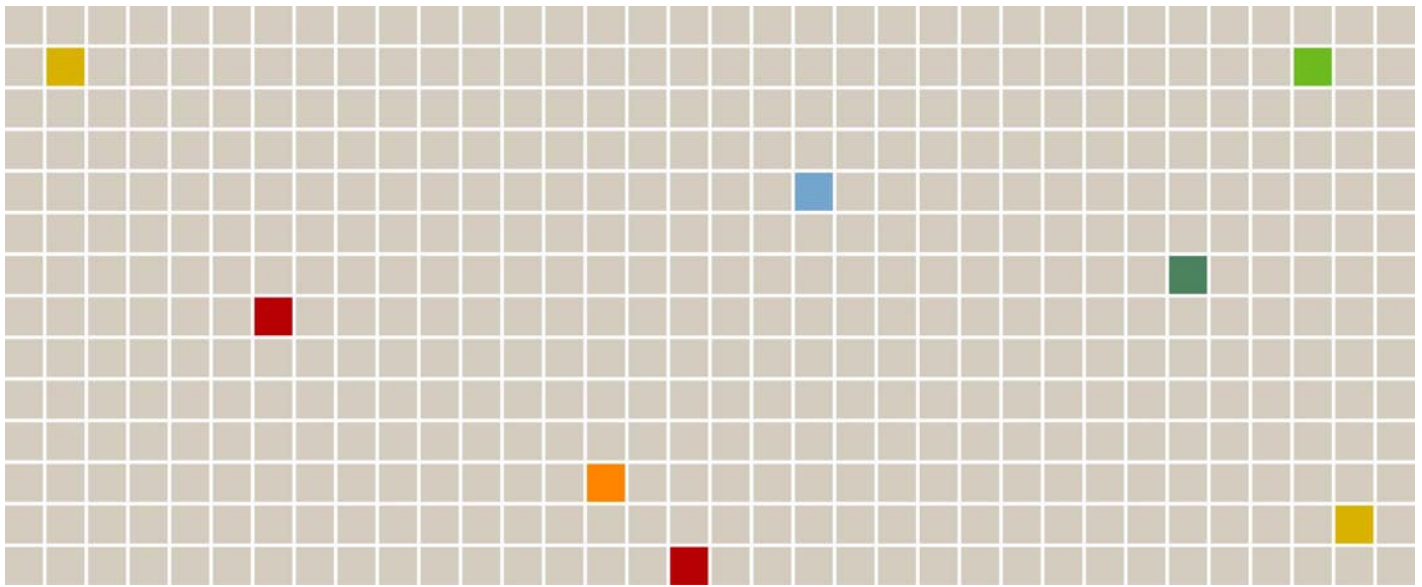




**TR2006-135 R02**  
**Stockholm-Nynäshamn, Norvikudden**

Bullerutredning  
Transporter

2006-10-27

Upprättad av: Lisa Granå

Granskad av: Tommy Zetterling



# RAPPORT

## Stockholm-Nynäshamn, Norvikudden

### Bullerutredning

### Transporter

2006-10-27

#### Kund

Stockholms Hamn AB  
Box 273 14  
102 54 STOCKHOLM  
genom Gun Rudeberg

#### Konsult

WSP Akustik  
Box 92093  
120 07 Stockholm  
Besök: Lumaparksvägen 7  
Tel: 08 688 6000  
Fax: 08 644 39 57  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[www.wspgroup.se](http://www.wspgroup.se)



## Begreppsförklaring

För bättre läsförståelse finns en kortfattad beskrivning av olika begrepp i bilaga 1.

# 1 Sammanfattning

I denna rapport redovisas den utredning som genomförts rörande ljud från transporter på väg, järnväg och i inseglingsled till och från den planerade hamnen vid Stockholm – Nynäshamn, Norvikudden.

Utredningen visar att vägtransporterna inte medför några relevanta ökningar av de ekvivalenta ljudnivåerna ( $< 1$  dB) jämfört med de förhållanden som skulle råda om hamnen ej anlades.

Godstågen medför en något ökad ekvivalentnivå, framförallt på sträckan Nynäshamn – Västerhaninge där trafikeringen idag är sparsam.

Inga permanentboende bedöms exponeras för ljudnivåer från fartyg i inseglingsleden som överskrider riktvärdena.

Den mest påtagliga konsekvensen av transporterna är troligtvis det ökade antalet maxbullerhändelser. Maxnivåerna är de samma oavsett antal händelser varför bullerkartor över nollalternativ och sökt verksamhet skulle bli identiska. Vi har därför valt att ej redovisa några kartor för de studerade väg- och järnvägssträckorna utan utredningen syftar främst till att beskriva just antalet maxbullerhändelser.



## **2 Innehåll**

|           |                                               |           |
|-----------|-----------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>  | <b>Sammanfattning</b>                         | <b>3</b>  |
| <b>2</b>  | <b>Innehåll</b>                               | <b>4</b>  |
| <b>3</b>  | <b>Bakgrund</b>                               | <b>5</b>  |
| <b>4</b>  | <b>Avgränsning</b>                            | <b>5</b>  |
| <b>5</b>  | <b>Bedömningsgrunder</b>                      | <b>6</b>  |
| 5.1       | Åtgärdsnivåer                                 | 6         |
| <b>6</b>  | <b>Nollalternativ</b>                         | <b>7</b>  |
| 6.1       | Ljud längs transportvägar                     | 7         |
| 6.1.1     | Direkt berörda transportvägar                 | 7         |
| 6.1.2     | Spårtrafik                                    | 9         |
| <b>7</b>  | <b>Sökt verksamhet</b>                        | <b>10</b> |
| 7.1       | Beräkningar av ljudnivåer                     | 10        |
| 7.2       | Ljudnivåer från transporter till/från området | 10        |
| 7.2.1     | Vägtrafik                                     | 11        |
| 7.2.2     | Spårtrafik                                    | 13        |
| 7.2.3     | Fartyg i inseglingsled                        | 14        |
| <b>8</b>  | <b>Konsekvenser</b>                           | <b>14</b> |
| <b>9</b>  | <b>Bilagor</b>                                | <b>14</b> |
| <b>10</b> | <b>Referenser</b>                             | <b>14</b> |





