

Effektsamband för transportsystemet

Fyrstegsprincipen

Steg 3 och 4

Version 2023-04-03

Bygg om eller bygg nytt

Kapitel 7 Miljö



Översiktlig beskrivning av förändringar och uppdateringar i kapitel 7 Bygg om eller bygg nytt:

Version 2013-06-13

- Stycke 7.1 Miljö och hälsa i transportsystemet har ny inledande text samt en tillkommen text Mål och lagkrav (7.1.2).
- I övrigt är ändringar av redaktionell karaktär och borttagande av inaktuell text.

Version 2014-04-01

- Nytt avsnitt 7.2.3.3, infrastrukturens klimatpåverkan i en livscykelanalys
- Nytt avsnitt 7.3.3.5 Effektsamband fasadåtgärder

Version 2015-04-01

- Avsnitt 7.2.4 Emissionsfaktorer
- Avsnitt 7.2.5.2 Infrastrukturens klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv
Uppdatering av text och bilaga med uppdaterade effektsamband.
- Avsnitt 7.3.3.5, Effektsamband för fasadåtgärder kompletterat.

Version 2016-04-01

- Avsnitt 7.2.5: Justering av kommentar avseende uppdatering till HBEFA samt korrigerig av formeln för årsmedelemissionsfaktorn.
- Avsnitt 7.2.5.2: Texten under rubriken "Infrastrukturens klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv" har uppdaterats.
- Avsnitt 7.8.17: Effekter av trafikstyrd variabel hastighet samt påfartsreglering.
- Bilaga 1: Texten har uppdaterats. Tabell har uppdaterats.

Version 2017-04-01

- Bilaga 1: Texten har uppdaterats. Tabell har uppdaterats.

Version 2018-04-01

- Avsnitt 7.8.17: Nya samband för effekter av trafikstyrd variabel hastighet samt kövarning/rekommenderad hastighet.
- Avsnitt 7.2.5.2: Infrastrukturens klimatpåverkan - redaktionell justering.

Version 2020-06-15

- Uppdaterade emissionsfaktorer för dieseldrivna järnvägsfordon
- Nya emissionsfaktorer för sjöfart
- Anpassning av texter och tabeller utifrån att den europeiska emissionsmodellen HBEFA nu används
- Strykning av ett större antal inaktuella texter, bl.a. kring Trafikverkets styrning
- Aktualisering av texter kring utsläppsmål
- Justering av texter om utsläpp och luftkvalitet
- Redaktionella justeringar

Version 2021-04-01

- Redaktionella justeringar

Version 2022-04-01

- Avsnitt 7.2.4.2: Mindre justeringar i text
- Redaktionella justeringar

Version 2023-04-03

- Bilaga 7.1: Uppdaterad med aktuella effektsamband.
- Bilaga 7.2 Koldioxideffekter ATK: Ny modell tillagd på hemsidan. Kortare beskrivning i avsnitt 7.2.5, stycke Koldioxideffekter ATK

Dokumenttitel: Bygg om eller bygg nytt – Kapitel 7 Miljö

Dokumenttyp: Rapport

Version: 2023-04-03

Publiceringsdatum: 2023-04-03

Utgivare: Trafikverket

Distributör: Trafikverket, Röda vägen 1, 781 89 Borlänge, telefon: 0771-921 921

Innehåll

7	Miljö.....	7
7.1	Miljö och hälsa i transportsystemet.....	7
7.1.1	Miljöeffekter.....	7
7.1.2	Mål och lagkrav.....	8
7.2	Luftkvalitet och klimat.....	12
7.2.1	Inledning.....	12
7.2.2	Mål och krav.....	13
7.2.3	Effekter och konsekvenser.....	17
7.2.4	Emissionsfaktorer.....	20
7.2.5	Beräkning utsläpp från vägtrafik – HBEFA-modellen.....	29
7.3	Trafikbuller.....	60
7.3.1	Inledning.....	60
7.3.2	Mål och riktvärden.....	61
7.3.3	Effekter och konsekvenser.....	63
7.4	Vibrationer.....	68
7.4.1	Inledning.....	68
7.4.2	Mål och riktlinjer.....	68
7.4.3	Effekter och konsekvenser.....	69
7.5	Natur- och kulturmiljö samt friluftsliv.....	73
7.5.1	Inledning.....	73
7.5.2	Mål och riktlinjer.....	76
7.5.3	Effekter och konsekvenser.....	81
7.6	Vatten och naturresurshushållning.....	91
7.6.1	Inledning.....	91
7.6.2	Mål och krav.....	92
7.6.3	Effekter och konsekvenser.....	98
7.7	Arkitektur.....	103
7.7.1	Inledning vägarkitektur.....	104
7.7.2	Inledning järnvägsarkitektur.....	104
7.7.3	Trafikverkets strategiska utmaningar och arkitekturpolitiska mål.....	104
7.7.4	Vad är god vägarkitektur och vägutformning?.....	105
7.7.5	Vad är god järnvägsarkitektur?.....	106
7.7.6	Att mäta arkitektonisk kvalité.....	106
7.7.7	Generellt om metod och effekter ur arkitektonisk aspekt.....	107

7.8	Förbättringsåtgärder	109
7.8.1	Breddning av väg	109
7.8.2	Linjeföring/sikt	110
7.8.3	Stigningsfält och omkörningsfält	111
7.8.4	Minskning av enskilda utfarter	112
7.8.5	Mittseparering	113
7.8.6	Vägens närmiljö	114
7.8.7	Sidoanläggningar	115
7.8.8	Hastighetsdämpning	115
7.8.9	(automatisk trafiksäkerhetskontroll)	117
7.8.10	Beläggningsåtgärder	118
7.8.11	Fysiska åtgärder i korsning	122
7.8.12	Bärighetshöjande åtgärder	124
7.8.13	Åtgärder för att minska barriärer	125
7.8.14	Trafikregleringsåtgärder för biltrafik	127
7.8.15	Visuell och audiell ledning	128
7.8.16	Viltåtgärder	128
7.8.17	ITS-åtgärder	129
7.8.18	Kollektivtrafikåtgärder	135
7.8.19	Miljöåtgärder	136
7.9	Källor	142

7 Miljö

7.1 Miljö och hälsa i transportsystemet

Transportsystemet och den tillgänglighet som transportsystemet skapar ger samhället stora positiva värden. Transportsystemet har också på många sätt betydande påverkan på den omgivande naturen och på människors hälsa. Ibland positiv, men i många fall är denna påverkan negativ och som i förlängningen innebär negativ påverkan på samhällets möjligheter till utveckling och välfärd.

