

Miljömedicinsk bedömning till järnvägsutredning Motala - Norrsten



Foto: Bombardier Transportation



Yrkes- och miljömedicinskt centrum

Universitetssjukhuset
581 85 Linköping

Linköping 2002-12-09

Utförd av:

Ingela Helmfrid Biolog

Thomas Karlsson Miljöingenjör

Per Leanderson Toxikolog

Bengt Ståhlbom 1:e Yrkeshygeniker

Martin Tondel Specialistläkare

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Bakgrund	1
Buller	2
Vibrationer.....	9
Elektromagnetiska fält.....	10
Transport av farligt gods	13
Luftföroreningar.....	16
Förorenad mark.....	17
Referenser.....	21
Bilaga 1	24

Sammanfattning

En miljömedicinsk bedömning har genomförts av planerad utbyggnad av dubbelspår på järnvägssträckan Motala – Norrsten. Tre utbyggnadsalternativ redovisas i denna bedömning - Nollalternativ, Utredningsalternativ JA samt Utredningsalternativ UA5. Beträffande bullerutbredning finns skillnader mellan de olika alternativen på olika delar av sträckan Norrsten-Motala och inget alternativ kan sägas vara ”det bästa” utmed hela sträckan. Mellan Norrsten och Fors ger *nollalternativet* de lägsta maximala bullernivåerna. När det gäller ekvivalenta ljudtrycksnivån skiljer det ej nämnvärt mellan alternativen. Genom *Fors* är *JA-alternativet* *det bästa alternativet* följt av UA5 och sist nollalternativet p.g.a. den planerade byggnation av effektiva bullerskärmar i de två förstnämnda alternativen. Mellan *Fors* och *Motala centralstation* är *nollalternativet* *bäst* p.g.a. att utbredningen av buller i detta fall blir mindre än vid JA- och UA5-alternativen. Detta beror bl.a. på högre hastigheter hos tågen i de utbyggda alternativen och att det här saknas planer för nybyggnation av bullerskärmar. Sammantaget har bullerskärmar stor betydelse för bullerdämpningen. Bullerutbredningen kring Södra skolan är större i alternativ JA och UA5 än i nollalternativet. Om bullerskärmar används i området kring Södra skolan kan bullernivåerna minskas väsentligt.

De elektromagnetiska fält som alstras intill ledningarna vid spåret kommer inte att ha någon betydelse för människors hälsa.

Risken för en järnvägsolycka med utläckage med farligt gods bedöms vara mycket liten. En sådan olycka kan dock få mycket allvarliga hälsokonsekvenser på människor i omgivningen samt orsaka förorening av närliggande vattendrag och vattentäkter. Några avgörande skillnader mellan de olika alternativen med avseende på risken för att personer ska komma till skada vid läckage av farligt gods finns dock ej.

Luftföroreningar vid elektrifierade tågtransporter är små och påverkar sannolikt inte hälsan hos boendet i området. Den diffusa spridningen av föroreningar från banvallar kommer troligen inte att nå befolkningen då de sitter hårt bundna i makadammen.

Bakgrund

Av Banverket har Yrkes- och miljömedicinskt centrum fått i uppdrag att göra en miljömedicinsk bedömning. Denna ska omfatta effekter på människors hälsa, vid olika alternativ för utbyggnad till dubbelspår av järnvägssträckan Motala – Norrsten.

Nollalternativ: Befintligt enkelspår Motala – Norrsten 5,3 km.

Utredningsalternativ JA: Ett nytt spår läggs högst 6 m öster om befintligt spår. Spåret går längs industribebyggelse och bostadsområdet Fors. Bangården byggs om, nya broar byggs över Göta kanal, Motala ström respektive Verkstadsgatan.

Utredningsalternativ UA5: Bansträckningen är lik JA-alternativet men skiljer sig genom att spåret får en genare sträckning genom bostadsområdet Fors. Spåret kommer då att gå genom både industribebyggelse och bostadsområdet. Bangården byggs om, nya broar byggs över Göta kanal, Motala ström respektive Verkstadsgatan.

Bangårdsalternativ A, B och C: Skiljer inte mycket vad gäller läge och utformning. Alla alternativ kräver omfattande ombyggnader för att uppfylla funktionskraven enligt MKB. I vår bedömning fördjupar vi oss inte i de olika bangårdslösningarna, då de olika alternativen inte har någon avgörande betydelse för hälsan hos befolkningen i området.

Riskfaktorer som kan orsaka hälsoeffekter såsom buller, vibrationer, elektromagnetiska fält, transport av farligt gods, luftföroreningar samt förorenad mark finns med i denna miljömedicinska bedömning. Denna baseras på kunskap om när effekter på människors hälsa uppstår, dels på individnivå och dels på gruppnivå vid de olika exponeringarna. Antalet mantalsskrivna inom olika avstånd från järnvägsspåret har vi beräknat via GIS (geografiskt informationssystem) utifrån 1999 års befolkningsregister.

I vår bedömning har vi endast utgått från befintligt material i utredningen och ej utfört kompletterande mätningar. Eventuell utbyggnad av riksväg 50 kommer sannolikt medföra ökad bullerexponering för viss del av befolkningen. En sammanslagning av den totala ljudtrycksnivån från buller och tågtrafik går ej att utföra p.g.a. bullrets olika karaktär. För vägbuller är det de ekvivalenta ljudnivåerna som är mest störande, medan de maximala ljudtrycksnivåerna är de mest störande vid järnvägstrafik. Detta medför att vi inte kan inbegripa riksväg 50 i vår miljömedicinska bedömning, utan järnvägen och riksväg 50 bör bedömas var för sig. Däremot bör Banverket och Vägverket kunna samordna bullerbegränsande åtgärder.

Befolkningsuppgifter i olika bullerzoner är önskvärda vid utvärdering av miljömedicinska bedömningar. Dessa uppgifter saknas i MKB. Vid bedömningarna av bullrets utbredning har vi utgått från de beräkningar som utförts av KM Akustikbyrå. I dessa beräkningar saknas uppgifter kring bullerexponeringar i närliggande skolor, förskolor och äldreboende – grupper som är känsligare än normalbefolkningen och som är betydelsefulla vid den miljömedicinska bedömningen.

Några mätningar av elektromagnetiska fält vid dubbelspår har ej funnits att tillgå. I vår bedömning har vi endast utgått från mätningar vid enkelspår.

Buller

Exponering

Nationella miljömål och riktvärden för buller

Riksdagen har antagit nationella miljö kvalitetsmål. Ett av de 15 miljö kvalitetsmålen är ”God bebyggd miljö”. Boverket har i samråd med andra myndigheter föreslagit ett antal delmål för god bebyggd miljö, innebärande att bullret ej skall överstiga 55 dB LAeq utomhus vid fasad, 70 dB(A) som max-värde vid uteplats, 30 dB LAeq inomhus samt 45 dB(A) maximalnivå inomhus nattetid där hänsyn även tas till antalet störningsepisoder (Boverket 1999). WHO's riktlinjer för buller inomhus är 35 dB(A) dagtid och 30 dB(A) nattetid. Det motsvarar 45 dB(A) utomhus nattetid med öppet fönster. Man antar ofta att buller inomhus minskar med ca 30 dB(A) vid stängt fönster och 15 dB(A) vid öppet fönster. Det är önskvärt att man kan sova med öppet fönster. För skolsalar dagtid är riktvärdet 35 dB(A) samt för förskolor under dagens sovtid 30 dB(A). Riktvärdet för bedömning av buller inomhus som sanitär olägenhet är 30 dB LAeq samt 35-45 dB(A) som max-nivåer där hänsyn tas till antalet störningsepisoder (Socialstyrelsen 1996).

När det gäller järnvägstrafik får den maximala ljudtrycksnivån inomhus nattetid (45 dBA) föreslås i ett förslag från Naturvårdsverket få överskridas högst tre gånger per natt (Naturvårdsverket 2001). Vidare föreslås att riktvärdet skall gälla i samtliga bostadsrum. Den maximala ljudtrycksnivån på uteplats (55 dBA) föreslås, enligt samma förslag, avse bullervärden där fasadreflexen är inräknad. Cirka en halv miljon människor exponeras för spårtrafikbuller utomhus vid bostaden som överstiger 55 dB LAeq och 650 000 för en maximal ljudtrycksnivå över 70 dB(A) utomhus. Jämförelsevis kan nämnas att cirka 1.5 miljoner personer exponeras för vägtrafikbuller utomhus vid sin bostad som överstiger 55 dB LAeq (Wittmark 1997).

År 1998 beräknades att drygt två miljoner människor i Sverige utsätts för trafikbullernivåer över 55 dB(A) ekvivalentnivå (LAeq) utomhus vid sin bostad (ekvivalentnivå= genomsnittlig bullernivå under en bestämd tidsperiod). Samma år var 840 000 personer utsatta för trafikbuller i bostaden (Socialstyrelsen 2001).

Samhällsbuller kan innebära störning av sömn och vila, försämrad talkommunikation dvs. svårigheter att höra vad andra säger och att lyssna till radio/TV och i telefon. Det kan även medföra försämrad uppmärksamhet - genom att buller maskerar varningssignaler, koncentrationssvårigheter och försämrad inlärning.

I en sammanvägning av ett stort antal enkäter, merparten utländska, har andelen mycket störda skattats till 10 % vid en ekvivalentnivå om 55 dB(A) (utomhus) och cirka 5 % vid 50 dB(A) (dygnsmedelvärden). Det så kallade riktvärdet innebär således inte frånvaro av störning. Vid 65 dB(A) anges andelen mycket störda vara ca 20 % (Berglund 1995). Andelen mycket störda ökar dock i miljöer där bakgrundsnivån i övrigt är låg.

Östergötlands läns landstings befolkningsenkät år 1999 uppger nära 8 % av de svarande att de har svårt att öppna fönstren i bostaden p.g.a. buller utifrån (Landstinget i Östergötland 2000). Det är något fler kvinnor än män som uppger att de är störda. Det skiljer även mellan grupper med olika utbildningsnivå. De med kortare utbildning anser också i högre grad att de är störda än de med ex. högskoleutbildning. Knappt 2 % av östgötarna anger att de har svårt att föra samtal i bostaden p.g.a. buller utifrån. Även här skiljer det som tidigare mellan människor med olika utbildningslängd. Att det är svårt att somna p.g.a. buller utifrån anger något fler än 2 % av dem som svarat på enkäten. Av personerna med förgymnasial utbildning anger 5 % att de har svårt att somna p.g.a. buller utifrån. Det motsvarar 21 000 innevånare i länet. Av de högskoleutbildade anger 2 % att de har svårt att somna p.g.a. buller utifrån. Knappt 3 % av dem som svarade på enkäten anger att de sover oroligt beroende på buller utifrån. Här fanns ingen skillnad när det gäller utbildning hos personerna. Generellt kan man kanske anta att personer med högre utbildning har bättre ekonomisk situation och därför lättare kan välja geografisk plats och typ av boende i högre grad än lågutbildade.