De studerade sträckorna är:

Väg 73 – från Norvikudden till Södra Länken

Väg 225 – från väg 73 till E4

Väg 259 – från väg 73 till E4

Järnväg – Nynäsbanan från Norvikudden till Älvsjö

Inseglingsleden – från Norvikudden till allmän farled

## 5 Bedömningsgrunder

Transporter till och från hamnen bedöms enligt riktvärden fastställda i Infrastrukturpropositionen (1996/97:53) som behandlar buller från vägtrafik och järnvägstrafik i bostadsmiljö. Se **Tabell 1** nedan.

Tabell 1 Riktvärden enligt prop. 1996/97:53

| Utrymme                                                                   | Vägtrafik                               | Järnvägstrafik                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Inomhus<br>- ekvivalent ljudnivå<br>- maximal ljudnivå                    | 30 dBA<br>45 dBA                        | 30 dBA<br>45 dBA                                                 |
| Utomhus<br>- vid fasad<br><br>- på uteplats<br><br>- bostadsområde övrigt | 55 dBA ekvivalent<br><br>70 dBA maximal | 55 dBA ekvivalent samt<br>70 dBA maximal<br><br>60dBA ekvivalent |

Riktvärdena ovan är långsiktiga mål som tillämpas vid nybyggnad av infrastruktur och bostäder.

För fartyg i inseglingsleden finns inga uttalade riktvärden, man kan tänka sig att de bedöms som annan infrastruktur (väg/tåg) eller som en del av en industriverksamhet. I denna utredning antas samma riktvärden gälla som för väg- och järnvägstrafik (70 dBA maxnivå). I beräkningen (bilaga 2) redovisas dock nivåer ned till riktvärdet för industribuller (55 dBA maxnivå nattetid). Fartygsrörelserna är så få att det ej är meningsfullt att redovisa ekvivalentnivåer.

### 5.1 Åtgärdsnivåer

För befintlig infrastruktur tillämpas högre riktvärden som gräns för åtgärder på bostäder. Både Vägverket och Banverket genomför bullerdämpande åtgärder på bostäder som har mer än 55 dBA maxnivå inomhus fler än 5 gånger per natt (22 – 06).



## 6 Nollalternativ

Nollalternativet motsvarar de förhållanden som råder om hamnen vid Norvikudden ej byggs. Denna utredning fokuserar på de lokala konsekvenserna av nollalternativet dvs att Norvikudden bibehåller sin befintliga användning och att trafikmängderna i området ej får tillskott av transporter till och från Norvikudden. Samtidigt kan man även vänta sig vissa regionala konsekvenser då avsaknaden av en hamn vid Norvikudden medför en viss ökning av fartygstrafik och hamnverksamhet i andra hamnar i eller utanför regionen vilket resulterar i transporter till och från dessa hamnar.

### 6.1 Ljud längs transportvägar

Med underlag från Vägverkets trafikräkningar har beräkningar gjorts av ljudnivåer från normal trafik längs de studerade vägavsnitten. Trafiksiffrorna avser dygnstrafik och beräkningarna redovisar således dygnsekvivalent ljudnivå (medelvärde över dygnet) och maxnivå.

Den dygnsekvivalenta nivån beräknas baserat på hur många fordon som passerar per dygn, andel tung trafik och fordonens hastighet. Det krävs en stor ökning/minskning av trafiken för att få en markant ändring av ekvivalentnivån. En fördubbling av trafiken ger en ökning med 3 dB (vilket är just märkbart för det mänskliga örat) och en halvering av trafiken minskar ljudnivån med 3 dB. Maxnivån beräknas baserat på de tunga fordonens hastighet. Antalet tunga fordon påverkar inte maxnivån i sig utan bara hur många gånger maxbullerhändelserna inträffar.

Ekvivalentnivån under kvällen motsvarar vanligtvis dygnsekvivalent ljudnivå medan ekvivalentnivån under natten är ca 6 dBA-enheter lägre. Under dagperioden är ekvivalentnivån vanligtvis ca 2 dBA-enheter högre än den dygnsekvivalenta ljudnivån.

#### 6.1.1 Direkt berörda transportvägar

Punktberäkningar av ljudnivåer från vägarna inom avgränsningen har gjorts för att ge en uppskattning av ljudnivåerna kring vägarna idag och i framtiden.

Trafiksiffror har hämtats från Vägverkets trafikräkningar för mätpunkter utmed berörda vägar.<sup>1</sup> Trafikräkningarna gjordes år 2001 – 2002 och är uppräknade till 2005 års nivå med antagandet att trafiken ökar med 2 % per år, se tabell 2, 4 och 6.

Punkterna är valda för att ge en representativ bild av trafikeringen längs vägsträckorna. För v73 och v259 sker en successiv ökning av trafiken ju längre norrut respektive västerut man kommer. V225 har en jämnare trafikering och trafiksiffrorna för v225 är representativa för hela sträckan mellan v73 och E4/E20.

Dygnsekvivalenta ( $L_{eq}$ ) och maximala ( $L_{max}$ ) ljudnivåer har beräknats för punkterna ovan på 20 respektive 50 m avstånd från vägen, se tabell 3, 5 och 7. Beräkningarna är gjorda för 2 m över mark, förutsätter en medelhastighet på 70 km/h och plan mjuk mark mellan väg och mottagare. Beräkningarna är utförda enligt den nordiska modellen för vägtrafikbuller [1].