Negativ miljöpåverkan kommer från trafiken på vägar och järnvägar samt sjöfart och flygtrafik. Den negativa påverkan på miljö och människors hälsa kommer också från transportinfrastrukturen, såväl från befintlig infrastruktur som från aktiviteter i form av byggande, underhåll och drift.

Transportinfrastrukturen och trafiken påverkar naturmiljön genom spridning av farliga ämnen som påverkar vatten och mark. Genom att ta yta i anspråk och fungera som barriärer påverkas förutsättningar för flora och fauna och den biologiska mångfalden både på ett negativt men även på ett positivt sätt. Användning av naturresurser och energi för infrastrukturhållning medför negativ påverkan i flera led, t.ex. vid brytning av råvaror, produktion och transporter.

Transportsystemet medför även indirekt påverkan på samhället genom påverkan och risk för påverkan av betydelsefulla ekosystemtjänster¹. Till ekosystemtjänster hör även betydelsen landskapet och dess natur- och kulturvärden för rekreation, turism och friluftsliv. Ekosystemtjänster har ett ekonomiskt värde som kan vara mycket stort för samhället, men som inte alltid beaktas eller undervärderas.

En fortsatt utbyggnad av transportsystemet genom nybyggnad och ombyggnad av infrastruktur riskerar innebära att en fortsatt negativ påverkan på landskapet och de tjänster som natur- och kulturmiljön ger, eftersom landskapets utrymme steg för steg försvinner. Utifrån dagens kunskap ser det ut ske en fortsatt utbyggnad av transportinfrastrukturen vilket skulle ge en fortsatt negativ trend. Det är inte nödvändigtvis fallet då ökad miljöhänsyn från infrastrukturhållarens sida kan motverka detta.

Fortsatt utbyggnad innebär även större resursanvändning, kan innebära större risk för påverkan av mark och vatten och kan innebära att fler utsätts för buller och luftföroreningar. Ökad utbyggnad och förbättringsåtgärder ger ofta upphov till ökad trafik (inducerad trafik) vilket generellt sett, framförallt när det handlar om vägtrafik, ökar negativ påverkan inom samtliga områden. Undantag finns. Genom rätt åtgärder kan denna negativa påverkan minimeras vid ny- och ombyggnation. Även åtgärder i befintlig infrastruktur har stor potential att minska negativ påverkan på miljö och hälsa.

7.1.1 Miljöeffekter

På grund av komplexiteten kan det vara svårt att förutse och bedöma effekter och konsekvenser för miljön. Olika typer av påverkan och effekter kan beröra flera intressen. Som en miljöeffekt/miljökonsekvens räknas här de effekter och konsekvenser som rör omgivningen.

¹ Ekosystemtjänster är funktioner hos ekosystem som på något sätt gynnar människan genom att upprätthålla eller förbättra människans välmående. De delas upp i understödjande, reglerande, tillgodoseende och kulturtjänster.

Väsentliga miljöeffekter och miljökonsekvenser av nybyggnads och förbättringsprojekt ska i beskrivas i en miljökonsekvensbeskrivning. Trafikverket har arbetssätt och handböcker för miljökonsekvensbeskrivningar.

En miljöeffekt är den faktiska förändringen i miljö kvalitet jämfört med förhållandena vid ett 0-alternativ. Den uttrycks alltid neutralt utan värdering. Miljökonsekvenserna ger uttryck för effekternas betydelse, positiva eller negativa, för olika intressen. De bör beskrivas "neutralt", t.ex. att x boendemiljöer eller friluftsområde kommer att utsättas för trafikbuller, men också värderas med hänsyn till intresset. Effekternas och konsekvensernas omfattning men även intressets innebörd och tyngd vägs då in. Målsättningar, lagskydd m.m. kan också vara ett stöd för värdering av konsekvenser.

Vid nybyggnad och förbättring av vägar och järnvägar är det många faktorer som har betydelse för de miljöeffekter och konsekvenser som uppstår bl.a. :

- vägens/järnvägens lokalisering och markintrång,
- vägens/järnvägens utformning och anpassning till omgivande miljö,
- förutsättningarna i miljön, exempelvis antal boende, belastning av föroreningar, natur och kulturmiljöer som är känsliga eller sårbara m.m.
- Vilka skadeförebyggande åtgärder som vidtas.

Effekter kan uppstå direkt eller indirekt, t.ex. kan en förändring av grundvattenytan leda till en förändring av vegetationen. Effekter från olika verksamheter eller olika typer av effekter kan också samverka och förstärka den totala effekten vilket är viktigt att väga in vid bedömningar.

7.1.2 Mål och lagkrav

Transportpolitiska mål

Transportpolitikens övergripande mål är att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgarna och näringslivet. Det övergripandemålet stöds av två huvudmål, funktionsmålet och hänsynsmålet. Funktionsmålet berör resans eller transportens tillgänglighet medan hänsynsmålet berör säkerhet, miljö och hälsa.

Hänsynsmålet, som är relevant i sammanhanget, lyder:

"Transportsystemets utformning och användning ska anpassas till att ingen ska dödas eller skadas allvarligt. Det ska också bidra till att miljö kvalitetsmålen uppnås och att ökad hälsa uppnås."

