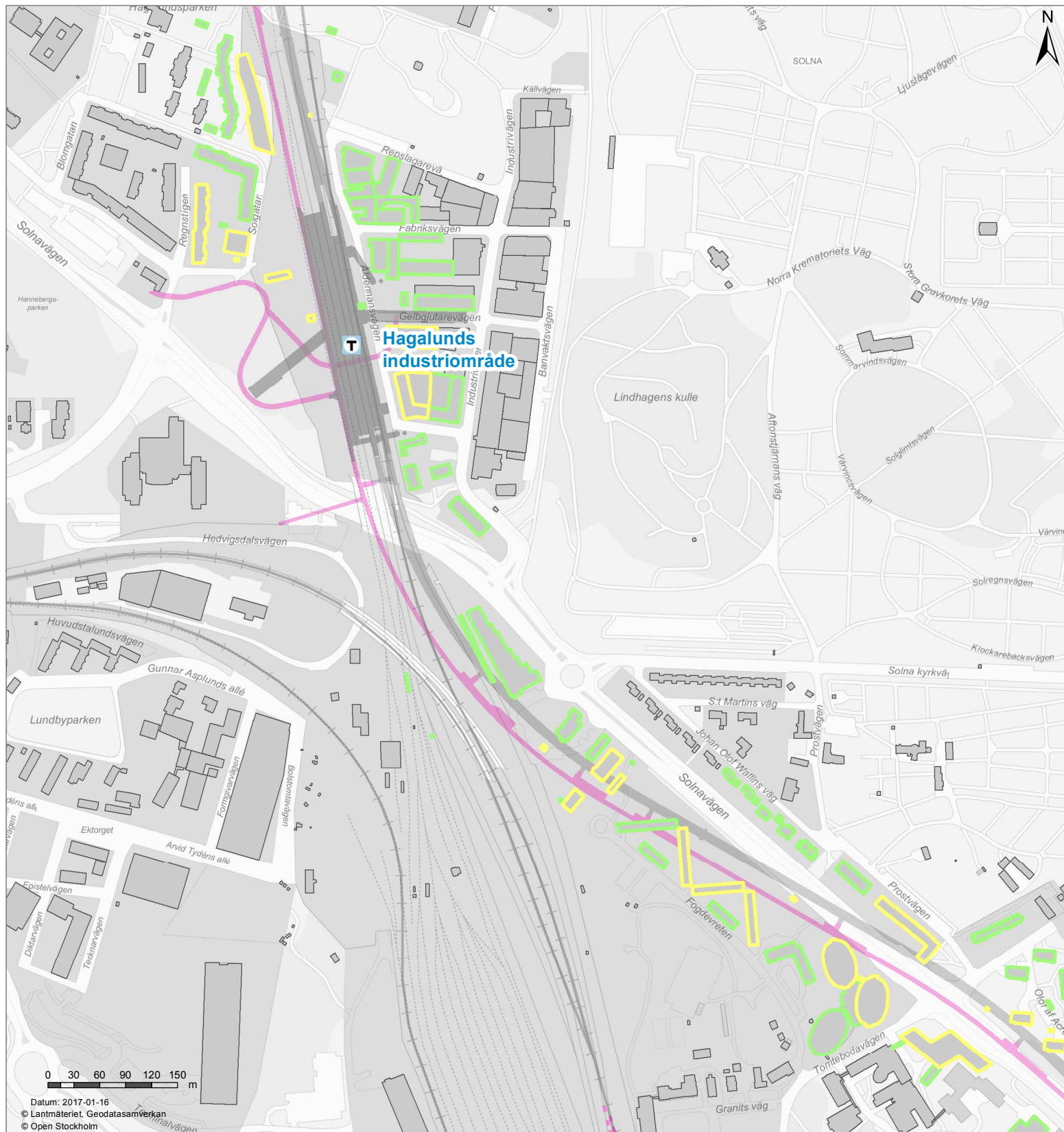
Stationsutbredning

0 25 50 75 100 125 m

Datum: 2017-01-16
© Lantmäteriet, Geodatasamverkan
© Open Stockholm



- | | |
|--|---|
| T Ny station | Stomljuds nivåer under byggtid |
| T Befintlig station | >= 35 dBA och <45 dBA |
| — Befintlig spårsträckning | >= 45 dBA |
| —+— Befintlig järnväg | |
| Stationsutbredning/spårtunnel | |
| Arbets-/Servicetunnel | |



- T** Ny station
 - +— Befintlig järnväg
 - Citybanan
 - Stationsutbredning/spårtunnel
 - Arbets-/Servicetunnel
- Stomljuds nivåer under byggtid**
- ≥ 35 dBA och < 45 dBA
 - ≥ 45 dBA



- T Ny station
- Befintlig spårsträckning
- +— Befintlig järnväg
- Stationsutbredning/spårtunnel
- Arbets-/Servicetunnel
- Stomljuds nivåer under byggtid**
- ≥ 35 dBA och < 45 dBA
- ≥ 45 dBA