Betydelsen av bullrets sammansättning

För effekter på människors hälsa är det inte endast långtidsmedelvärdet som har betydelse. Minst lika viktigt är antalet bullerhändelser, dvs. episoder med hög bullernivå (Öhrström 1991). Det anses för vägtrafikbuller finnas en hög korrelation mellan medelvärdet och antalet bullerhändelser. Därför kan årsmedelvärdet för ekvivalentnivån vara ett relativt bra mått när det gäller att jämföra olika alternativ, medan en bedömning av antalet störda utifrån (skattat) årsmedelvärde blir osäker.

Om man jämför bullrets sammansättning hos persontåg jämfört med vägtrafiken är tyngdpunkten förskjutet uppåt mot ett maximum vid 1000 och 2000 Hz (Reuterskiöld 1996). Ofta anges bullergenereringen som proportionell mot antal hjulpar. Detta kan delvis förklara varför moderna tåg, trots högre hastigheter, ibland ej ger högre bullernivåer. Vagnlängden på snabbtågen är ofta längre, vilket medför förhållandevis färre hjulpar.

Ett bullermått som enbart baseras på energisummation (t.ex. det vanliga ekvivalentmättet LAeq) är inte tillräckligt för att beskriva bullermiljöerna. Det är som tidigare nämnts lika viktigt att mäta maximalvärden av topparna i ett varierande buller och antalet bullerhändelser. Om bullret innehåller mycket av lågfrekventa komponenter behöver de riktvärden som anges ytterligare sänkas.

Bullernivåer i de olika utbyggnadsalternativen

Nollalternativet. Nollalternativet innebär att bostäder belägna ca 220-280 m från järnvägen, utmed sträckan Norrsten-Fors, har maximala ljudtrycksnivåer kring 75 dB(A) (Tabell 1). I Fors uppgår ljudtrycksnivån till 75 dB(A) ca 180 m från järnvägsspåret. Från Fors in mot Motala centralstation uppgår maximala ljudtrycksnivån till 75 dB(A) vid ca 140-160 m från järnvägen.

Ekvivalenta ljudtrycksnivån uppgår till 60 dB LAeq på ett avstånd av ca 140-160 m från järnvägen på sträckan mellan Norrsten-Fors (Tabell 1). På motsvarande sätt är de ekvivalenta ljudtrycksnivåerna 60 dB LAeq beräknade till ca 90 m från järnvägen i Fors och 60-140 m från spåret utmed sträckan Fors-Motala centralstation.

I nollalternativet bor 465 personer inom 100 m från spåret (Tabell 2), 952 personer inom 200 m från spåret samt 1417 personer inom 300 m från spåret. Flest människor som berörs bor i Fors, på Hantverkargatan samt i området kring Södra skolan (se Figur Bilaga 1).

Utredningsalternativ JA. Utredningsalternativ JA innebär en utbyggnad till dubbelspår på befintlig järnvägssträckning. För att minska bullernivåerna förelås bullerskärmar vid Fors. I utredningsalternativet JA uppgår maximala ljudtrycksnivån 75 dB(A) vid ca 260-320 m från järnvägen utmed sträckan Norrsten-Fors (Tabell 1). Med bullerskärm i Fors minskar avståndet till ca 110 m från järnvägen där de boende har maximala ljudtrycksnivån 75 dB(A). Bullerskärmarna beräknas reducera bullret med 6-8 dB(A). Utöver bullerskärmarna föreslås fönsteråtgärder på ca 15 bostadshus. Lokala skärmar anläggs vid ca 16 hus för att nivåerna skall bli max 55 dB(A) vid uteplats. Från Fors mot Motala centrum minskar avståndet till ca 200 m där maximala ljudtrycksnivån är 75 dB(A).

Vid beräkning av ekvivalentnivåer av buller på 60 dB LAeq uppgår avståndet från järnvägen till de boende till ca 140-200 m utmed sträckan Norrsten-Fors (Tabell 1) samt 120-160 m från Fors mot Centralstationen. Vid Fors är avståndet 60 m.

I JA-alternativet bor 465 personer inom 100 m från spåret (Tabell 2), 952 personer inom 200 m från spåret samt 1417 personer inom 300 m från spåret. Flest människor som berörs bor i Fors, kring Hantverkargatan samt i området kring Södra skolan.

Utredningsalternativet UA5. Utredningsalternativet UA5 medför en sträckning av järnvägen något närmare bostadsområdet än vad som idag är fallet. Bansträckningen UA5 innebär därmed något sämre bullerförhållanden än alternativet JA för de som bor i Fors. Även vid alternativ UA5 föreslås en bullerskärm mellan järnväg och bostadshus i Fors. Utöver detta

föreslås fönsteråtgärder på ca 10 bostadshus samt lokala skärmar vid 10 hus för att dämpa till maxnivåer på 55 dB(A) vid uteplats. Maximal ljudtrycksnivå på 75 dB(A) har beräknats till ca 270-320 m från järnvägen i alternativet UA5 söder om Fors (Tabell 1). I Fors minskar avståndet till ca 140 m. Från Fors mot Motala är avståndet från järnvägen 200-240 m.

Ekvivalentnivån 60 dB LAeq beräknas ca 140-180 m från järnvägen från Norrsten till Fors (tabell 1). I Fors minskar avståndet till ca 60 m och mellan Fors och Motala centralstation är avståndet ca 140-160 m.

I utredningsalternativet UA5 bor 524 personer inom 100 m från spåret (Tabell 2), 947 personer inom 200 m från spåret samt 1389 personer inom 300 m från spåret. Flest människor som berörs bor i Fors, kring Hantverkargatan samt i området kring Södra skolan.

Tabell 1. Tabellen visar minsta avstånd till järnväg där maximala ljudtrycksnivån på 75 dB(A) och ekvivalenta ljudtrycksnivån på 60 dB LAeq överskrids. Ju mindre buller som avges som från järnvägstrafiken desto kortare är avståndet som anges.

Alternativ	Avstånd ¹ till järnväg med beräknad maximal ljudtrycksnivå på 75 dBA			Avstånd ¹ till järnväg med beräknad ekvivalent ljudtrycksnivå på 60 dB LAeq		
	Järnvägssträcka			Järnvägssträcka		
	Norrsten-Fors	Fors	Fors – Centralstation	Norrsten-Fors	Fors	Fors-Centralstation
Noll-alternativ	220-280 m	180 m	140-160 m	140-160 m	90 m	60-140
JA-alternativ	260-320 m	110 m	200 m	140-200 m	60 m	120-160 m
UA5-alternativ	270-320 m	140 m	200-240 m	140-180 m	60 m	140-160 m

¹Avståndet är ungefärligt beräknat eftersom det varierar något utmed sträckan. Avstånden är endast beräknade på den östra-sydöstra sidan av järnvägen. Bullret sprids symmetriskt på bägge sidor i området med undantagsfall för område med vatten där bullret sprids över ett längre avstånd.

Tabell 2. Antalet innevägnare som 1999 var mantalsskrivna på adresser nära anslutning till järnvägssträckningen. I detalj var dessa personer bor framgår av figur i bilaga 1. Uppgifterna är hämtade ur 1999 års befolkningsregister och redovisas med GIS (geografiskt informationssystem).

Avstånd från spåret (meter)	Antal invånare mantalsskrivna år 1999		
	Under 18 år	18 år eller äldre	Totalt
100 (Noll- och JA- Alternativ)	74	391	465
100 (UA5)	88	436	524
200 (Noll- och JA- Alternativ)	189	763	952
200 (UA5)	187	760	947
300 (Noll- och JA- Alternativ)	269	1148	1417
300 (UA5)	269	1126	1389
500 (Noll- och JA- Alternativ)	498	2219	2717
500 (UA5)	495	2216	2711

Hälsokonsekvenser/effekter

Bullers inverkan på människan

Buller kan medföra många olika effekter på människans hälsa (SOU 1993, Berglund 1995, Socialstyrelsen 1996, Berglund 1999). Upplevelsen av bullret beror på typ av buller, bullrets styrka, vilka frekvenser det har samt hur det varierar över tiden. Exponeras man för buller av 85 dB(A) under 8-timmars arbetsdagar i många år kan *hörselskador* uppkomma. Långvarig yrkesexponering för buller förväntas inte ge någon hörsselförsämring vid exponering för 75 dBA ekvivalent ljudtrycksnivå eller lägre räknat för åtta timmar (LAeq,8h). Inte ens en livslång exponering för en ekvivalent ljudtrycksnivå för 24 timmar av högst 70 dB(A) förväntas orsaka någon hörsselförsämring. Utbredningen av bullerorsakad hörsselförsämring beror på värdet av LAeq, antalet år för bullerexponering och den individuella känsligheten. Någon skillnad i känslighet mellan könen föreligger ej.

Det finns även känsliga grupper med ex. hörselnedsättning eller personer med sämre språkförståelse som drabbas (Arlinger 1993). Cirka 10 % av Sveriges befolkning uppskattas ha hörselnedsättning av sådan omfattning att den har social betydelse. Runt 10 % av befolkningen har annat språk än svenska som modermål. I undervisningssituationer kan bakgrundsnyvån ej vara större än 25-30 dB(A) för att tal skall kunna uppfattas på långt avstånd (Öhrström 1993). Om bullret överstiger dessa nivåer försvåras således *inläring*. Talet ligger huvudsakligen i frekvensområdet 100-6000 Hz och viktigast för förmågan att uppfatta och förstå tal är området 300 till 3000 Hz. Buller kan också maskera andra viktiga ljud såsom dörr- och telefonsignaler, brandlarm m.m.