Regeringen har gjort följande preciseringar av det transportpolitiska hänsynsmålet:

"Transportsektorn bidrar till att miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan nås genom en stegvis ökad energieffektivitet i transportsystemet och ett brutet beroende av fossila bränslen. År 2030 bör Sverige ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen."

"Transportsektorn bidrar till att övriga miljö kvalitetsmål nås och till minskad ohälsa. Prioritet ges till de miljöpolitiska delmål där transportsystemets utveckling är av stor betydelse för möjligheterna att nå uppsatta mål."

Regeringen menar i sin proposition² att följande områden bör prioriteras i transportsektorns miljöarbete;

- utsläppen av koldioxid
- utsläppen av luftföroreningar som partiklar och den internationella sjöfartens utsläpp av kväveoxider
- antalet personer som utsätts för trafikbuller
- påverkan på biologisk mångfald

Miljö kvalitetsmålen och det övergripande generationsmålet

Det övergripande målet för miljöpolitiken, Riksdagens Generationsmål, är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen i Sverige är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser. Generationsmålet har även preciseringar. Sveriges Riksdag har även beslutat om 16 miljö kvalitetsmål, se faktaruta nedan, och tillhörande etappmål. I april 2012 beslutade regeringen om 13 etappmål inom områdena luftföroreningar, farliga ämnen, avfall och biologisk mångfald, vilka beskriver nödvändiga steg på vägen för att nå miljömålen. Generationsmålen samt 14 av 16 miljömål bedöms inte att nås till 2020.

Det finns en tydligt och utpekad koppling mellan de transportpolitiska målen och de nationella miljö kvalitetsmålen, vilket framgår i både det övergripande målet och i den senare precisionen i ovan. Transportsystemet berör också de flesta av de 16 Nationella miljö kvalitetsmålen i större eller mindre omfattning. Trafikverket är dock inte målansvarig myndighet för något av målen. Miljömålen och etappmålen ska vara vägledande för bland annat myndigheter.

Riksdagens antagna 16 mål för miljö kvaliteten i Sverige beskriver den kvalitet och det tillstånd i miljön som är hållbara på lång sikt. Miljö kvalitetsmålen syftar till att:

- främja människors hälsa
- värna den biologiska mångfalden och naturmiljön
- ta till vara kulturmiljön och de kulturhistoriska värdena
- bevara ekosystemens långsiktiga produktionsförmåga
- trygga en god hushållning med naturresurserna
-

De 16 miljö kvalitetsmålen är:



Begränsad klimatpåverkan

Halten av växthusgaser i atmosfären ska i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Målet ska uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras. Sverige har tillsammans med andra länder ett ansvar för att det globala målet kan uppnås (riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet).

² Prop. 2008/09:35 Framtidens resor och transporter - infrastruktur för hållbar tillväxt



Frisk luft

Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas. Inriktningen är att miljökvalitetsmålet ska nås inom en generation (riksdagens definition av miljökvalitetsmålet).



Bara naturlig försurning

De försurande effekterna av nedfall och markanvändning ska underskrida gränsen för vad mark och vatten tål. Nedfallet av försurande ämnen ska heller inte öka korrosionshastigheten i markförlagda tekniska material, vattenledningssystem, arkeologiska föremål och hållristningar (riksdagens definition av miljökvalitetsmålet).



Giftfri miljö

Förekomsten av ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället ska inte hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. Halterna av naturfrämmande ämnen är nära noll och deras påverkan på människors hälsa och ekosystemen är försumbar. Halterna av naturligt förekommande ämnen är nära bakgrunds nivåerna (riksdagens definition av miljökvalitetsmålet).



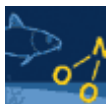
Skyddande ozonskikt

Ozonskiktet ska utvecklas så att det långsiktigt ger skydd mot skadlig UV-strålning (riksdagens definition av miljökvalitetsmålet).



Säker strålmiljö

Människors hälsa och den biologiska mångfalden ska skyddas mot skadliga effekter av strålning (riksdagens definition av miljökvalitetsmålet).



Ingen övergödning

Halterna av gödande ämnen i mark och vatten ska inte ha någon negativ inverkan på människors hälsa, förutsättningar för biologisk mångfald eller möjligheterna till allsidig användning av mark och vatten (riksdagens definition av miljökvalitetsmålet).



Levande sjöar och vattendrag

Sjöar och vattendrag ska vara ekologiskt hållbara och deras variationsrika livsmiljöer ska bevaras. Naturlig produktionsförmåga, biologisk mångfald, kulturmiljövärden samt landskapets ekologiska och vattenhushållande funktion ska bevaras, samtidigt som förutsättningar för friluftsliv värnas. Inriktningen är att miljökvalitetsmålet ska nås inom en generation (riksdagens definition av miljökvalitetsmålet).



Grundvatten av god kvalitet

Grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag (riksdagens definition av miljökvalitetsmålet).



Hav i balans samt levande kust och skärgård

Västerhavet och Östersjön ska ha en långsiktigt hållbar produktionsförmåga och den biologiska mångfalden ska bevaras. Kust och skärgård ska ha en hög grad av biologisk mångfald, upplevelsevärden samt natur- och kulturvärden. Näringar, rekreation och annat nyttjande av hav, kust och skärgård ska bedrivas så att en hållbar utveckling främjas. Särskilt värdefulla områden ska skyddas mot ingrepp och andra störningar. Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet ska nås inom en generation (riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet).



Myllrande våtmarker

Våtmarkernas ekologiska och vattenhushållande funktion i landskapet ska bibehållas och värdefulla våtmarker bevaras för framtiden (riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet).



Levande skogar

Skogens och skogsmarkens värde för biologisk produktion ska skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras samt kulturmiljövärden och sociala värden värnas. Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet ska nås inom en generation (riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet).