<sup>1</sup> Referens: [http://www.vv.se/templates/page3\\_\\_\\_\\_1768.aspx](http://www.vv.se/templates/page3____1768.aspx)



### Väg 73

Tabell 2 Trafiksiffror väg 73 (2005)

| Mätpunkt          | ÅDT <sup>1</sup> | Varav lastbilar |
|-------------------|------------------|-----------------|
| Norr om Nynäshamn | 11 000           | 900             |
| Jordbro           | 19 300           | 1 200           |
| Skarpnäck         | 62 700           | 5 500           |

Tabell 3 Beräknade ljudnivåer (dBA) från vägtrafik på väg 73 (2005)

| Mätpunkt          | L <sub>eq</sub> 20 m | L <sub>eq</sub> 50 m | L <sub>max</sub> 20 m | L <sub>max</sub> 50 m |
|-------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Norr om Nynäshamn | 65                   | 56                   | 78                    | 65                    |
| Jordbro           | 67                   | 58                   | 78                    | 65                    |
| Skarpnäck         | 72                   | 64                   | 78                    | 65                    |

### Väg 225

Tabell 4 Trafiksiffror väg 225 (2005)

| Mätpunkt   | ÅDT <sup>1</sup> | Varav lastbilar |
|------------|------------------|-----------------|
| Vid v73    | 4 100            | 400             |
| Vid E4/E20 | 3 900            | 500             |

Tabell 5 Beräknade ljudnivåer (dBA) från vägtrafik på väg 225 (2005)

| Mätpunkt   | L <sub>eq</sub> 20 m | L <sub>eq</sub> 50 m | L <sub>max</sub> 20 m | L <sub>max</sub> 50 m |
|------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Vid v73    | 60                   | 52                   | 78                    | 65                    |
| Vid E4/E20 | 61                   | 52                   | 78                    | 65                    |

<sup>1</sup> ÅDT = Årsdygnstrafik, dvs trafikmängd under ett medeldygn för året



## Väg 259

Tabell 6 Trafiksiffror väg 259 (2005)

| Mätpunkt   | ÅDT <sup>1</sup> | Varav lastbilar |
|------------|------------------|-----------------|
| Vid v73    | 11 400           | 1 700           |
| Huddinge   | 12 100           | 1 100           |
| Vid E4/E20 | 18 200           | 1 600           |

Tabell 7 Beräknade ljudnivåer (dBA) från vägtrafik på väg 259 (2005)

| Väg  | Mätpunkt   | L <sub>eq</sub> 20 m | L <sub>eq</sub> 50 m | L <sub>max</sub> 20 m | L <sub>max</sub> 50 m |
|------|------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| v259 | Vid v73    | 66                   | 57                   | 78                    | 65                    |
| v259 | Huddinge   | 65                   | 57                   | 78                    | 65                    |
| v259 | Vid E4/E20 | 67                   | 58                   | 78                    | 65                    |

Med en fortsatt ökning av trafiken med ca 2 % per år kommer de dygnsekvivalenta ljudnivåerna att öka med ca 1 dB till år 2010 och ca 2 dB till år 2020. Maxnivåerna påverkas ej av antalet fordon. Varje passage med ett tungt fordon motsvarar en max-bullerhändelse. Med trafikökningen ökar antal tunga fordon och därmed antal max-bullerhändelser. På sikt kommer dock den maximala ljudnivån att minska till följd av att äldre fordon ersätts med nya.

Utvecklingen av antal fordon och buller från dessa, med och utan den planerade hamnen presenteras i kapitel 7.2.1.

### 6.1.2 Spårtrafik

Trafiksiffror för spårtrafiken är hämtade från Banverket och SL<sup>2</sup>.

Tabell 8 Trafiksiffror spårtrafik per dygn 2005

| Sträcka                 | Tågtyp    | Total längd | Maxlängd | Antal tåg         |
|-------------------------|-----------|-------------|----------|-------------------|
| Nynäshamn-Västerhaninge | Pendeltåg | 5200 m      | 100 m    | 52 st             |
| Västerhaninge-Älvsjö    | Pendeltåg | 25000 m     | 200 m    | 125 st            |
| Västerhaninge-Älvsjö    | Godståg   | 2250 m      | 750 m    | 3 st <sup>3</sup> |

<sup>1</sup> ÅDT = Årsdygnstrafik, dvs trafikmängd under ett medeldygn för året

<sup>2</sup> Referens: [www.sl.se](http://www.sl.se)

<sup>3</sup> Sträckan trafikeras av 0-3 godståg per dygn från Älvsjö till Jordbro.



Dygnsekvivalenta och maximala ljudnivåer har beräknats för sträckorna ovan i enlighet med den nordiska beräkningsmodellen för spårtrafik [2]. Beräkningarna är gjorda för 2 m över mark och förutsätter en hastighet på 110 km/h och plan mjuk mark mellan spår och mottagare på några olika avstånd från järnvägen.

Tabell 9 Beräknade ljudnivåer (dBA) från spårtrafik 2005

| Avstånd | Nynäshamn - Västerhaninge |                   | Västerhaninge - Älvsjö |                 |
|---------|---------------------------|-------------------|------------------------|-----------------|
|         | $L_{eq}$                  | $L_{max, pendel}$ | $L_{eq}$               | $L_{max, gods}$ |
| 20 m    | 58                        | 86                | 66                     | 92              |
| 50 m    | 53                        | 79                | 61                     | 85              |
| 100 m   | 49                        | 72                | 57                     | 80              |

## 7 Sökt verksamhet

Hamnens planerade utformning och verksamhet beskrivs i detalj av den tekniska beskrivning som ingår i tillståndsansökan. Man planerar att bygga ut verksamheten i tre etapper. I den första etappen sker alla landtransporter på väg. Ett järnvägsspår dras in på området under etapp 2. Från etapp 2 och framåt sker således transporter på både väg och järnväg.