Bakgrundsbuller *maskerar* och förmågan att höra tal på kort avstånd försämras. Redan för bakgrundsbuller vid ca 35 dB(A) maskeras tal på kort avstånd (Berglund 1999). För att det skall vara möjligt att föra ett vanligt samtal inomhus under dagtid bör buller från andra källor inte överskrida 35 dB LAeq (Socialstyrelsen 2001). För skolor och daghem är de kritiska effekterna taluppfattbarhet, läsförståelse och störningsupplevelse. Viktigt är också detta under sovtimmen på daghemmen där buller kan medföra sömnstörningar. För att kunna höra och förstå lärarens tal rekommenderas att bakgrundsnyvån av ljud inte överstiger 35 LAeq under lektionen (Socialstyrelsen 2001). För barn med försämrad hörsel behöver ljudnyvån vara ännu lägre. Utomhus vid skolor och lekplatser rekommenderas att buller från yttre källor inte överstiger 55 dB LAeq.

Sömnstörningar är en av de allvarligaste effekterna av buller. Ostörd sömn är en förutsättning för att människan skall fungera väl fysiologiskt och mentalt. Buller kan orsaka förlängd insomningstid, påverkan på uppvaknandet, förändringar av sömndjupet, höjt blodtryck, ökad hjärt- och pulsfrekvens, sammandragning av de ytliga blodkärlen, ändrad andning och ökat antal kroppsrorelser under sömnen. De primära effekter som just beskrivits kan följas av *efter-effekter* följande dag, vilka kan vara upplevelse av minskad sömnkvalitet, trötthet, nedstämdhet eller olustkänsla samt minskad prestationsförmåga. Risken att man skall vakna ökar med antalet bullerhändelser per natt (Öhrström 1991). Öhrströms studier visar även att sömnkvaliteten blev kraftigt försämrad med ökat antal bullerhändelser per natt.

Exempel på känsliga grupper är sjuka, äldre, skiftarbetare samt personer med sömnstörningar av andra skäl. Ett relativt stor andel av befolkningen, kanske en tredjedel, upplever sig som mer känsliga för buller än andra (Öhrström 1993). För att man skall få en god nattsömn rekommenderas att den ekvivalenta

Ljudtrycksnivån inte överstiger 30 dB(A) för kontinuerligt buller. Bullerhändelser som ger mer än 45 dB(A) rekommenderas att man undviker.

Bullertoppar kan utgöra ett *stressmoment* och orsaka en övergående förändring av blodtryck och hjärtverksamhet. Det finns en liten misstanke om att långvarig exponering för trafikbuller med höga nivåer (över 65-70 LAeq) också ökar risken för *hjärtkärlsjukdom* (Berglund 1995).

Känsliga grupper

Känsliga grupper som främst berörs är 730 barn och 100 anställda på Södra skolan (Tabell 3), som ligger 120 m från järnvägsspåret. Södra skolan kommer att utsättas för buller av maximala ljudtrycksnivåer på minst 75 dB(A) samt ekvivalenta ljudtrycksnivåer över 60 dB LAeq i alternativ JA samt UA5. Nollalternativet ger lägre bullerexponering. Personal (4 st) och barn (20 st) på förskolan Slottsgränd ligger strax bortom den beräknade maximala ljudtrycksnivån på 75 dB(A). Den ligger å andra sidan intill nuvarande riksväg 50 som tillsammans med järnvägsbullret möjligtvis kan vara störande. Övriga *känsliga grupper* (Tabell 3) kommer sannolikt ej att påverkas av järnvägsbuller.

Tabell 3. Tabellen visar en översikt av känsliga grupper såsom elever i skolor, förskolor och sjukhem i järnvägens närhet inom Motala.

Namn	Verksamhet	Avstånd till järnväg	Antal berörda personer
Södra skolan	Grundskola 1-9	120 m	730 barn, 100 anställda
Slottsgränd	Förskola	240 m	20 barn, 4 anställda
Dagbarnvårdare	Familjedaghem	200-800 m	15 barn, 3 anställda
Östra skolan	Grundskola 1-6	420 m	184 barn, 26 anställda
Sjukhemmet Strandvägen	Sjukhem + rehab	260 m	104 vårdtagare, 130 anställda

Bedömning

Uppgifter kring hur många bostäder som utsätts för buller utmed järnvägssträckningen saknas i MKB. Det är därför svårt att beräkna hur många personer som är exponerade för de beräknade ljudtrycksnivåerna i MKB. Om man utgår från *nollalternativet* är 465 personer bosatta inom ett hundra meter från spåret utmed sträckan Norrsten- Motala (Tabell 2). På samma sträcka är 952 personer bosatta inom 200 m och 1417 personer inom 300 m.

Utredningsalternativ JA skiljer sig inte från nollalternativet i detta avseende. I *utredningsalternativ UA5* är 524 personer bosatta inom 100 m från spåret, 947 personer inom 200 m från spåret och 1389 personer är bosatta inom 300 meter från järnvägsspåret. I *utredningsalternativ UA5* är således fler personer bosatta inom 100 m från spåret, jämfört med övriga alternativ. Det beror på att järnvägssträckningen genom Fors skiljer sig från de övriga alternativen.

Utmed sträckan Norrsten-Fors tenderar alternativ JA samt UA5 att ha den största bullerutbredningen. Maximal ljudtrycksnivå på 75 dB(A) kan uppmätas upp till ca 320 m från spåret på denna sträcka för de bägge alternativen. I nollalternativet utbreder sig maximal ljudtrycksnivå av 75 dB(A) ca 220-280 m. På denna sträcka bor emellertid relativt få människor vilket medför att färre är exponerade här än vad som är fallet närmare Motala. När det gäller den ekvivalenta ljudtrycksnivån så skiljer ej bullerutbredningen nämnvärt mellan de tre olika alternativen.

I Fors har JA-alternativet de lägsta bullernivåerna jämfört med nollalternativet och UA5. Maximal ljudtrycksnivå på 75 dB(A) beräknades vara ca 110 m från spåret i jämförelse med ca 140 m för UA5-alternativet och 180 m för nollalternativet. På motsvarande sätt är även JA-alternativet det ur bullersynpunkt mest fördelaktigt där ekvivalentnivå på 60 dB LAeq beräknades till ca 60 m från spåret i både JA- och UA5-alternativen. Nollalternativet beräknades till ca 90 m för en ekvivalent ljudtrycksnivå på 60 dB.

I området mellan Fors och Motala centralstation ger nollalternativet den lägsta bullerutbredningen, där maximal ljudtrycksnivå på 75 dB(A) beräknades till ca 140-160 m från spåret. På motsvarande sätt beräknades ca 200 m för JA-alternativet och 200-240 m för UA5-alternativet. När det gäller den ekvivalenta ljudtrycksnivån på 60 dB LAeq ger även här nollalternativet den lägsta bullerutbredningen (60-140 m) i jämförelse med JA-alternativet (120-160 m) och UA5-alternativet (140-160 m).

Sammanfattningsvis kan sägas för sträckan Norrsten - Fors är bullerutbredningen lägst för nollalternativet beträffande maximal ljudtrycksnivå. Detta beror bl.a. på de lägre hastigheter som tåg i nollalternativet har jämfört med JA och UA5. När det gäller den ekvivalenta ljudtrycksnivån skiljer det ej nämnvärt mellan alternativen.

Genom Fors är JA-alternativet det bästa alternativet följt av UA5 och sist nollalternativet. Detta är troligtvis ett resultat av planerade åtgärder med effektiva bullerskärmar i området.

Från Fors mot Motala centralstation är nollalternativet bäst där utbredningen av buller från JA-alternativet och UA5 är större. Det beror bl.a. på högre hastigheter hos tågen i de utbyggda alternativen. Det saknas även planer för nyinstallerade bullerskärmar i detta område.

Personal och barn på Södra skolan kommer att utsättas för buller av maximala ljudtrycksnivåer på minst 75 dB(A) utomhus samt ekvivalenta ljudtrycksnivåer över 60 dB LAeq i alternativ JA samt UA5.

I undervisningssituationer kan ej bakgrundsnivån vara större än 25-30 dB(A) för att tal skall kunna uppfattas på långt avstånd. Om maximala bullernivåer på 75 dB(A) förekommer utomhus kan man anta att med dämpning från väggar (ca 30 dB) kommer maximala ljudtrycksnivåerna att vara ca 45 dB(A). WHO's riktlinjer för buller inomhus är 35 dB(A) dagtid. Riktvärdet för bedömning av buller inomhus som sanitär olägenhet är 30 dB LAeq samt 35-45 dB(A) som max-nivåer där hänsyn tas till antalet störningsepisoder (Socialstyrelsen 1996).

Utredningsalternativen JA och UA5 innebär högre hastighet för tåg och godsvagnar, vilket genererar högre bullernivåer. I de fall bullerskärmar används ex. i Fors elimineras bullret till nivåer som understiger nollalternativet. I de fall bullerskärmar ej används kommer bullernivåerna att vara högre i JA-alternativen och UA5-alternativen än i nollalternativet. Om bullerskärmar används i området kring Södra skolan kan bullernivåerna minska väsentligt för många boende och för personer som vistas i närliggande lokaler.

Vibrationer

Exponering

Bakgrund samt riktvärden

Vibrationer uppkommer där dynamiska krafter är i rörelse. Oftast förknippar man uppkomsten av vibrationer med handhållna maskiner som kan orsaka hälsoeffekter som vita fingrar, nervkompressionssyndrom, nedsatt känslighet i handens sinnesorgan eller skelettförändringar. Även andra sorters aktivitet kan ge upphov till ovälkomna svängningar t.ex. rörelser i golv eller mark från tunga maskiner eller fordon. En person som sitter, står eller ligger på ett vibrerande underlag, utsätts för *helkroppsvibrationer*. Det är en vanlig exponering i arbetslivet, t.ex. i entreprenadfordon, skogsmaskiner, traktorer, bussar, tåg, flygplan och fartyg, men även i arbetslokaler, där golvet sätts i gungning av någon yttre eller inre vibrationskälla. Människan anses ur mekanisk synpunkt vara mest känslig för helkroppsvibrationer i frekvensområdet mellan 0.5 och 20 Hz (Ekenvall 1991). Inom detta område återfinns i allmänhet också de högsta vibrationsnivåerna som en människa utsätts för i sitt arbete. Ofta är vibrationerna i den vertikala riktningen högre än i de horisontella riktningarna, vilket inte behöver betyda att vertikala vibrationer är allvarligast ur besvärssynpunkt.

Riktvärden för buller (Naturvårdsverket 2001, 1997) gäller under förutsättning att vibrationerna i området understiger 0.5 mm/s (vägt RMS-värde). Detta beror på att individer har svårt att särskilja vad som orsakar själva störningen. Om man skall vara säker på att skyddseffekter blir effektiva bör man därför vara uppmärksam på att vibrationer inte påverkar störningsbilden. Vid kraftiga vibrationer >1.0 mm/s (vägt RMS-värde) bör vibrationsåtgärder i första hand vidtas för att sedan bedöma behovet av bullerskyddsåtgärder.