Ett rikt odlingslandskap

Odlingslandskapets och jordbruksmarkens värde för biologisk produktion och livsmedelsproduktion ska skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden och kulturmiljövärdena bevaras och stärks (riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet).



Storslagen fjällmiljö

Fjällen ska ha en hög grad av ursprunglighet vad gäller biologisk mångfald, upplevelsevärden samt natur- och kulturvärden. Verksamheter i fjällen ska bedrivas med hänsyn till dessa värden och så att en hållbar utveckling främjas. Särskilt värdefulla områden ska skyddas mot ingrepp och andra störningar (riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet).



God bebyggd miljö

Städer, tätorter och annan bebyggd miljö ska utgöra en god och hälsosam livsmiljö samt medverka till en god regional och global miljö. Natur- och kulturvärden ska tas tillvara och utvecklas. Byggnader och anläggningar ska lokaliseras och utformas på ett miljöanpassat sätt och så att en långsiktigt god hushållning med mark, vatten och andra resurser främjas (riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet).



Ett rikt växt- och djurliv

Den biologiska mångfalden ska bevaras och nyttjas på ett hållbart sätt, för nuvarande och framtida generationer. Arternas livsmiljöer och ekosystemen samt deras funktioner och processer ska värnas. Arter ska kunna fortleva i långsiktigt livskraftiga bestånd med tillräcklig genetisk variation. Människor ska ha tillgång till en god natur- och kulturmiljö med rik biologisk mångfald, som grund för hälsa, livskvalitet och välfärd (riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet).

Illustrationer: Tobias Flygar

Miljöbalken och andra lagkrav

Miljöbalken (1998:808) inklusive förordningar reglerar verksamheter som påverkar miljön. Lagkrav utgör miniminivå för Samlat planeringsunderlag Miljö. I Miljöbalkens

allmänna hänsynsregler³ finns allmänna principer som bland annat kunskapskravet, försiktighetsprincipen, bästa möjliga teknik samt produktvals- och hushållningsprincipen, vilka samtliga ska vara en självklarhet i Trafikverkets verksamhet. Miljöbalken reglerar både hänsyn i infrastrukturhållning som miljöbedömning av planer.

Utöver Miljöbalken finns annan miljölagstiftning som berör byggande av infrastruktur. Dessa berörs mer nedan under respektive miljöområde.

7.2 Luftkvalitet och klimat

7.2.1 Inledning

Utsläpp av luftföroreningar och klimatgaser från trafiken påverkar hälsan, klimatet samt natur- och kulturmiljön. Det är vägtrafiken som dominerar de lokala utsläppen av hälsorelaterade föroreningar i tätorter, men även andra utsläppskällor såsom småskalig vedeldning och industriell verksamhet kan påverka luftkvaliteten negativt i tätorter. När det gäller transportsektorn så kan också järnvägens partikelutsläpp utgöra ett problem i slutna miljöer såsom tunnlar. Luftföroreningarna uppkommer genom avgasutsläpp, avdunstning av bränsle från fordon samt för partiklar även från slitage av vägbana, däck, bromsar m.m. Vägtrafiken ger också upphov till uppvirvling av partiklar, också sådana som kan komma från andra källor än trafik. Innan vi andas in luftföroreningar utsätts de både för kemisk omvandling och för spridning. Även vid produktion och distribution av bränslen och fordon uppkommer luftföroreningar liksom vid byggande och drift av infrastruktur.

De hälsoeffekter som kan uppkomma av luftföroreningar från trafik är luftvägsbesvär, speciellt hos känsliga personer (astmatiker och allergiker), luftvägssjukdomar (allergi och astma), cancer och minskad syreupptagningsförmåga i blodet (kolmonoxid). Förbränningspartiklar har också koppling till hjärt-kärlsjukdomar och såväl slitagepartiklar som förbränningspartiklar ger upphov till ökad dödlighet.

Luftföroreningarnas påverkan på naturmiljön sker genom direkta effekter, försurning, övergödning och marknära ozon. Kulturmiljön påverkas genom nedbrytning av material och nedsmutsning. Trafikens bidrag till försurning av mark och vattendrag kommer framförallt från utsläpp av kväveoxider. Utsläppet av svaveldioxid, som också ger upphov till försurning, är i dagsläget relativt litet från vägtrafiken i jämförelse med vad andra källor släpper ut, och idag dominerar sjöfartens utsläpp istället. Förutom försurning av mark så ger utsläpp av kväveoxider även upphov till nedbrytning av material. Trafikens bidrag till övergödningen kommer framförallt från utsläpp av kväveoxider men även ammoniak och dikväveoxid har viss inverkan. Utsläpp av kväveoxider och kolväten ger upphov till bildandet av marknära ozon som utöver hälsopåverkan även ger skador på växtlighet och nedbrytning av material. Sot och partiklar ger också upphov till nedsmutsning.

Utsläpp av koldioxid är den främsta orsaken till att klimatet förändras. Även andra gaser, såsom dikväveoxid och metan, har betydelse i sammanhanget, dock marginell i jämförelse med koldioxid. En ökad påverkan på klimatet kommer att påverka de grundläggande förutsättningarna för livet på jorden, som tillgång till vatten, livsmedelsproduktion, hälsa och miljö. Hundratals miljoner människor kan komma att drabbas av översvämningar, hungersnöd och brist på dricksvatten när klimatet förändras. En av de stora utmaningarna som transportsystemet står inför är därför att kraftigt minska utsläppen av växthusgaser. Ett nödvändigt bidrag är att skapa ett transportsnålt samhälle, vilket innebär ett samhälle och transportsystem där den egna

³ kap 2

bilen har en minskad roll som transportmedel och där tillgängligheten i större grad löses genom effektiv kollektivtrafik samt förbättrade möjligheter att gå och cykla. Där det är möjligt flyttas också inrikes och kortare utrikesresor från flyg till järnväg. Dessutom behöver trafiktillväxten för godstransporter på väg avstanna genom förbättrad logistik och överflyttning till järnväg och sjöfart.