### 7.1 Beräkningar av ljudnivåer

För beräkningar av bidrag från väg- och tågtrafik har indata enligt de nordiska beräkningsmodellerna för väg- och spårtrafik använts. [1 och 2] För beräkningen av ljudnivåer från fartyg i inseglingsleden har den nordiska beräkningsmodellen för industribuller använts. [3]

### 7.2 Ljudnivåer från transporter till/från området

Antalet transporter till och från hamnområdet ökar med etapputbyggnaden. Antagna antal fordonsrörelser per dygn presenteras i **Tabell 10**.



Tabell 10 Fordonstrafik per dygn till och från hamnområdet

| År   | Lastbilar | Personbilar <sup>1</sup> | Järnvägs-<br>vagnar | Tågset |
|------|-----------|--------------------------|---------------------|--------|
| 2010 | 500       | 100                      | -                   | -      |
| 2015 | 900       | 200                      | 80                  | 6      |
| 2020 | 1200      | 400                      | 150                 | 12     |

### 7.2.1 Vägtrafik

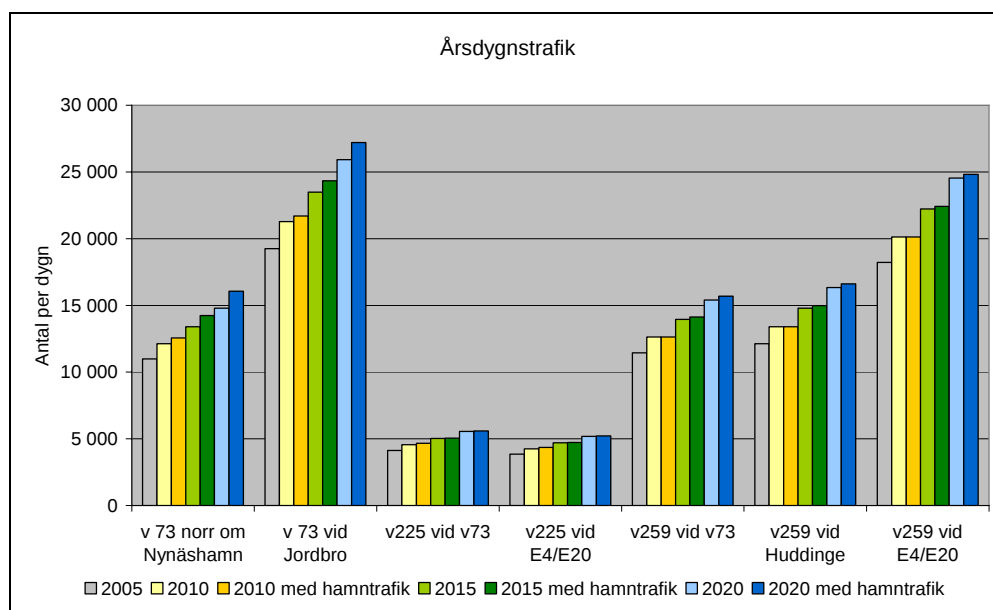
Vägtransporterna fördelar sig därefter på vägarna v73, v225 och v259. Tabellen nedan visar antagen procentuell fördelning samt antal tunga transporter och personbilar på respektive vägsträcka.

Tabell 11 Antagen trafikfördelning av fordonstrafik till/från hamnen

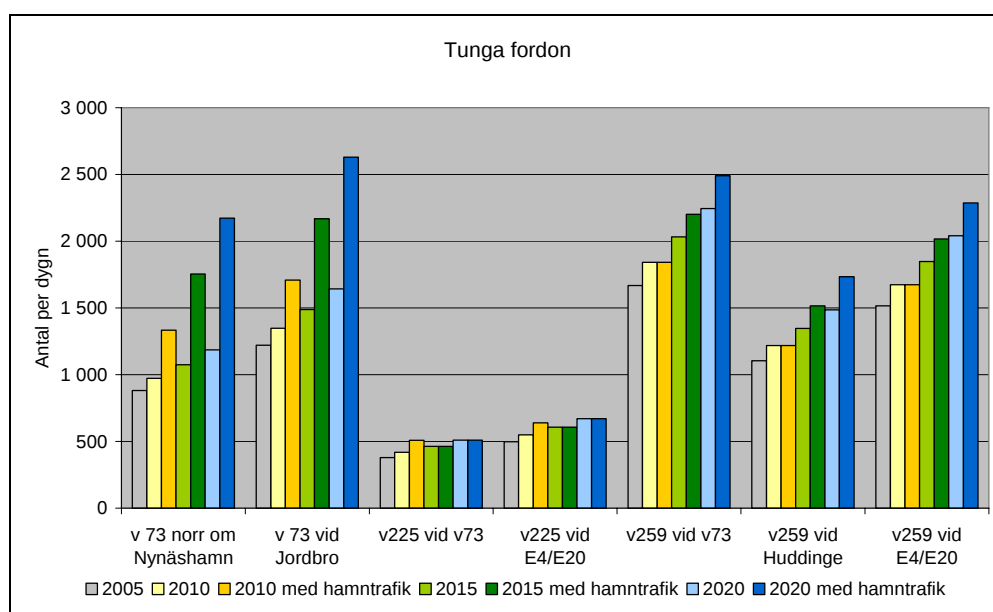
| Etapp | Fordonstyp  | Väg 225 | Väg 259 | Väg 73 |
|-------|-------------|---------|---------|--------|
|       |             | %       | %       | %      |
| 2010  | Tung trafik | 20      | 0       | 80     |
| 2010  | Personbilar | 20      | 0       | 80     |
| 2015  | Tung trafik | 0       | 20      | 80     |
| 2015  | Personbilar | 10      | 10      | 80     |
| 2020  | Tung trafik | 0       | 20      | 80     |
| 2020  | Personbilar | 10      | 10      | 80     |