Hälsokonsekvenser/effekter

Vibrationers inverkan på människan

Skakningar och vibrationer i byggnader kan upplevas som störande. När vi utsätts för helkroppsvibrationer leder detta till att vi medvetet eller omedvetet drar ihop vår muskulatur vilket påverkar vår puls, blodtryck, balans, andning och trötthet (Arbetslivsinstitutet 2002). Helkroppsvibrationer kan också ge besvär i form av huvudvärk, yrsel, illamående, svettning och synproblem. Besvären kan förklaras av att vibrationerna förs upp till huvudet och påverkar balans och syn. Vibrationer i till exempel fordon kan också verka sövande och minska uppmärksamheten, vilket kan utgöra en olycksrisk. Vibrationer kan därmed försämra vår prestation. Oregelbundna svängningar har en motsatt effekt.

En studie från Göteborg visar också att tågbuller upplevdes som mer störande i områden med samtidig förekomst av buller och vibrationer (Öhrström 1995). Detta beror sannolikt på svårigheter för individen att särskilja buller från vibrationer, vilket leder till att störningen av buller accentueras. I Göteborgsstudien upplevdes vibrationerna generellt som minst lika störande som buller upp till ca 200 m från järnvägen. Skillnaden i störning av buller mellan områden med respektive utan vibrationer vid lika antal tåg per dygn motsvarar ungefär 10 dB(A), dvs. för lika störningsutbredning erfordras 10 dB(A) lägre bullernivå i områden där tågtrafiken också ger upphov till kraftiga vibrationer. I områden utan vibrationer ökar störningen med ökat antal tåg per dygn. Störningsutbredningen i områden med vibrationer är inte relaterad till antal tåg utan snarare till vibrationsnivå. Vid lika Leq-nivå i vibrationsområden är störningen av buller högre i ett område med 20 tåg per dygn, än i ett

område med 160 tåg per dygn. Detta beror på förekomsten av höga maximala bullernivåer och kraftiga vibrationer nära järnvägen. I områden med kraftiga vibrationer är man inte bara mer störd, utan också betydligt oftare störd av tågtrafik än i områden utan vibrationer. Störningar förekommer oftare kvälls- nattetid samt under sommaren. Godstågen anges som mest störande ur buller och vibrationssynpunkt av samtliga tågtyper. Studien visar att buller tillsammans med kraftiga vibrationer från tåg upplevs en bullerbelastning på 50 LAeq lika störande som 55 LAeq där inga vibrationer förekommer. Motsvarande skillnad finner man för maxvärden där 70 dB(A)max tillsammans med vibrationer är lika störande som 80 dB(A)max där inga vibrationer förekommer. I studien definierades kraftiga vibrationer som > 2mm/s (> 1.4 mm/s RMS-värde) och svaga eller inga vibrationer motsvarade < 1 mm/s (RMS<0.7). En signifikant sämre sömnkvalitet förelåg i områden med vibrationer där sovrumsfönster vette ut mot järnvägen och dB(A) max-nivån översteg 80 dB(A), enligt Öhrström (1995).

Bedömning

Vibrationer tillsammans med buller ökar störningsnivån hos utsatta personer. Mätningar har utförts utmed järnvägen i 12 punkter som samtliga utom en mätpunkt underskrider 0.4 mm/s, vilket är Banverkets och Naturvårdsverkets planeringsmål eller nivå för övervägande av åtgärder vid väsentlig ombyggnad.

I en mätpunkt, Fålehagen 1:1 uppmättes vibrationerna till 0.4 mm/s, det värde som anges i Banverkets policy för övervägande av åtgärd.

Sammantaget visar inte vibrationsmätningarna att det skulle bli några störningar eller hälsoeffekter vid utbyggnaden utan i något enstaka fall, där åtgärder bör sättas in. Vibrationer förstärker störningsnivån för buller och det är därför angeläget att åtgärda bostäder där vibrationerna överstiger 0.4 mm/s.

Elektromagnetiska fält

Exponering

Bakgrund

I Sverige används enfas växelström med frekvensen $16^{2/3}$ Hertz (Hz) för framdrift av elektriska tåg (Banverket 1994). Kring varje slag av elledning skapas såväl elektriska som magnetiska fält. Den elektriska fältstyrkan mäts i enheten Volt per meter (V/m), medan det magnetiska fältet karakteriseras av både magnetisk fältstyrka och magnetisk flödestäthet. Magnetisk fältstyrka mäts i enheten ampère per meter (A/m) och den magnetiska flödestätheten anges i enheten Tesla, eller vanligen i miljondels Tesla (μT). Till skillnad mot de elektriska fälten är de magnetiska fälten svårare att skärma av genom plank, vallar, hus etc. Det magnetiska fältet avtar proportionellt med avståndet från elledningen.

Mätningar har gjorts på en meters höjd över markytan utmed järnvägsspår ($16^{2/3}$ Hz, 290A). De har visat avtagande magnetfält från 0,7 μT på 20 meters avstånd, 0,2 μT på 40 meters avstånd, 0,1 μT på 60 meters avstånd till 0,01 μT på 300 meters avstånd (Brune D 2001). Vanligen utsätter vi oss dagligen för magnetfält i storleksordningen 0,01-0,1 μT via olika elektriska apparater i vår närhet där det nedre området motsvarar nivåer på landsbygden och det övre delen av intervallet är representativt för storstäder. Det finns vissa yrkesgrupper som utsätts för betydligt högre magnetfält, mest extremt är lokförare där mätningar i olika loktyper visat på dagliga genomsnittsvärden på 2-15 μT .

Exponering vid utbyggnad

Nollalternativet. En GIS-kartläggning av antalet invånare som är mantalsskrivna på olika avstånd från den befintliga järnvägen i det aktuella banavsnittet visar att 284 invånare bor 0-60 meter från järnvägsspåret. Utifrån litteraturuppgifter kan magnetfält överstigande $0,1 \mu\text{T}$ uppstå på en meters höjd över marken 0-60 meter från järnvägsspåret. Magnetfältet ökar snabbt ju närmare spåret man befinner sig upp till flera tiotals μT rakt under kontaktledningarna. Antal invånare mellan 60 och 300 meter avstånd uppgår till 1133 stycken och utsätts för magnetfält på $0,1-0,01 \mu\text{T}$. På längre avstånd än 300 meter kommer magnetfälten understiga den s.k. bakgrundsniån. På 100-300 meters avstånd från spåret finns en skola, en förskola och ett sjukhem med sammanlagt 750 barn, 104 vårdtagare och 234 anställd personal (Tabell 3). Det har inte gått att få fram uppgifter på hur många förutom den angivna personalen som har sin arbetsplats 0-300 m från järnvägsspåret. En del av de boende nära järnvägen lär ha sina arbetsplatser utanför 300 meters zonen liksom att en del boende utanför denna gräns arbetar innanför densamma. De av järnvägsledningarna alstrade magnetfälten motiverar inte att en noggrannare kartläggning görs över vistelsetid i bostaden eller antalet arbetsplatser i området.

Utredningsalternativ JA. Exponeringen för magnetfält vid dubbelspår och två separata kontaktledningar är betydligt svårare att uppskatta eftersom magnetfälten från två ledningstrådar påverkar varandra. Mätningar av magnetfält invid dubbelspår har ej varit tillgängliga via Banverket eller annorstädes och det är oklart ifall magnetfälten vid dubbelspår delvis kan förstärka eller delvis kan utsläcka varandra. För en kvantitativ exponeringsbedömning av magnetfältsexponeringen i JA-alternativet bör Banverket göra en kompletterande mätning utmed ett existerande dubbelspår och som är representativt för det nu aktuella. Det är därmed omöjligt att bedöma antalet personer exponerade för magnetfält över bakgrundsvärdet $0,01 \mu\text{T}$. Dubbelspårsalternativet kan därmed innebära att antalet exponerade personer både kan överstiga som understiga antalet personer i nollalternativet på 1417 personer med exponering över $0,01 \mu\text{T}$. Samma osäkerhet råder angående antal exponerade personer på skolor, sjukhem och för arbetande i området.

Utredningsalternativ UA5. Svårigheterna med exponeringskartläggningen är motsvarande de som gäller utredningsalternativ JA. I det fall magnetfälten skulle bli desamma för enkelspår som dubbelspår (vilket det alltså inte finns några uppgifter om) kommer 1389 personer vara mantalsskrivna i en korridor på 300 meter på ömse sidor av järnvägen och därmed utsättas för magnetfält överstigande $0,01 \mu\text{T}$. Antalet boende inom 300 meter från järnvägen blir alltså detsamma i nollalternativet som i UA5. Samma osäkerhet som i JA-alternativet råder angående antal exponerade personer på skolor, sjukhem och för arbetande i området.

Hälsokonsekvenser

Elektromagnetiska fält i de nivåer som här är aktuella kan inte förnimmas av något av våra fem sinnen. Ett flertal olika hälsoeffekter är beskrivna av lågfrekventa elektriska och magnetiska fält. Främst har sambandet för leukemi och hjärntumör undersökts med epidemiologiska metoder. Samstämmigheten i studierna är större när det gäller leukemi med ungefär fördubblade risker vid exponeringar såväl i hemmiljö som yrkesexponeringar över $0,2 \mu\text{T}$ (World Health Organisation, International Agency for Research on Cancer 2002). För hjärntumörer däremot ter sig resultaten av de epidemiologiska studierna vara tydligast för barn med i storleksordningen dubblad risk vid exponering i hemmen för $0,2 \mu\text{T}$. För bröstcancer och andra cancerslag är riskförhöjningarna i de epidemiologiska studierna lägre

och motstridiga. I djurexperimentella studier har man inte kunnat reproducera de epidemiologiska fynden och det är därmed oklart hur en eventuell carcinogen mekanism av de elektromagnetiska fälten ska kunna förklaras. Man kan enligt IARC ännu så länge inte utesluta att de funna resultaten kan bortförklaras av andra faktorer än de elektromagnetiska fälten. Den sammanfattande bedömningen blir därför att extremt lågfrekventa elektromagnetiska fält (3-3 000 Hz) *möjligen* kan vara carcinogen för människa (grupp 2B). Enligt IARCs klassificering tillhör carcinogener grupp 1, medan ämnen i grupp 2A är *sannolikt* carcinogena och ämnen i grupp 2B är möjliga carcinogener.