Utsläppen från vägtrafiken i Sverige är små i förhållande till de globala utsläppen av växthusgaser. Samtidigt är Sverige ett av få länder som lyckats minska sina koldioxidutsläpp och har även allmänt under lång tid setts som ett föredöme i miljöfrågor. Ansvar för utsläppen från vägtransportsektorn gör också att många granskar Trafikverket extra noga. Vad Trafikverket gör påverkar därför betydligt mer än de egna utsläppen.

7.2.2 Mål och krav

Utsläpp

De nationella miljö kvalitetsmål, listade i avsnitt 7.1, av intresse för utsläpp till luft är:

- Miljö kvalitetsmål 1 - Begränsad klimatpåverkan. Delmål beskrivs under rubriken Klimatpåverkan nedan.
- Miljö kvalitetsmål 2 - Frisk luft. Delmål beskrivs under rubriken Luftkvalitet nedan.
- Miljö kvalitetsmål 3 - Bara naturlig försurning.
- Miljö kvalitetsmål 7 - Ingen övergödning.

De transportpolitiska målen inkluderar ett funktionsmål (tillgänglighet) och ett jämbördigt hänsynsmål (säkerhet, miljö och hälsa). Hänsynsmålet innebär bland annat att "Transportsektorn ska bidra till att övriga miljö kvalitetsmål nås och till minskad ohälsa. Prioritet ges till de miljö politiska delmål där transportsystemets utveckling är av stor betydelse för möjligheterna att nå uppsatta mål."

Luftkvalitet

Internationell reglering

EUs övergripande miljömål är enligt principen för hållbar utveckling att politiken ska tillfredsställa dagens behov utan att förhindra kommande generationer att kunna tillfredsställa sina behov. EU:s Luftkvalitetsdirektiv⁴ reglerar ämnena svaveldioxid, kvävedioxid, kväveoxid, bly, partiklar (PM10), kolmonoxid, bensen, ozon, arsenik, nickel, kvicksilver, kadmium och polycykliska aromatiska kolväten.

EU:s tematiska strategi för luftkvalitet ska uppdateras under 2013 och då kommer direktivet om nationella utsläppstak ("Takdirektivet") att revideras. Revidering av luftkvalitetsdirektivet kommer sannolikt att skjutas några år på framtiden då man har stora problem med uppfyllelse av det nu gällande direktivet.

De flesta gränsvärden och mål för halter i utomhusluften har införts till skydd för människors hälsa. Några av gränsvärdena och målen för svaveldioxid, kvävedioxid, kväveoxider och ozon baseras på bedömningar av skador på vegetation, byggnader och kulturföremål och är införda till skydd för miljön.

Nationella mål

Miljö kvalitetsmålet Frisk Luft innebär enligt riksdagsbeslut att:

⁴ EUROPAPARLAMENTETS OCH R-LEFT: 113.25pt;margin-top och EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2004/107/EG

”Luften skall vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas”

Preciseringar för det långsiktiga miljö kvalitetsmålet Frisk luft beslutades av regeringen i april 2012:

Miljö kvalitetsmålet Frisk luft preciseras så att med målet avses att halterna av luftföroreningar inte överskrider lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål. Riktvärdena sätts med hänsyn till känsliga grupper och innebär att

- halten av bensen inte överstiger 1 mikrogram per kubikmeter luft beräknat som ett årsmedelvärde,
- halten av bens(a)pyren inte överstiger 0,0001 mikrogram per kubikmeter luft (0,1 nanogram per kubikmeter luft) beräknat som ett årsmedelvärde,
- halten av butadien inte överstiger 0,2 mikrogram per kubikmeter luft beräknat som ett årsmedelvärde,
- halten av formaldehyd inte överstiger 10 mikrogram per kubikmeter luft beräknat som ett timmedelvärde,
- halten av partiklar (PM_{2,5}) inte överstiger 10 mikrogram per kubikmeter luft beräknat som ett årsmedelvärde eller 25 mikrogram per kubikmeter luft beräknat som ett dygnsmedelvärde,
- halten av partiklar (PM₁₀) inte överstiger 15 mikrogram per kubikmeter luft beräknat som ett årsmedelvärde eller 30 mikrogram per kubikmeter luft beräknat som ett dygnsmedelvärde,
- halten av marknära ozon inte överstiger 70 mikrogram per kubikmeter luft beräknat som ett åttatimmarsmedelvärde eller 80 mikrogram per kubikmeter luft räknat som ett timmedelvärde,
- ozonindex inte överstiger 10 000 mikrogram per kubikmeter luft under en timme beräknat som ett AOT40-värde under perioden april–september,
- halten av kvävedioxid inte överstiger 20 mikrogram per kubikmeter luft beräknat som ett årsmedelvärde eller 60 mikrogram per kubikmeter luft beräknat som ett timmedelvärde (98-percentil), och
- korrosion på kalksten understiger 6,5 mikrometer per år.

Lagreglerade luftföroreningshalter

Luftkvalitetsförordningen (2010:477) är utfärdad med stöd av Miljöbalken (1998:808) och innehåller gränsvärden med senaste tidpunkt för uppfyllande för kvävedioxid, kväveoxider, svaveldioxid, kolmonoxid, bly, bensen, bens(a)pyren, partiklar (PM₁₀ och PM_{2,5}), arsenik, nickel, kadmium och ozon. I vissa fall är miljö kvalitetsnormerna strängare eller ska vara uppfyllda tidigare än vad EU:s luftkvalitetsdirektiv anger.