Antagen trafikmängd, vid de tidigare redovisade mätpunkterna, utan och med transporter till och från hamnen finns i **Figur 2** och **Figur 3** nedan. Vägsträckan v73 vid Skarpnäck är ej med då trafiken där är så kraftig att transporter till och från hamnen har obetydlig inverkan.

<sup>1</sup> Dessutom tillkommer ca 20 – 30 fordonsrörelser för personal mm som kommer till hamnområdet men ej åker med färjor. Dessa är ej med i beräkningarna men mängden är så liten att de ej påverkar resultatet.



Figur 2 Uppskattad trafikmängd (ÅDT) utan och med hamntrafiken



Figur 3 Uppskattad trafikmängd (tunga fordon) utan och med hamntrafiken

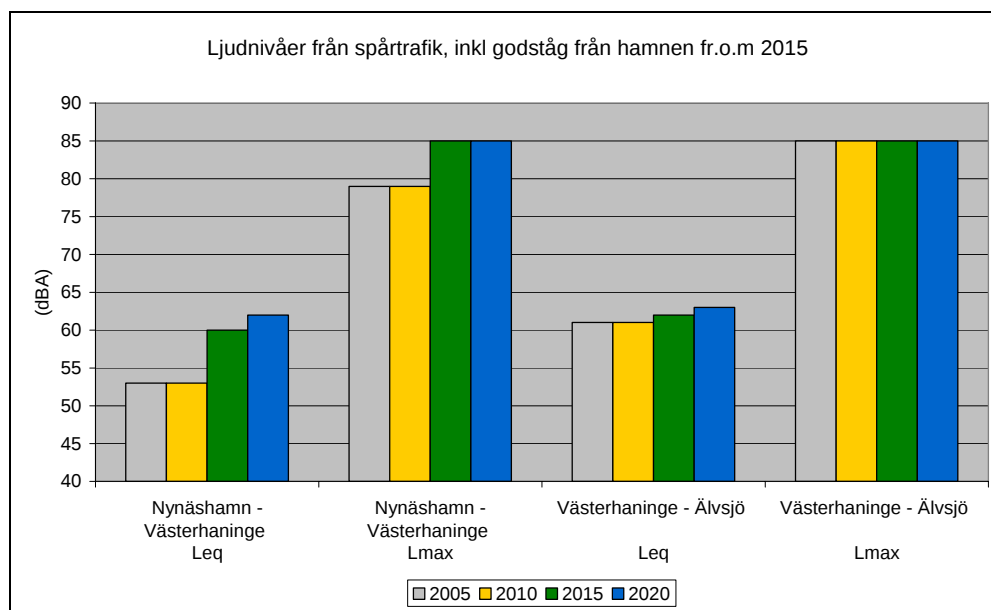
Transporterna till och från hamnen är ringa i förhållande till den övriga trafiken på de aktuella vägarna och de medför därför ej någon relevant ljudnivåökning. Den dygnsekvivalenta ljudnivån förväntas öka med 1 dB och 2 dB till år 2010 respektive 2020 orsakat av den normala trafikökningen. Den största konsekvensen som transporterna till och från hamnen medför är ett ökat antal maxbullerhändelser då den tunga trafiken ökar.



## 7.2.2 Spårtrafik

Enligt **Tabell 10** bedöms antalet godståg som trafikerar hamnen bli 3 stycken per dygn vid etapp 2 (2015) och 6 stycken vid etapp 3 (2020). Då godstågen går tur och retur motsvaras detta av 6 respektive 12 rörelser per dag.

Punktberäkningar har gjorts för dagens spårtrafik samt för tåg till och från hamnen på avståndet 50 m från spår. Beräkningsförutsättningarna är desamma som i kapitel 6.1.2.



Figur 4 Beräknade ljudnivåer från spårtrafiken, 50m från spår.

Att den ekvivalenta ljudnivån ökar mer på sträckan Nynäshamn – Västerhaninge än på Västerhaninge – Älvsjö beror på att Nynäshamn – Västerhaninge är relativt sparsamt trafikerad i dagsläget. Ökningen av trafiken blir därför avsevärt högre där än på sträckan Västerhaninge – Älvsjö.<sup>1</sup>

Sträckan Nynäshamn – Västerhaninge trafikeras idag enbart av pendeltåg. Maxnivåerna från pendeltåg är avsevärt lägre än från godståg. Därför blir det en markant ökning av maxnivåerna på sträckan Nynäshamn – Västerhaninge när den börjar trafikeras av godståg. Maxnivåerna på sträckan Västerhaninge – Älvsjö ökar ej, men antalet maxbullerhändelser blir fler.

Ljudnivåerna från godståg hörs på långt avstånd. Beräknade värden med enbart platt mark ger 70 dBA maxnivå på 300 m avstånd från spåret. I verkligheten råder sällan sådana förhållanden utan ljudet dämpas ofta av byggnader eller av terrängen. Bostäder nära spåret kommer dock att exponeras för maxnivåer över riktvärdet 70 dBA när godstågen passerar. Det är troligt att en del av dessa även får inomhusnivåer som överskrider 55 dBA. Om godstågen passerar nattetid kan bullerdämpande åtgärder komma att krävas (se kapitel 5.1).