Elektromagnetiska fält i nivåer från 0,2 µT och däröver har i några studier förknippats med ökad risk för spontanabort hos människa, men resultaten är inte entydiga. Inte heller här har djurförsök med exponering under kontrollerade former visat vare sig ge ökad abortförekomst eller missbildningar av avkomman. Vetenskapliga data är idag otillräckliga för att bedöma om elektromagnetiska strålning i de aktuella nivåerna har någon effekt på immunsystemet, hormonnivåer hos människa, kognitiva effekter eller om den påverkar på hjärtkärlsystemet.

Bedömning

Leukemi är en ovanlig sjukdom och det finns flera typer av leukemi. I Östergötland är lymfatisk leukemi vanligast. År 2000 inträffade för män 8,7 fall per 100 000 invånare och för kvinnor 6,5 fall per 100 000 invånare (Socialstyrelsen 2002). För hjärntumörer var motsvarande siffra 11,2 respektive 16,4 fall per 100 000 invånare. Cancer är ännu ovanligare hos barn, men de vanligaste cancerformerna hos barn i Sverige är lymfatisk leukemi med 3,5 fall per 100 000 invånare för såväl pojkar som flickor och hjärntumörer där 3,7 pojkar per 100 000 invånare och 2,2 flickor per 100 000 insjuknade år 2000. Det finns i dagsläget ingen möjlighet att i förväg och i detalj avgöra vilka känsliga grupper som kan tänkas finnas, än mindre finns det möjlighet att kvantifiera risken, för att insjukna i leukemi eller hjärntumör, för den enskilda individen. Man kan enbart beräkna den statistiska risken i olika åldersgrupper.

Det finns alltså en vetenskaplig osäkerhet huruvida lågfrekventa magnetfält kan orsaka cancer. Om så vore fallet kan följande resonemang föras rörande lymfatisk leukemi och hjärntumörer. Dessa två hälsoeffekter är de som, enligt litteraturen, tydligast visat sig kunna ha ett samband med exponering för magnetfält. Följande bedömning bygger därför på att:

1. lymfatisk leukemi och hjärntumörer är sällsynta tumörformer,
2. magnetfälten på upp till 300 meters avstånd från järnvägen på sin höjd uppgår till dubbla bakgrundsniån,
3. att riskförhöjningarna i de vetenskapliga studierna för de båda cancerslagen visats vara måttliga och
4. att befolkningen inklusive barn i Motala motsvarar populationen i Östergötland som helhet.

Under dessa förutsättningar kommer inte något av järnvägsalternativen genom Motala innebära att det går att detektera en eventuell ökning av antalet fall av lymfatisk leukemi eller hjärntumörer utöver den slumpmässiga variation som alltid sker över tid vid sällsynta händelser. Vad gäller övriga cancerslag och andra hälsoeffekter är sambanden med lågfrekventa elektromagnetiska fält så osäkra att de inte kan anses meningsfullt att försöka kvantifiera en eventuell effekt på de kringboende och de arbetande invid den aktuella järnvägssträckningen.

Transport av farligt gods

Exponering

Bakgrund

För att förebygga och begränsa följderna vid allvarliga olyckshändelser där farliga ämnen ingår tillämpas i Sverige Räddningsverkets föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg RID-S, SRVFS 2001:2. Hälsokonsekvenserna vid en olycka med farligt gods på järnväg beror på en rad olika faktorer. Storleken av ett utläckage och vilken typ av ämne som läckt ut har givetvis betydelse, men även faktorer såsom väder och vindriktning samt möjlighet att snabbt larma/evakuera mm. är avgörande för en eventuell uppkomst av personskada. Vid exempelvis en brand löper personer i den direkta närheten till olyckan störst risk att skadas medan vid explosioner kan personer flera hundra meter från olycksplatsen skadas. Vid utläckage av en vätska eller gas kan personer komma till skada på ännu längre avstånd. Effekterna av en olycka kan visa sig i form av akuta och/eller bestående skador.

Ämnen som transporteras

I Sverige är farligt gods som transporteras på järnväg indelat i olika klasser. Varje klass har en varningssymbol och för att underlätta identifiering av innehållet vid en eventuell olycka är alla järnvägsvagnar som transporterar farligt gods märkta med någon av symbolerna. I Tabell 4 presenteras klassificeringen av farligt gods. I samma Tabell ges också exempel på cirkulärt riskområde för ämnesklasserna enligt Brandskyddsföreningen.

Tabell 4. Klassning av farligt gods exempel på ämnen i de olika grupperna samt cirkulärt riskområde.

Ämnesklass	Exempel på ämnen	Cirkulärt riskområde (m)*	
1	Explosiva ämnen och föremål:		
1.1	Explosiva ämnen med massexploderande följder	nitroglycerin och ammoniumperklorat	
1.2	Explosiva ämnen med kastrisk	granater och raketer med sprängkraft	
1.3	Explosiva ämnen med brandrisk	brand- och rökammunition	100
1.4	Explosiva ämnen med obetydlig explosionsrisk	ammunition till handeldvapen samt elsprängkapslar	50
1.5	Mycket okänsliga explosiva ämnen	civila sprängämnen	50
1.6	Extremt okänsliga explosiva ämnen		50
2	Gaser	gasol, koldioxid, svaveldioxid och klor	50-3000
3	Brandfarliga vätskor	bensin, diesel och aceton	50-100
4.1	Brandfarliga fasta ämnen	svavel och röd fosfor	50-300
4.2	Självantändande ämnen.	gul och vit fosfor	50-300
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarliga gaser i kontakt med vatten	natrium och kalciumkarbid	50-300
5.1	Oxiderande ämnen	väteperoxid och natriumklorat	50-300
5.2	Organiska peroxider	Lauroylperoxid	50-300
6.1	Giftiga ämnen	cyanväte och arsenik	50-300
6.2	Smittförande ämnen	hudar och senor	50-100
7	Radioaktiva ämnen	cesium-137	50
8	Frätande ämnen	saltsyra och lut	50-300
9	Övriga farliga ämnen och föremål	asbest och litiumbatterier	50-300

*Enligt Svensk Brandskyddsförening. Avser inre avspärning (riskområde). Gentemot allmänheten (Yttre avspärning) gäller 1,5 – 2 gångers större avstånd.

Genom Motala passerar årligen cirka 10 000 godståg som transporterar en sammanlagd godsmängd av cirka sex miljoner ton. Flödet av farligt gods utgör ca 5 % av det totala godsflödet och uppgick år 2000 till ca. 264 000 ton enligt SJ Cargo (2000). År 2010 bedöms sträckan trafikeras av drygt 14 000 godståg per år. I nedanstående Tabell 5 listas de 20 ämnen som fraktades i störst omfattning på den aktuella sträckan år 2000. Merparten farligt gods utgörs av vätskor varav väteperoxid- och ammoniaklösningar utgör de två största enskilda ämnena.

Tabell 5. De 20 ämnen som fraktas i störst omfattning på sträckan (SJ Cargo, 2000).

Ämne	Antal vagnar/år	Total vikt (ton/år)	Cirkulärt Riskområde (m)
Väteperoxid, vattenlösningar	660	35508,0	50-300
Ammoniak, vattenfri	672	27283,2	50-3000
Kalciumkarbid	354	15186,6	50-300
Acetaldehyd	270	15174,0	50-100
Klorvätesyra (saltsyra)	246	13407,0	50-300
Salpetersyra, med >70% ren syra/≤ 70% ren syra	240	13008,0	50-300
Syre, kyld vätska	510	12444,0	50-3000
Kväve, kyld vätska	522	11953,8	50-3000
Svavelsyra, >51% syra	168	9996,0	50-300
Svaveldioxid	174	9483,0	50-3000
Ammoniumnitrat	186	8463,0	50-300
Natriumklorat	156	6271,2	50-300
Cyanidlösningar, n.o.s.	90	5751,0	50-300
Etylenoxid med kväve	84	4914,0	50-3000
Styren, inhibierad	72	4240,8	50-100
Batterier, våta, fyllda m syra, för lagring av elektricitet	336	4200,0	50-300
Kaliumnitrat	66	4131,6	50-300
1,-3-butadien(och kolväteblandningar), inhiberad	72	3960,0	50-3000
Koldisulfid	84	3687,6	50-100
Etylklorid	60	3312,0	50-3000
Miljöfarliga ämnen, flytande, n.o.s.	114	3260,4	50-300

*Vikten kemikalier i en järnvägsvagn varierar mellan ca. 20 och 60 ton.

Vilken är risken för att en olycka ska inträffa?

Risken för en järnvägsolycka med utläckage av ämnen som skadar befolkningen i omgivningen är mycket liten. När en riskanalys görs måste flera faktorer tas med i beräkningen. Exempel på sådana är antalet tåg som trafikerar sträckan i fråga, mängden- och typen av gods som transporteras, antalet plankorsningar, brokonstruktioner, berggrundens beskaffenhet mm. För den nu aktuella järnvägssträckan har ingen riskanalys utförts. En riskbedömning har däremot gjorts för järnvägssträckningen förbi Högbymon söder om Motala. Beräkningarna gjordes alltså på en sydligare del av bansträckningen Hallsberg - Mjölby med samma trafik- och godsmängd som den som idag passerar Motala. Resultatet blev att periodlängden för urspåringsolyckor beräknades till cirka 140 år. För olyckskategorin ”urspårning av tankvagn med farligtgodsvätska” beräknades periodlängd till cirka 2000 år. Då endast var fjärde olycka resulterar i ett utläckage av ”farligtgodsvätska” blir periodlängden i detta fall 8000 år (Mark & Vatteningenjörerna AB 2002).

Vilka vistas/bor i området närmast järnvägen?

I Motala tätort bor cirka 30 000 personer. Inom ett avstånd på 500 meter från spåret bor drygt 2700 personer. Som framgår av Tabell 2 föreligger inga nämnvärda skillnader vad avser antalet boende intill spåret vid en jämförelse av Noll- och JA-alternativen respektive UA5-alternativet.

De skolor, daghem och sjukhem som är belägna närmare än 500 meter från spåret finns angivna i Tabell 3. Inom 500 meter finns vidare flera vårdbostäder, äldreboende, gruppboende, resursboende osv. De skolor, förskolor mm som är belägna på ett avstånd som överstiger 500 meter finns listade i Tabell 6.

Tabell 6. Skolor, förskolor mm belägna på ett avstånd från spåret som är större än 500 meter inom Motala tätort.