I områden där miljö kvalitetsnormerna inte följs under ett normalt år ska ett åtgärdsprogram upprättas. Miljö kvalitetsnormerna för utomhusluft gäller i hela landet och omfattar utomhusluft med undantag för arbetsplatser samt vägtunnlar och tunnlar för spårbunden trafik.

Luftkvaliteten ska kontrolleras i enlighet med Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2013:11). I Naturvårdsverkets Handbok (2011:1) Luftguiden, uttolkas regelverket. För de flesta reglerade luftföroreningarna är det kommunerna som är ansvariga för kontrollen och rapporteringen. Kontrollen kan i vissa fall ske genom samverkan mellan kommuner.

Miljö kvalitetsnormernas årsmedelvärden är satta för att begränsa långtidsexponering och bör tillämpas där enskilda människor vistas under en längre tid, exempelvis vid

bostäder, skolor, vårdinrättningar m.m. Miljökvalitetsnormernas värden för timme och dygn bör även tillämpas på platser där människor vistas under kortare tider.

Myndigheter och kommuner ansvarar för att miljökvalitetsnormerna för utomhusluft följs och ska bland annat tillämpa dem vid provning av tillstånd och vid tillsyn. De ska även tillämpas vid provning enligt vissa andra lagar, exempelvis plan- och bygglagen, väglagen och lag om byggande av järnväg samt vid planering.

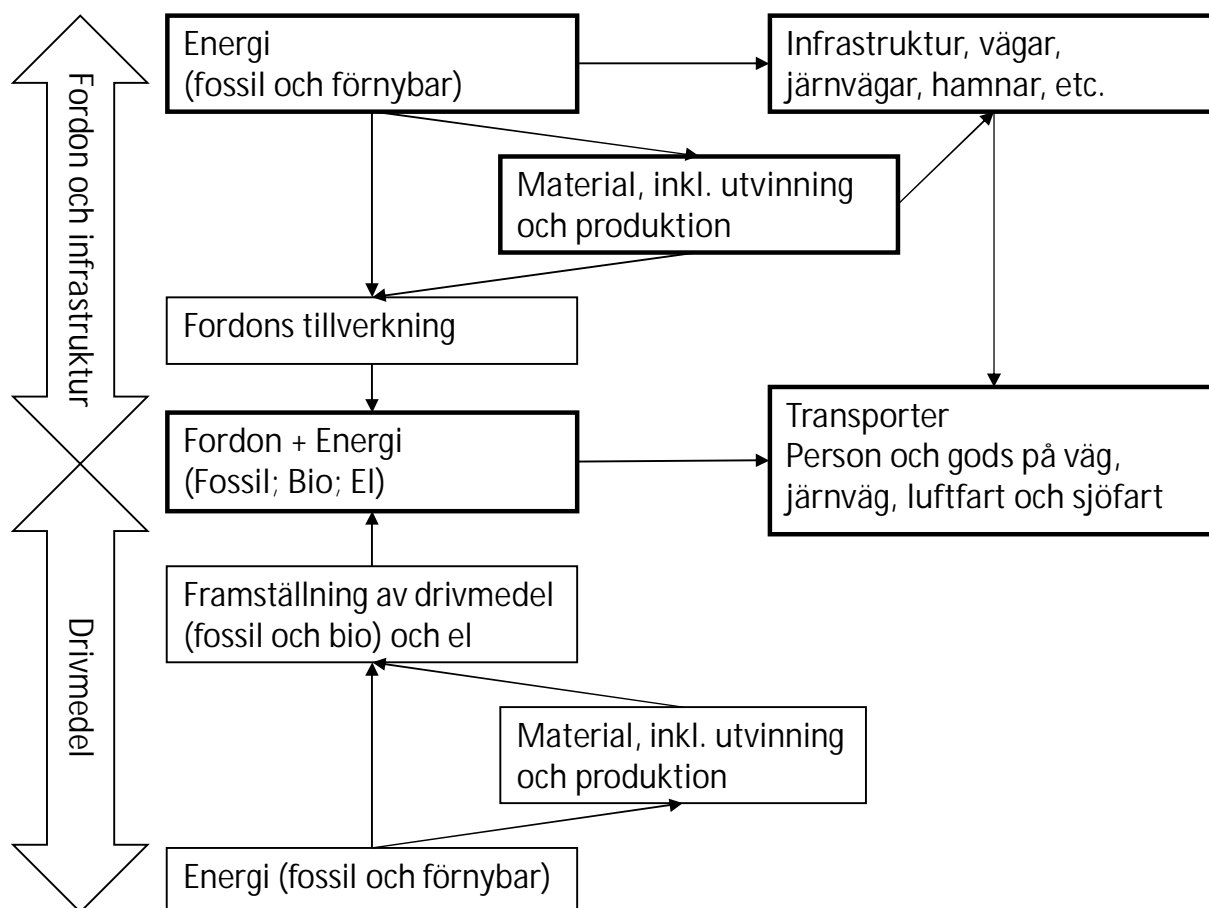
Miljökvalitetsnormerna kompletteras med så kallade övre och undre utvärderingströsklar, som uppgår till viss procent av normen beroende på luftförorening. Trösklarna avgör vilken typ av utvärdering (mätning, beräkning) som krävs av kommunerna i ett aktuellt fall.

7.2.2.1 Klimatpåverkan

Transportsystemet påverkar klimatet på flera olika sätt.

- Direkta utsläpp från fordonen genom användning av fossila drivmedel.
- Utsläpp från produktion och transport av drivmedel (både fossila och biodrivmedel) och el.
- Utsläpp kopplade till infrastrukturhållningen. Detta kan i sin tur delas in i utsläpp kopplade till användningen av drivmedel samt användning av material. Produktion av stål och betong ger utsläpp dels som resultat av användning av fossil insatsenergi men också i själva processen.
- Utsläpp kopplade till produktion, service och skrotning av fordon.
- Utsläpp (förändrat upptag) kopplat till förändrad markanvändning.