<sup>1</sup> Efter utbyggnad av Nynäsbanan mellan Nynäshamn och Västerhaninge kommer sträckan att trafikeras av fler och framförallt längre pendeltåg så även om tågtrafiken från hamnen utgår kommer ljudnivåerna kring denna del av Nynäsbanan att öka.



### 7.2.3 Fartyg i inseglingssled

Fartygstrafiken i inseglingssleden är ett nytt inslag i ljudmiljön kring Norviksudden. Beräkningar av ljudnivå från ett fartyg i inseglingssleden på väg in eller ut från hamnen har därför gjorts och redovisas i bilaga 2. Beräkningen avser maxnivå vid passage. Antalet fartygsrörelser är så lågt att det ej är relevant att tala om ekvivalentnivåer.

Ljudnivåer från fartyg i rörelse med låg hastighet (som detta rör sig om) är lägre än om fartyget ligger vid kaj med hjälpaggregaten på. Spridningen i ljudnivå mellan olika fartyg är stor och hamnen kan ej påverka vilka fartyg som anlöper. Den beräknade ljudnivån från fartyg är dock markant under riktvärdena vid den närmsta bebyggelsen och det är därför vår bedömning att risken för att riktvärdena ska överskridas är mycket låg.

## 8 Konsekvenser

Vägtransporterna till och från hamnen medför ej någon relevant ökning av ekvivalentnivåerna ( $\leq 1$  dB) från väg 73, 225 och 259. Boende kring vägarna kan dock komma att uppleva ett ökat antal maxbullerhändelser då den tunga trafiken ökar. Med tiden kommer dock maxnivåerna att minska något i takt med de äldsta mest bullriga fordonen byts ut mot nya.

Från och med etapp 2 kommer godståg från hamnen att trafikera Nynäsbanan. Sträckan Nynäshamn – Västerhaninge är sparsamt trafikerad idag och tillkommande godståg kommer att medföra en viss ökning av ekvivalentnivån. Då det rör sig om några enstaka godståg är troligtvis inte ekvivalentnivån ett bra mått på risken för störning. De boendes upplevelse av transporterna blir troligtvis främst det ökade antalet maxbullerhändelser och, för boende sträckan Nynäsbanan – Västerhaninge, att maxnivåerna blir högre då godståg börjar trafikera sträckan.

Om flertalet godståg trafikerar sträckan nattetid kan bullerdämpande åtgärder krävas på bostadshusen i spårets närhet.

Ljudnivåerna från fartyg i inseglingssleden till och från Norviksudden bedöms understiga gällande riktvärden vid de närmaste bostäderna, oavsett om man betraktar det som trafik- eller industribuller. Detta gäller både ekvivalenta eller maximala ljudnivåer.

## 9 Bilagor

|          |                                                              |
|----------|--------------------------------------------------------------|
| Bilaga 1 | Begreppsförklaring                                           |
| Bilaga 2 | Ljudnivåer från fartyg i inseglingssled, maxnivå vid passage |

## 10 Referenser

- 1 Vägtrafikbuller. Nordisk beräkningsmodell, reviderad 1996. Rapport 4653 Naturvårdsverket
- 2 Buller från spårburen trafik Nordisk beräkningsmodell Samproduktion med Nordiska Ministerrådet, Rapport 4935 Naturvårdsverket, Banverket.
- 3 Environmental noise from industrial plants. General prediction method, Delta akustik, rapport nr 32

## BEGREPPSFÖRKLARINGAR

### Frekvens

Ljud består av snabba förändringar i lufttrycket. Det som vi uppfattar som ljud består av tryckvariationer i luften som är mycket små i jämförelse med lufttrycket omkring oss, det statiska atmosfärstrycket. Tonhöjden hos ljudet beror av hastigheten hos tryckvariationerna, det vill säga ljudets frekvens. Frekvensen motsvarar antal svängningar per sekund och anges i Hertz (Hz). Det mänskliga örat uppfattar ljud vars frekvens ligger mellan cirka 20 - 15000 Hz.

Frekvensuppdelning av ljudet kan göras i frekvensband med olika bandbredd. Det vanligaste är uppdelning av ljudet i oktavband med hjälp av elektroniska filter, sk oktavfilter. Mätning av ljudtrycksnivån görs i varje oktavband, vanligtvis från 31,5 Hz till 16000 Hz. Inom en oktav fördubblas frekvensen. Ljudtrycksnivån i oktavband kallas ibland oktavnivå.

### Mätetal

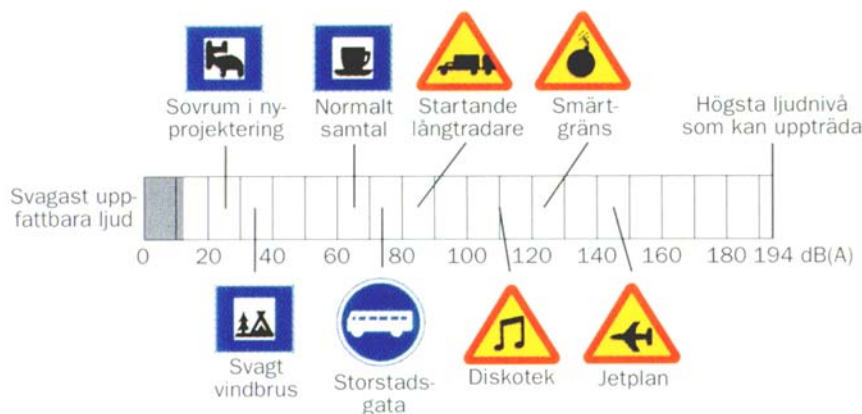
Ljudets stycka bestäms av tryckvariationernas storlek. Ljudtrycket från vanliga ljudkällor varierar mycket kraftigt. Svaga ljudkällor alstrar kanske kring 0,2 mPa medan starka ljudkällor kan alstra över 20 Pa. Denna stora spännvidd i ljudtrycket har lett till att man skapat ett mått på ljudnivå, decibel (dB). Decibelskalan ger behändiga siffror på samma sätt som till exempel celsiuskalan för temperatur. I de allra flesta fall ligger ljudnivån någonstans mellan 20 och 100 dB.