Namn	Verksamhet	Avstånd till järnväg	Antal berörda personer
Förskola Kärrbacken	Förskola	780 m	40 barn, 11 anställda
Förskolan Götgatan	Förskola	800 m	20 barn, 5 anställda
Zederlundsskolan	Grundskola, 7-9	860 m	432 barn, 50 anställda
Norra skolan	Grundskola, f-6	1100 m	350 barn, 40 anställda
Förskolan Krubban	Förskola	820 m	20 barn, 5 anställda
Förskolan Trollsländan	Förskola	1100 m	60 barn, 13 anställda
Förskolan Mossen	Förskola	1200 m	60 barn, 14 anställda
Mossensskolan	Grundskola, f-3	1200 m	115 barn, 25 anställda

Som framgår av Figur i Bilaga 1 bor ett stort antal personer i området runt Centralstationen och i den del av tätorten som ligger öster om Södra skolan. Söder om Motalaviken finns längs spåret även ett antal företag belägna.

Hälsokonsekvenser

Riskbedömning och eventuell inverkan på människor

På den aktuella sträckan transporteras flera olika potentiellt hälsovådliga, brandfarliga och explosiva ämnen såsom svavelsyra, klorgas, formaldehyd, ammoniak och gasol. Risken för en olycka där farligt gods läcker ut torde dock vara liten men sådana olyckor kan få mycket allvarliga hälsokonsekvenser på människor i omgivningen.

Den förhärskande vindriktningen i Motala är västlig. Vid ett läckage av giftiga gaser är det därför mera sannolikt att personer som bor/vistas öster om spåret kommer att utsättas för de högsta halterna.

Sträckningen av spåren vid JA- respektive UA5- alternativen skiljer sig endast i mellan Fors och Södra Freberga. För personer som vistas i de centrala delarna av Motala finns därför inga skillnader i riskerna för personskador i händelse av läckage av farligt gods vid en olycka. Det finns olika förslag till ombyggnad av bangården vid Centralstationen och de olika alternativen medför att nya broar måste byggas. Några stora skillnader mellan de olika bangårdsalternativen finns ej. Detta innebär att det heller inte finnas några avgörande skillnader i risker för att människor kommer till skada i händelse av olycka med utläckage av farligt gods.

För sträckningen av spåret mellan Fors och Södra Freberga finns skillnader mellan de olika alternativen. I JA-alternativet byggs ett nytt spår i direkt anslutning till nu befintliga medan man i UA5-alternativet föreslagit att ett nytt dubbelspår byggs ca 100 meter öster om den

nuvarande dragningen. Några skillnader i risker för att människor skulle komma till skada i händelse av olycka med utläckage av farligt gods torde inte finnas mellan JA- och UA5-alternativen.

Bedömning

Antal personer som blir exponerade vid ett utsläpp är lika i JA och UA5- alternativen. Risken för att en olycka med farligt gods ska inträffa är liten och den torde vara lika sannolik vid JA och UA5- alternativen. Några skillnader mellan alternativen när det gäller risken att befolkningen ska skadas vid utsläpp finns därför ej. Det finns olika förslag på omfattande ombyggnad av bangården vid centralstationen samt nybyggnation av broar över Motala ström och Göta kanal. Det går i dagsläget dock inte att bedöma att något av dessa alternativ skulle medföra större risker för utsläpp av farligt gods än något annat.

Luftföroreningar

Exponering

Nationella miljö kvalitetsmål och lokalt miljömål i Motala

Ett av Riksdagens fastlagda miljö kvalitetsmål är ”Frisk luft”. Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas. Miljö kvalitetsmålet innebär att: halterna av luftföroreningar inte bör överskrida fastställda lågrisknivåer för cancer, överkänslighet och allergi eller för sjukdomar i luftvägarna. Lufthalterna av marknära ozon bör inte överskrida fastställda gränsvärden, för att hindra skador på människors hälsa, djur, växter, kulturvärden eller material. Målet bör nås inom en generation (Socialstyrelsen 1999). Ett av delmålen är att ”Utsläppen av kväveoxider från transporter i Sverige bör ha minskat med minst 40 % till år 2005 från 1995 års nivå.” Det finns ett behov av transportförändringar med bl.a. förbättrad kollektivtrafik och att godstransporterna förs över till spårbunden trafik. Vägtrafiken bidrar till stor del med luftföroreningar (Socialstyrelsen 1999, Staxler 2001).

Motala kommuns miljömål är att begränsa luftutsläppen ytterligare (Motala kommun 1998). Utbyggnad av järnvägen är ett av åtgärderna för att få fler människor att pendla med tåg och transportera gods.

Exponering vid utbyggnad

Motala ingår i URBAN-mättnätet, vilket innebär att det genomförs mätningar sedan 1986 av svaveldioxid, sot, kvävedioxid och flyktiga organiska ämnen (bl.a. bensen). Provpunkterna är placerade så att bakgrundshalterna visas utan direkt inverkan av vägtrafik. Halterna av kvävedioxid och svaveldioxid har minskat sedan mätningarna på börjades medan halterna av sot och bensen kvarstår. Sammantaget är bakgrundshalterna låga i förhållande till övriga kommuner som ingår i URBAN-mättnätet (Motala kommun 2000).

Tågtransport tillför inte mycket luftföroreningar p.g.a. att emissionerna från tåg är mycket små och svarar för endast 1 % av den totala transportsektorns utsläpp till luft enligt Banverket. Banan är elektrifierad. Ev. finns några diesellok som transporterar gods i nollalternativet.

Nollalternativ. Vid nollalternativ måste andra alternativa transportslag finnas för ökad godstransportsbehov. Ökade luftföroreningar som följd om mer gods måste transporteras via lastbil. Bl.a. ökar utsläppen av kväveoxider och kolmonoxid. Emissionsfaktorn för

kväveoxider för tunga fordon är 10 gånger högre och för kolmonoxid knappt 2 gånger högre än för lätta fordon (Johansson 1996).

Utredningsalternativen JA och UA5. Båda alternativen verkar för minskade luftutsläpp.

I utbyggnadsskedet torde dock arbets- och transportfordon orsaka dammspridning, som kan ge en tillfällig ökning av exponering av dammpartiklar i luftvägarna hos befolkningen.

Hälsokonsekvenser/effekter

Luftföroreningars inverkan på människan

Människan exponeras av luftföroreningar främst via luftvägarna men även via indirekta vägar. Luftföroreningar kan deponeras i mark eller vatten och sedan via olika transportvägar och tidsfördröjningar nå människan via födan eller dricksvattnet. Effekter på människan via andningsvägarna kan vara lindriga och övergående men även ge svårare luftvägssjukdomar. Olika föroreningar påverkar människor på olika sätt. Luftföroreningarna består oftast av blandningar av exempelvis kväveoxider, oförbrända kolväten, koldioxid, ozon m.fl. vilket försvårar riskbedömningar (Jarnlo 1999, Staxler 2001, Socialstyrelsen 2001). Personer med astma, barn, hjärt- och kärlsjuka, äldre och personer med nedsatt lungkapacitet är grupper i befolkningen som är speciellt känsliga för luftföroreningar (Hagström 1996, Jarnlo 1999, Staxler 2001, Socialstyrelsen 2001).

Då luftutsläppen från eldrivna tåg är liten fördjupar vi oss inte i hälsokonsekvenser orsakade av luftföroreningar. Vid nollalternativet krävs alternativa transportformer för att klara det ökande behovet av godstrafik t.ex. med lastbil. Detta medför sannolikt ett ökat utsläpp av luftföroreningar men effekterna av dessa tas ej upp i denna miljömedicinska bedömning.

Vid byggnationen av järnvägen förekommer dammspridning utomhus under en begränsad tid, vilket medför att känsliga individer såsom personer med astma tillfälligt kan få försämrad lungfunktion.

Bedömning

Luftföroreningar i Motala är inte ett stort problem men kommunen strävar ändå mot att förbättra luftkvaliteten. En utbyggnad till dubbelspår kan bidra till detta och att miljömålet ”Frisk luft” uppfylls och att hälsoeffekterna på människor kan minska på lång sikt.

Under byggtiden ökar luftföroreningarna, däribland dammspridning från transport- och byggfordon. För att minimera spridningen kan åtgärder vidtas. Enligt MKB kan dammskydd anläggas längs arbetsvägar och arbetsplatser. Om åtgärder vidtas minimeras risken för att känsliga personer, personer med astma och med nedsatt lungfunktion får hälsoproblem.

Förorenad mark

Exponering

Bakgrund

Gamla banvallar förknippas ofta med förorenad mark, beroende på trafikering av både ånglok och diesellok i över 100 års tid. Föroreningar i form av bl.a. aromatiska kolväten (PAH), tungmetaller och olja kommer sannolikt från spill av olja, dieselolja och smörjfett, läckage

från arsenik- och kreosotimpregnerade slipers, samt rester från ogräsbekämpningsmedel (Bruch 2002). Vid byggnation riskerar kemikalier och tungmetaller att spridas vidare genom grävarbeten, som möjliggör att föroreningarna, bundna till jord- och sandpartiklar frigörs ur marken och till slut når ytvatten och grundvatten. I ytvatten sprids föroreningar mycket lättare än genom marken. Finkorniga jordar har större adsorptionsförmåga och kan lättare binda till sig kemikalier och tungmetaller. Banvallar saknar finkorniga jordlager vilket medför låg adsorptionsförmåga och hög vattenledande förmåga (Naturvårdsverket 1997). Det är därför inte osannolikt att föroreningarna kan vandra nedåt i marken och till slut nå grundvatten och vidare ut i närliggande sjöar.

Föroreningarna i mark förekommer ofta i komplexa blandningar och flera mikrobiologiska processer medverkar som kan förändra föroreningarnas form och dess biotillgänglighet (förmågan av ett ämne att tas upp i levande vävnad), vilket bidrar till att exponeringssituationen kan vara olika för samma ämne i naturen (Socialstyrelsen 2001). Detta medför att riskbedömningen av ett ämnes toxicitet för växter, djur och människor försvåras. Om ett ämne är toxiskt för växter behöver det inte vara toxiskt för människan. Biotillgänglighet och dos har även betydelse för ämnets toxiska verkan på individen.