Schematiskt kan utsläppen beskrivas som i figur nedan (förändrad markanvändning saknas i figuren). I effektkatalogen beskrivs de direkta utsläppen från fordonen genom användning av fossila drivmedel samt utsläpp kopplade till infrastrukturhållningen (markerade med fetstil och kraftigare ramar).



Figuren ovan Energi och materialanvändning i transportsektorn som orsakar klimatpåverkan. Rutor med fetstil och kraftigare ramar ingår i effektkatalogen. Utöver detta sker även klimatpåverkan i samband med förändrad markanvändning.

Internationell reglering

Halten av växthusgaser i atmosfären skall i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Målet skall uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras. Enligt den klimatöverenskommelse som träffades i Paris i december 2015 är ambitionen att begränsa den globala temperaturökningen till maximalt 1,5 grader över den förindustriella nivån.

Nationella mål

Det nationella miljö kvalitetsmålet om begränsad klimatpåverkan anger att "halten av växthusgaser i atmosfären ska i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig". Sveriges regering har ambitionen att vara det första fossilfria välfärdslandet i världenⁱ. Enligt riksdagens antagna klimatpolitiska ramverk ska Sverige inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser senast år 2045ⁱⁱ. För inrikes transporter (utom inrikes luftfart som ingår i EU:s handelssystem för utsläppsrätter) är målet att utsläppen av växthusgaser ska minska med minst 70 procent senast till år 2030 jämfört med år 2010. Målet till 2030 avser de direkta utsläppen från transportsektorn, och omfattar inte de livscykelutsläpp som sker i samband med produktion av drivmedel, fordon eller

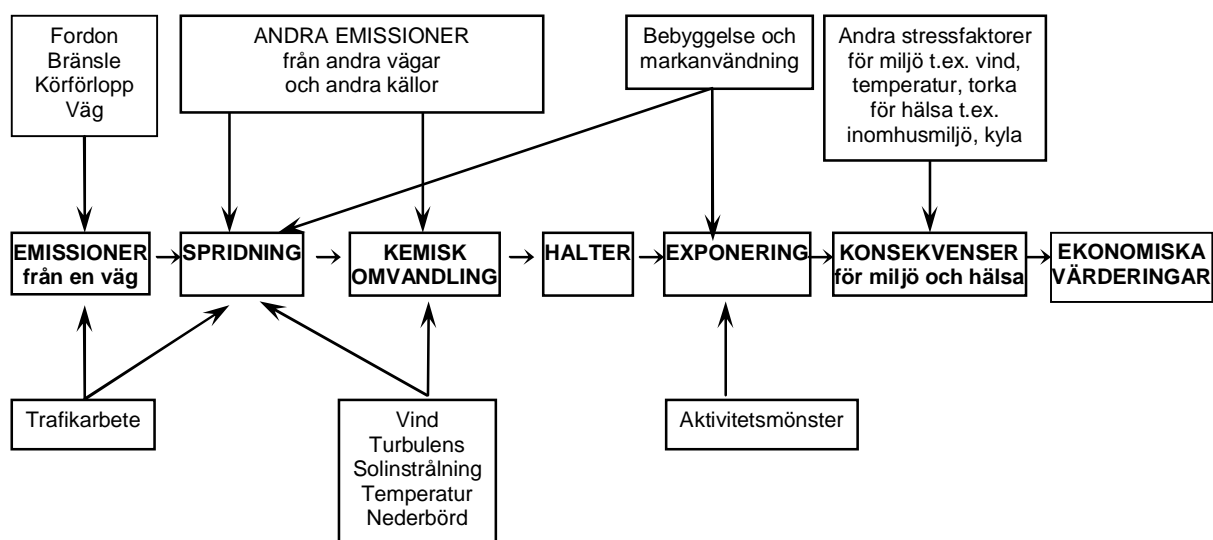
infrastruktur. För att nå det nationella målet år 2045 och bidra till att begränsa den globala uppvärmingen till 1,5 grader behöver livscykelutsläppen nå noll. Även övriga transportsektorn, liksom samhället i stort, behöver nå nollutsläpp i mitten av seklet.

Utöver målet för transportsektorns utsläpp av växthusgaser och det tidigare nämnda hänsynsmålet inom ramen för de transportpolitiska målen, finns två andra mål som bör nämnas i detta sammanhang.

- Indikativt mål inom reduktionsplikten⁵ som anger att bensin och diesel som säljs 2030 ska ha 40 procent lägre klimatpåverkan än fossil bensin och dieselⁱⁱⁱ. Energimyndigheten har under 2019 haft i uppdrag att utreda den fortsatta reduktionsplikten efter 2020. Baserat på detta kommer regering och riksdag att besluta om den framtida reduktionsplikten.
- Beslut om ett etappmål i regeringens strategi för levande städer om att persontransporter med kollektivtrafik, gång och cykel ska stå för minst 25 procent av persontransporterna i landet till 2025 och andelen ska fördubblas på sikt^{iv}. Beroende på hur stor den totala ökningen av persontransportresandet blir kan målet också innebära en begränsning av tillväxten av personbilstrafiken^v.

7.2.3 Effekter och konsekvenser

Nedan visas en schematisk bild av hur emissionerna från trafiken på en väg uppstår och hur de sedan i olika steg sprids och omvandlas för att slutligen komma i kontakt med människa och miljö och ge upphov till konsekvenser. Effekter och konsekvenser tas upp övergripande i detta avsnitt medan beräkning mer i detalj av utsläpp från biltrafik tas upp i avsnitt 7.2.5 och bestämning av halter av luftföroreningar i avsnitt 7.2.5.1.



Figur 7-1. Från emissioner/utsläpp till konsekvenser på miljö och hälsa samt ekonomiska värderingar.

⁵ Ett styrmedel som infördes i juli 2018 och innebär en skyldighet för drivmedelsleverantörer att minska växthusgasutsläppen från sålda volymer bensin- och dieselbränslen genom inblandning av biodrivmedel.