För att få en halvering/fördubbling av hörselintrycket av ett visst ljud måste dess styrka minskas så att ljudnivån sänks/ökar med 8 - 10 dB. En ökning/minskning med 3 dB är ungefär vad vi kan uppfatta i normalt bullriga miljöer. Då decibelskalan är logaritmisk motsvarar dock 3 dB en fördubbling eller halvering av ljudtrycket, dvs exempelvis en fördubbling/halvering av trafiken på en gata eller ett fördubblat/halverat antal fartyg med samma ljudalstring vid en kaj.

Örats känslighet varierar med frekvensen. För att efterlikna örats sätt att uppfatta ljud har ljudmätarna därför filter som förstärker ljudnivån i det frekvensområde vi har bäst hörsel och minskar ljudnivån i mycket låga och mycket höga frekvenser där hörseln inte är lika bra. Det mest använda filtret är det s.k. A-filtret. Då detta används vid ljudmätning anges resultatet som ljudnivå i dBA. Ett ljud som vi ofta hör, tal med normal styrka, har ungefär 65 dBA ljudnivå på en meters avstånd.

## Typiska ljudnivåer.

Ljud i vår omgivning varierar inom ett brett område, från tysta fjällmiljöer under 20 dBA till bullriga stadsgator kring 75 dBA. På diskotek är ljudnivån ofta över 100 dBA med risk för hörselskador.



## Lågfrekvent ljud

Om ljudet har låg frekvens (dovt ljud) anses inte A-filtret lämpligt eftersom mätresultatet inte motsvarar upplevelsen av ljudet. Då används i stället C-filter som inte dämpar de låga frekvenserna lika mycket och ljudnivån anges på motsvarande sätt i dBC. Om nivåskillnaden mellan dBC och dBA för ett visst ljud är större än 15 - 20 dB brukar folk uppleva det som störande även om dBA-nivån är förhållandevis låg.

## Ekvivalent och maximal ljudnivå

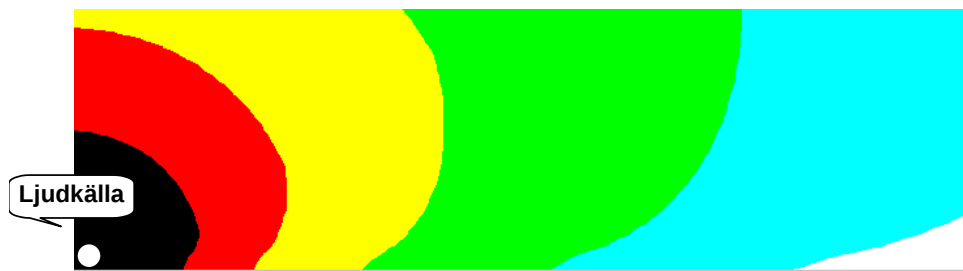
Både tal och andra ljud har en styrka som varierar med tiden. Det medelvärde som används i dessa sammanhang kallas ekvivalent ljudnivå. Vanligtvis avser man då medelvärdet under ett dygn. För att ange styrkan på kortvariga ljud såsom slagljud anger man i stället den maximala ljudnivån.

## Ljudutbredning

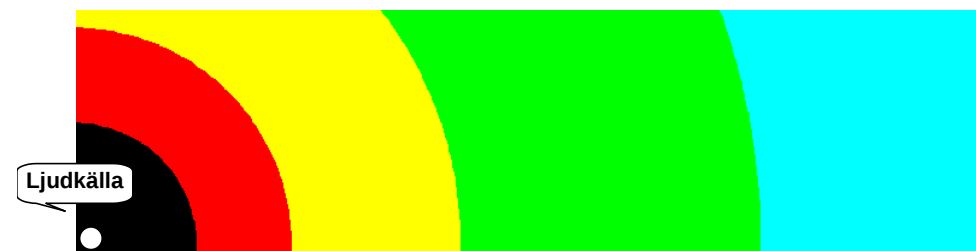
Ljud kan spridas genom luft, vätskor och fasta material. Ljudets utbredningshastighet i luft är 340 m/s vid rumstemperatur. Då ljud sprids från en ljudkälla dämpas det alltmer ju längre avståndet blir. Man kan tänka sig att ljudet sprids i strålar från källan som blir allt mer glesa då avståndet ökar. Då avståndet till en liten punktformad ljudkälla fördubblas minskar ljudnivån med 6 dB. Nära en källa minskar alltså ljudnivån snabbt med ökande avstånd. På större avstånd blir förändringen mindre vid samma avståndsökning. Om exempelvis avståndet ökar från 10 till 20 m avtar ljudet med 6 dB. Samma avståndsökning från 100 till 110m kommer däremot inte att märkas. Vidare har källans storlek betydelse vilket innebär att man måste avlägsna sig flera meter från en stor ljudkälla innan ljudet avtar.

## Inverkan av mark

Bullerkällor på fartyg ligger vanligtvis högt över omgivande mark och sjö vilket innebär att markens betydelse för markdämpning är underordnad. För lågt liggande källor exempelvis bilar har marken däremot normalt stor inverkan för ljudutbredningen.