Användning och spridning av ogräsbekämpningsmedel

Vilka ogräsbekämpningsmedel som användes tidigare har vi ej uppgift på. Dock användes fenoxysyror för bekämpning av sly före 1975 (Bruch 200). Användningens omfattning är oklart. Banverket har på senare år börjat använda de miljövänligare ogräsbekämpningsmedlen Roundup Bio och Arsenal som har glyfosfat respektive imazapyr som aktiv substans. Medlen tränger ner ca 20-30 cm ner i banvallen och är nästan helt nedbrutna till ofarliga substanser inom ett år. Halveringstiden är 2-6 månader. Från våren 2001 använder Banverket produktion ett specialbyggt tåg som är utrustat med ett system så att bekämpningsmedlet kommer på exakt avsedd plats. På bangårdar, stationsområden, vid vattenskyddsområden och andra speciellt känsliga områden stryks ogräsbekämpningsmedlen direkt på ogräset. Ingen besprutning sker vid regn eller kraftig blåst. Därmed minskas risken för spridning av kemikalierna (Banverket 2001).

Exponering vid utbyggnad

Motala kommuns inventering av förorenad mark visar att det troligen finns förorenad mark inom fastigheten Laxen 8 och Södra Allén där det bedrivs hantering av oljehaltigt avfall och bilbatterier. Väster om vägen mot bågskyttebanan inom Fålehagen 1:1 finns en äldre soptipp för hushållsavfall. Ingen av utredningsalternativen kommer att gå genom dessa tomter.

Inga provtagningar är utförda vid aktuell sträcka, men vi får anta att förhållandena är de samma för banvallen i Motala – Norrsten som för banvallen vid Höbymon vattentäkt mellan Skänninge och Mjölby, där Mark & Vatteningenjörerna AB har gjort provtagningar i december 1999 och mars 2000. Deras provtagningar visade att underballasten (sand under makadamen) i de översta 5 cm generellt har högre halter av tungmetaller än det undre skiktet, ner till 40-50 cm. Tungmetallhalterna understeg riktvärdet för känslig mark och det humantoxikologiska riktvärdet. Inga spår hittades av fenoxysyror som användes för bekämpning av sly före 1975 (Bruch 2000).

Polycykliska aromatiska kolväteföreningar (PAH) finns i kreosot, olje- och smörjrester (Bernes 1998, Hansson & Hellsten 1994). Anrikning av carcinogena PAH har skett i översta delen av underballasten (0-5 cm) där riktvärdet för känslig mark överstigs men ej riktvärdet för mindre känslig mark och det humantoxikologiska riktvärdet. Halterna avtar nedåt i

markprofilen i den undre delen av underballasten, vilket tyder på att de stora carcinogena PAH-molekylerna har liten rörlighet i marken (Bruch 2000). Detsamma gäller för tungmetallerna. Trots att grundvattennivån är nära markytan i bl.a. Fålehagen (MKB 2000) är sannolikheten inte så stor att människor ska påverkas av föroreningarna. Inga kända brunnar finns i området.

Mark & Vatteningenjörens undersökningar tyder på att föroreningarna trots allt ligger kvar i den övre delen av makadamen och ballasten. En bidragande orsak kan vara att makadamen är mycket oregelbunden i formen och på det viset får större vidhäftningsyta, samt att utrymmet mellan makadammen består av mycket finstrukturerad sandjord, vilket bidrar till att en del av föroreningarna binds. Banvallen har även trafikerats av många tunga lok, vilket medfört att banvallens material är mycket hårt packad. Detta kan förhindra genomsläppligheten för vatten som fungerar som transportör av föroreningarna.

Nollalternativet. Ingen förändring jämfört med nuvarande förhållanden sker.

Utredningsalternativ JA. Risken för spridning av kemikalier bundna till makadam och ballast är liten eftersom ny bansträckning förläggs intill gamla järnvägen. Banverket har även upprättat en handlingsplan där handhavande av förorenad mark tas om hand för att kunna uppfylla det nationella miljö kvalitetsmålet "Giftfri miljö".

Utredningsalternativen UA5. En helt ny sträckning vid kurvrätningen kommer att dras vilket medför att en del av den gamla bansträckningen rivs. Detta kan medföra risk för spridning av kemikalier och tungmetaller. Banverket garanterar dock att de tar hand om förorenad mark enligt upprättad handlingsplan för att förhindra spridning.

Bangårdsalternativen A, B och C skiljer inte mycket vad gäller risken för spridning av kemikalier och tungmetaller. Vid stationsområden kan marken vara mer förorenad än övriga delar av bansträckningen, beroende på att godshantering och underhåll av lok skett under många år. Om rivning kommer att ske inom befintlig stationsområde är det mycket viktigt att upprättad handlingsplan följs för att hindra spridning av föroreningarna, då närhet till Göta kanal och Motala ström finns.

Hälsokonsekvenser/effekter

Ogräsbekämpningsmedlens inverkan på människan

Banverket har idag antagit nya riktlinjer och använder ogräsbekämpningsmedel som är miljövänligare (Banverket 2001). Arsenal irriterar ögon och hud vid direkt kontakt. Ämnet är mycket giftigt för vattenlevande organismer. Roundup Bio är mindre farligt men kan irritera hud och ögon vid direktkontakt (Kemikalieinspektionen 2002). Vid spridning av kemikalierna finns en ökad cancer risk (Hardell et al. 2002) varvid försiktighetsåtgärder bör vidtas som minskar exponeringen.

PAH och metallers inverkan på människan

PAH är en komplex grupp av ämnen, varav några kan orsaka cancer medan många anses vara tämligen oskyldiga ur miljö- och hälsosynvinkel. Generellt är PAH fettlösliga, stabila och vissa är bioackumulerande (förmåga hos ett stabilt ämne att upplagras i levande vävnad, så att halten blir långt högre än i omgivningen). Hälsopåverkande koncentrationer av PAH kan framförallt förekomma i arbets-, tätorts- och industrimiljö (Bernes 1998). I dessa miljöer blir människan mest exponerad via luften eller via direkt kontakt med PAH.

PAH bedöms årligen orsaka 10-100 cancerfall i Sverige, men bara en liten del av befolkningens PAH-intag kommer från föroreningar i miljön. Någon lägsta effektnivå har inte kunnat anges för PAH och därmed finns ingen lägsta intagsgräns (Bernes 1998).

I vattenmiljö söker sig PAH till partiklar i hög grad eftersom de är svårlösliga. Förr eller senare sjunker partiklarna till botten, varpå PAH främst binds till sedimenten, där de kan bli mycket långlivade. Flertalet organismer däribland bakterier och bottenlevande djur kan metabolisera dessa kolväten relativt snabbt, vilket medför att ämnena under processens gång förändras och blir mer lösliga. På så sätt kan de göra stor skada för resterande ekosystem genom att ämnena sprids och lättare kan tas upp av andra organismer i näringskedjan där människan står som översta länk (Bernes 1998). Om det är långt till grundvattennivån har de flesta PAH-föreningar fastnat på vägen och således är inte risken stor att PAH-föreningar finns löst i vatten. Däremot sprids PAH-föreningar lätt via ytvatten och ut i vattendrag via små partiklar som de binds till. Finns det en oskyddad vattentäkt eller brunnar i närheten kan PAH till slut nå dem.

Flera metaller är essentiella medan andra är skadliga för hälsan däribland arsenik, bly, kadmium, koppar och kvicksilver. Flera metaller finns naturligt i vatten och föda. Vid utläckage till vattentäkter kan metallhalterna bli toxiska och ge hälsoeffekter. En del av dem ger skador på nervsystemet, mag-tarmkanalen samt på speciella organ i kroppen. Vissa har carcinogena effekter, ger försämrad fertilitet och fosterpåverkan (Elinder et al. 1991, Hagström et al. 1996). Metallernas toxiska egenskaper beror på att de på olika sätt interfererar med kroppens cellers biologiska system (Elinder et al. 1991).

Metallernas hälsopåverkan redovisar vi ej ingående eftersom risken för spridning i området bedöms ej vara stor. Dock gör vi en översiktlig redovisning av de tungmetaller (arsenik och koppar) som kan finnas naturligt i vatten och ge hälsoeffekter i högre doser.

Arsenik kan finnas naturligt i förhöjda halter i djupborrade brunnar i områden med höga arsenikhalter i berggrunden. Epidemiologiska studier har visat att arsenik kan ge cancer, främst i lunga, urinblåsa och hud, vid halter som överstiger det humantoxikologiska gränsvärdet 10 µg/l i dricksvatten (Miljöhälsorapport 2001).

Koppar i dricksvatten kan orsaka illamående, magbesvär och diarréer, främst hos spädbarn. Det hälsobaserade gränsvärdet är 2 mg koppar/l vatten och baseras på risken för diarréer för spädbarn. Vuxna personer tål högre halter av koppar (Miljöhälsorapport 2001).

Bedömning

I miljökvalitetsmålet "Giftfri miljö" föreslås det att halterna i miljön av kvicksilver, bly och kadmium ska minska och att bekämpningsmedelsrester inte ska innebära några hälsorisker. Där står även vilka åtgärder som behövs för att nå upp till dessa mål (Socialstyrelsen 1999). Banverket är på god väg att följa dessa mål genom att de har utarbetat program för handhavande av farligt avfall, bortförande och iordningställande av gamla banvallar, samt har övergått till förbättrade metoder vid spridning av ogräsbekämpningsmedel.

Vid utbyggnad av järnvägen bör försiktighetsåtgärder vidtas p.g.a. att risken för spridning av kemikalier och tungmetaller till ytvatten vid rivningsarbeten inte går att utesluta. Vättern har klassats som riksintressant bl.a. för yrkesfisket. Vätternvårdsförbundet har upprättat flera mål

som innebär att spridning av bl.a. föroreningar ska begränsas till Vättern beroende på det känsliga ekosystemet. Påverkan av fisk och dricksvatten kan på lång sikt medföra hälsokonsekvenser för människan. I vilken omfattning är idag omöjligt att uttala sig om. Inga brunnar finns i områden kring planerad järnvägsutbyggnad och risken för att befolkningen ska påverkas negativt av diffus spridning av föroreningar från banvallen och kemikalirester från ogräsbekämpningsmedel är minimal.

Referenser

Arbetslivsinstitutet, Avdelningen för teknisk hygien. 2002
<http://umetech.niwl.se/temavibration>

Arlinger S. Talkommunikation i buller. I: Statens offentliga utredningar. SOU 1993:65. Handlingsplan mot buller. Bilagedel. Stockholm. 1993.

Banverket. Bekämpning av ogräs. Informationsfolder. 2001.