*Ljudutbredning från lågt liggande källa över akustiskt mjuk mark - exempelvis gräsmark*



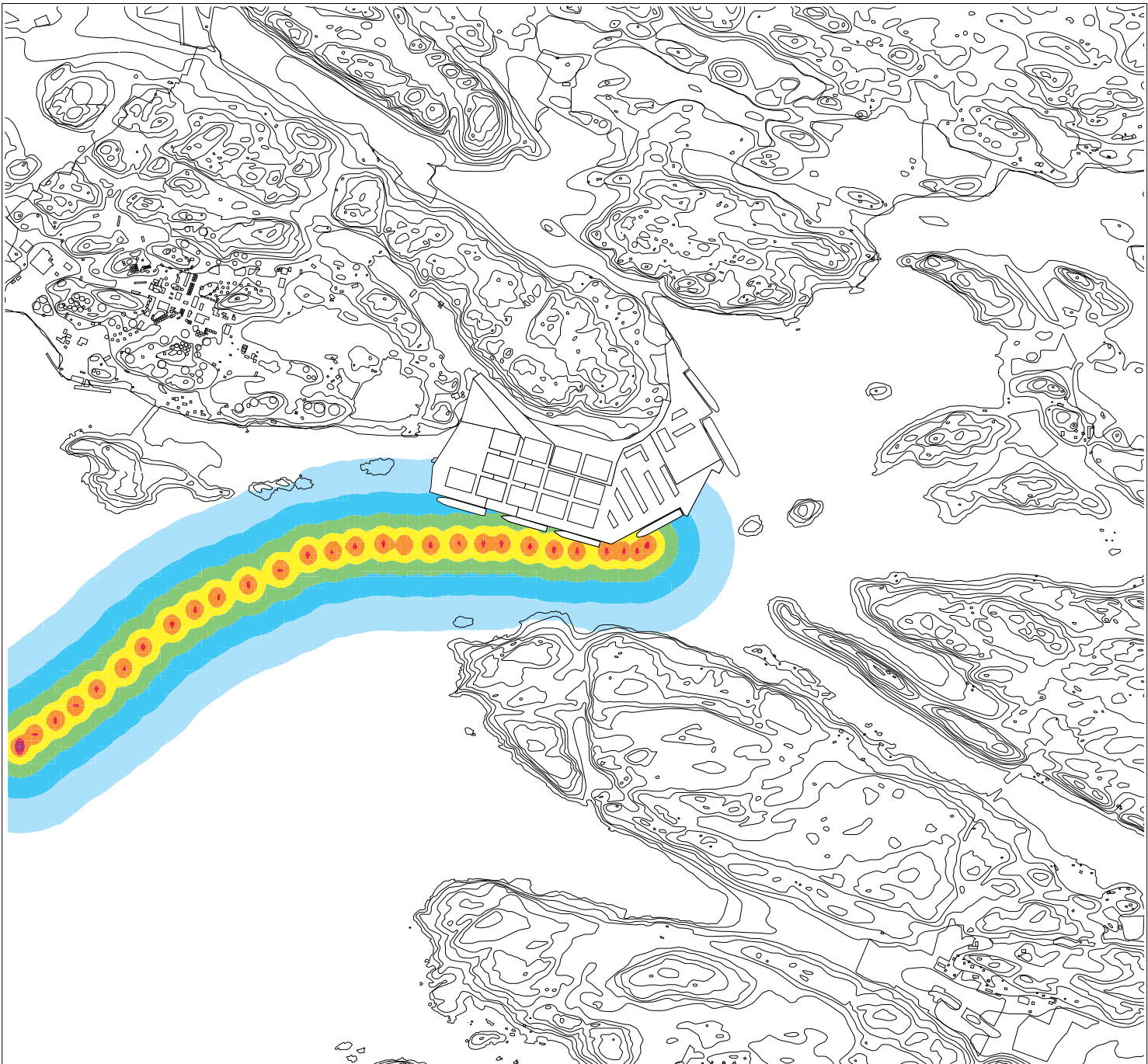
*Ljudutbredning från lågt liggande källa över akustiskt hård mark - exempelvis sjö*



*Ljudutbredning från högt liggande källa (ex skorsten) över mjuk mark - markdämpning minskar*

## Väder och vind

Vinden har stor inverkan på ljudets utbredning. Vid motvind avtar ljudet snabbare med ökat avstånd än i medvind. På ca 100m från en ljudkälla kan skillnaden i med- och motvind vara mer än 10 dB. Vid vissa väderförutsättningar kan ljudet reflekteras i atmosfären. I stället för att spridas ut i rymden reflekteras det då mot marken vilket kan medföra förhöjda ljudnivåer.



## Bilaga 2

### Norvikudden

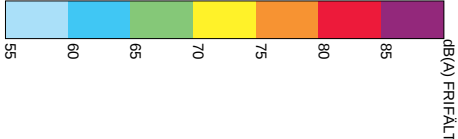
#### Ljudnivåer från fartyg i inseglingssled

#### Maxnivå vid passage

### FÖRKLARINGAR

EXTERN T INDUSTRIBULLER ENLIGT NORDISKA BERÄKNINGSMODELLEN

MAXIMAL LJUDNIVÅ 1,7 m över mark



|                                                                                     |          |                                         |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|--|
|  |          | Stockholm-Nynäshamn                     |  |
| WSP Akustik                                                                         |          | Norvikudden                             |  |
|                                                                                     |          | Ljudnivåer från fartyg i inseglingssled |  |
|                                                                                     |          | Maxnivå vid passage                     |  |
| PROJEKTNUMMER                                                                       | SKALA    | 0 300 600 m                             |  |
| 2006-08-18                                                                          | 2006-135 | Bilaga 2                                |  |