Banverket. Elektromagnetisk miljö utmed elektrifierad järnväg i Sverige. Beräkning av magnetisk flödestäthet för kontaktledningssystem med sugtransformatorer och separat återledning. Enkelspår. Banverkets tekniska rapporter 1994:3.

Banverket. MKB till järnvägsutredningen Motala – Norrsten. 2000.

Berglund B, Lindvall T (eds). Community noise. Archives of the Center for Sensory Research 1995;2. Stockholm University and Karolinska Institute.

Berglund B, Lindvall T, Schwela DH. Guidelines for community noise. World Health Organization, 1999.

Bernes C. Organiska miljögifter, ett svenskt perspektiv på ett internationellt problem. Monitor 16. Naturvårdsverket, 1998.

Boverket. God bebyggd miljö. Karlskrona, 1999.

Bruch H. PM 2000-02-10. Högbymon. Resultat av analys av underballast med avseende på tungmetaller, bekämpningsmedel och aromatiska kolväten. Mark & Vatteningenjörerna AB. 2000.

Bruch H. PM 2000-05-15. Högbymon. Kompletterande analyser av tungmetaller och PAH i underballast och ballast. Mark & Vatteningenjörerna AB. 2000.

Bruch H. Gamla spåret Degerön – Stenstorp. Analyser av tungmetaller och PAH i underballast och ballast. 2002.

Brune D, Hellborg R, Persson BRR, Pääkkönen R (eds). Radiation – at home, outdoors and in the workplace. Oslo; Scandinavian Science Publishers, 2001.

Ekenvall L, Hagberg M, Lundborg G, Lundström R. Att förebygga vibrationsskador. Arbetsmiljöfondens rapportserie. Stockholm 1991.

Elinder C-G, Friberg L. T, Nordberg G. F. Metaller hos människa. Arbetsmiljöfonden. 1991.

Hagström I, Hedberg P, Löfman O, Noorlind Brage H, Sahlén K, Östgöten i Miljön. Samhälls- och miljömedicinska enheten. Folkhälsovetenskapligt centrum. Landstinget i Östergötland, 1996.

Hansson S. O, Hellsten E, Arbetsmiljö från A till Ö. Fjärde upplagan. Stockholm.1994.
Hardell L, Eriksson M, Nordström M, Exposure to pesticides as a risk factor for non-Hodgkin´s lymphoma an hairy cell leukemia: pooled analysis of two Swedish case-control studies, 2002.

Jarnlo C, Pedersen C, Davidsson M, Lindström C, Petersson M, Meurling J, Ljungström M, Nilsson B, Gustavsson S, Nydahl K. Miljöanpassat transportsystem i Skåne. En kunskapssammanställning. Delprojekt inom ramen för Inriktningsplanering för transportinfrastruktur i Skåne 2002-2011. 1999.

Johansson C, Johansson P-Å, Burman L. Emissioner av kväveoxider och kolmonoxid från trafik. ITM-rapport 49. Institutet för tillämpad miljöforskning. Stockholms Universitet, 1996.

Landstinget i Östergötland – Folkhälsovetenskapligt centrum. Östgötens hälsa och miljö 2000. Rapport 00:1.

Mark & Vatteningenjörerna AB. Beslutsunderlag och riskanalys för skydd av grundvattenresursen Högbymon vid utbyggnad av järnvägen mellan Motala och Mjölby. Banverket östra banregionen. Växjö, 2002.

Motala kommun. Miljöskyddsplan del 1, 1998.

Motala kommun. Miljö i Motala, miljöredovisning 2000.

Naturvårdsverket. Spridning av kemiska bekämpningsmedel. Allmänna råd 97:3. Stockholm: Naturvårdsverket. 1997.

Naturvårdsverket. Riktvärden för trafikbuller vid nyanläggning eller väsentlig ombyggnad av infrastruktur- Förslag till utveckling av definitioner. Redovisning enligt regeringsuppdrag. Stockholm 2001.

Reuterskiöld C. Buller från väg- och tågtrafik. Stockholms teknikhöjd AB, KTH Stockholm. Rapport nr 1 1996.

SJ Cargo. Farligt gods Motala, Stencil, 2000.

Socialstyrelsen. Buller inomhus och höga ljudnivåer. SOSFS 1996:7 (M). Allmänna råd. Stockholm, 1996.

Socialstyrelsen. Hälsorelaterade miljö kvalitetsmål, delmål och åtgärder för ett hållbart samhälle. Rapport från Socialstyrelsen. Stockholm. 1999.

Socialstyrelsen. Cancer incidence in Sweden 2000. Stockholm: Socialstyrelsen, 2002.

Socialstyrelsen. Miljöhälsorapport 2001.

Statens offentliga utredningar. SOU 1993:65. Handlingsplan mot buller. Bilagedel. Stockholm, 1993.

Staxler L, Järup L, Bellander T. Hälsoeffekter av luftföroreningar. En kunskapssammanställning inriktad på vägtrafiken i tätorter. Rapport från Miljömedicinska enheten 2001:2. 2001.

Wittmark B. Uppskattning av antalet boende exponerade för trafikbuller överstigande 55 dBA ekvivalentnivå. I: Naturvårdsverket. Miljöfaktorer som påverkar människors hälsa. Rapport 4760, Stockholm, 1997.

World Health Organization, International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Non-ionizing radiation, part 1: static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Volume 80. Lyon; IARC Press, 2002.

Öhrström E. Effekter av buller under sömnen hos bullerkänsliga personer- en laboratoriestudie avseende betydelsen av antal bullerhändelser med en maximal bullernivå på 45 dBA. Göteborg 1991.

Öhrström E. Omgivningsbullers effekter på människor. I: Statens offentliga utredningar. SOU 1993:65. Handlingsplan mot buller. Bilagedel. Stockholm, 1993.

Öhrström E, Skånberg A. Effekter av exponering för buller och vibrationer från tågtrafikundersökningar i 15 tätorter. Rapport 1/95. Avdelningen för miljömedicin, Göteborgs Universitet. Göteborg, 1995.

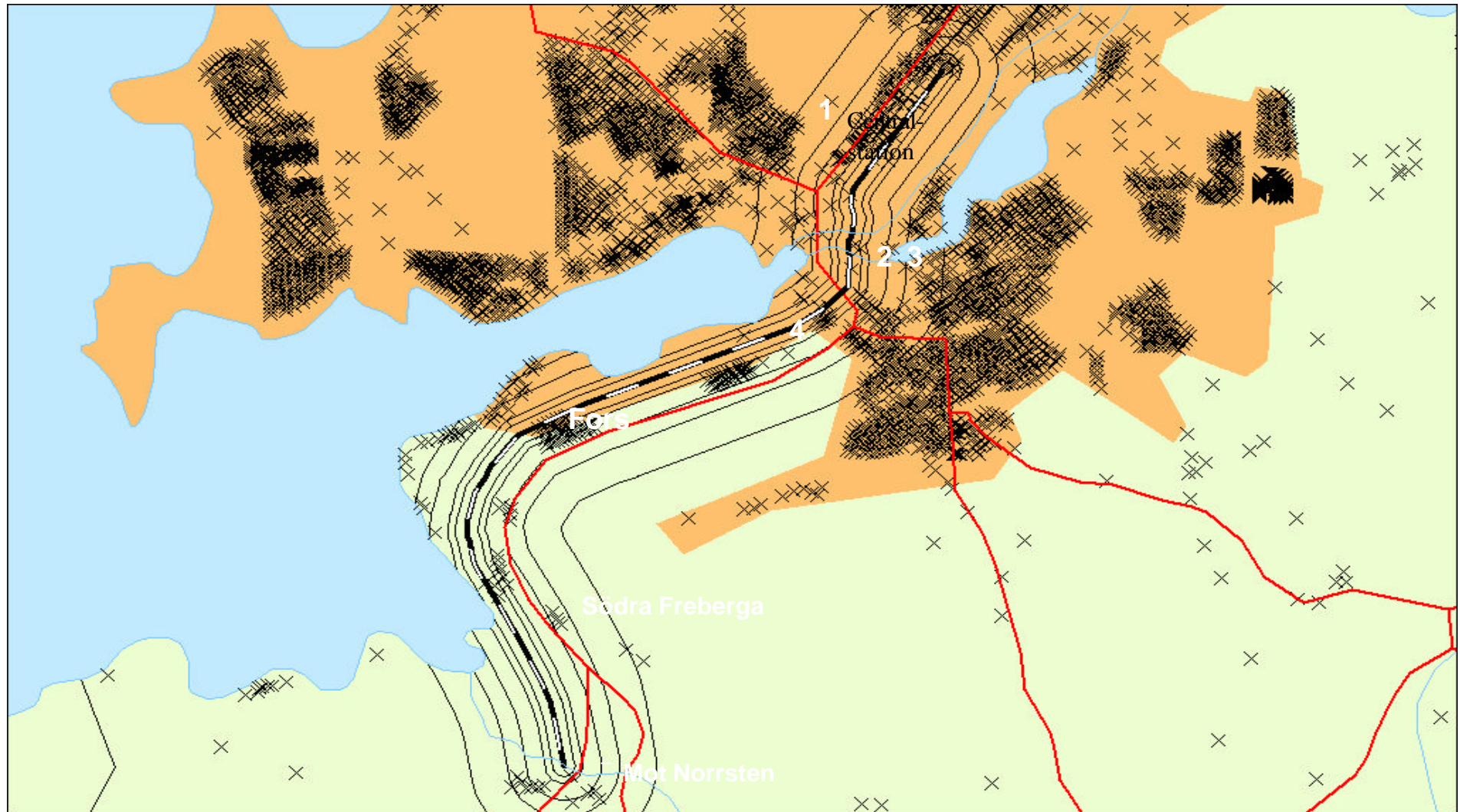
Öhrström E, Skånberg E. Konsekvenser av Lundbytunneln. Rapport 4/99. Avdelningen för miljömedicin, Göteborgs Universitet. Göteborg, 1999.

www.banverket.se

www.naturvardsverket.se

www.kemi.se/bkmregoff/

Bilaga 1



Figur 1. Järnvägsspårets sträckning genom Motala tätort (Nollalternativet). Varje kryss motsvarar 1 mantalsskriven innevånare. Siffrorna visar var Östra skolan (1), Södra skolan (2), sjukhemmet Strandvägen (3) och förskolan Slottsgränd (4) är belägna. Linjerna parallellt med järnvägen indikerar avstånden 60, 100, 200, 300 respektive 500 meter från spåret. Befolkningsstätheten visas med hjälp av GIS (geografiskt informationssystem) baserat på 1999 års befolkningsregister.