Effekter

Effekter av ny- och ombyggnader av vägar, gator, GC-vägar, sidoanläggningar etc. beskrivs med stöd av tidigare redovisade mål och krav för luftkvalitet och klimatpåverkan. Beskrivningen görs som underlag för att bedöma i vilken utsträckning åtgärden medverkar eller motverkar till att klara uppsatta mål och krav.

För bedömning av effekten av en åtgärd jämförs sedan utsläpp av luftföroreningar och klimatgaser samt luftkvalitet efter åtgärd med situationen vid ett s.k. nollalternativ. Utifrån resultatet av denna jämförelse görs sedan en avstämning mot utsläppsmål samt normer för luftkvalitet.

I samband med fastställelseprövning av arbetsplaner ska Trafikverket bedöma om miljö kvalitetsnormer kan komma att överskridas. Om en arbetsplan ska kunna fastställas inom ett område där en miljö kvalitetsnorm överträds måste den:

1. vara förenlig med fastställt åtgärdsprogram,
2. förenas med villkor om kompenserande åtgärder som ökar möjligheten att följa normen,
3. får den enbart fastställas om väghållaren kan vidta åtgärder som innebär att möjligheterna att följa miljö kvalitetsnormen ökar väsentligt på längre sikt eller i ett större geografiskt område.

Luftkvaliteten har långsiktigt förbättrats. Minskningen av kvävedioxidhalterna ser ut att ha avstannat de senaste åren. Det förekommer överskridanden av miljö kvalitetsnormer för kvävedioxid och partiklar (PM10) framför allt i trafiknära miljöer.

Trafikverket bedömer att de ämnen som med beslutade eller föreslagna mål och normer blir dimensionerande vid vägtrafikanläggningar är kvävedioxid och partiklar (PM10). Bensen bedöms klaras i de flesta trafikintensiva miljöerna.

Konsekvenser

Vad gäller luftkvalitet är det halten, det vill säga koncentrationen av en förorening, som påverkar miljö och hälsa. Självfallet hänger utsläpp och halt samman, men sambandet är inte alltid okomplicerat. Trafikens utsläpp är ofta större vid stora befolkningscentrum, och i kvartersbebyggelse blandas luften om långsamt. Utsläppen från trafiken beror också på körförhållanden och andelen fordon som nyss har startat, då motor och avgasreningen inte nått upp i optimal arbetstemperatur. För dessa kan emissionerna vara 100 gånger högre än från fordon med fullt uppvärmd motor och avgasrening. Det finns dessutom andra källor till luftföroreningar som ibland kan vara de dominerande. När utsläppen från trafiken minskar är det därför inte säkert att halterna i luften minskar i samma grad på platser där många bor och vistas. För att uppskatta antalet utsatta utifrån uppgifter om halter från kopplas dessa ihop med uppgifter från andra källor såsom kartmaterial och befolkningsdata.

Den ekonomiska värderingen av luftföroreningar bygger på att man värderar de konsekvenser på människors hälsa som uppstår, såsom dödlighet och olika sjukdomstillstånd.

Nedan beskrivs vägtrafikens påverkan på människors hälsa och miljön ämne för ämne:

Koldioxid bildas vid all förbränning av bränslen som innehåller kol. Kol och olja ligger bundet i jordskorpan och då dessa förbränns i form av diesel och bensen ökar koldioxidhalten i atmosfären. Bränslen som tillverkas av växter och andra "kretsloppskällor" använder sig av kol som redan finns i kretsloppet och förbränningen av dessa ökar inte halten i atmosfären så länge kolet binds i ny biomassa.

Koldioxid påverkar jordklotets värmebalans. Utan koldioxid i atmosfären och dess växthuseffekt skulle jorden vara en ogästvänlig iskall plats. Det är alltså inte växthuseffekten i sig som är ett bekymmer utan att den ökar och klimatet därmed ändras. Koldioxidutsläppen kan minska endast genom att minska användningen av bränslen med fossilt ursprung. Detta kan ske på två olika sätt som rimligen måste kombineras; minskad energianvändning och ökad andel av bränslen som inte innehåller fossilt kol.

Kväveoxider bildas huvudsakligen genom reaktion mellan luftens syre och kväve. Denna reaktion kräver höga temperaturer vilket åstadkoms vid förbränning i en motor. Förenklat kan sägas att en mer effektiv förbränning ger högre temperaturer och mer kväveoxider. Det finns två slags kväveoxider (NO_x) i avgaserna; kvävemoxid (NO) och kvävedioxid (NO₂). De verkar retande på slemhinnor men ger även skador på växtlighet. När kväveoxider reagerar med vatten bildas syror som fräter på byggnader och ger markförsurning. Kvävet (nitratjonen) verkar även gödande och bidrar därmed till den pågående övergödningen.

Syner på kväveoxidernas hälsoeffekter har förändrats. I en stor mängd epidemiologiska studier har man kunnat koppla halter av luftföroreningar till hälsoeffekter hos befolkning. Numer pekas dock kvävedioxid mer ut som en indikator än som den förorening som ger upphov till de faktiska hälsoeffekterna. I stället anses effekterna bero på andra luftföroreningar, främst ultrafina partiklar, som är starkt korrelerade till kvävedioxid.

Bensin och dieselolja består av föreningar mellan kol och väte, kolväten. I motorerna kan förbränningen aldrig bli helt fullständig. Lite av bränslet kommer alltid ut med avgaserna i mer eller mindre nedbruten form. Till detta kommer att rester av motoroljan ingår i förbränningen men också avdunstning från bränsletank och läckande slangar. Den flyktiga delen av dessa ämnen kallas sammanfattande för flyktiga organiska ämnen (Volatile Organic Compounds [VOC]). Gruppen består av många ämnen med delvis olika egenskaper. Inom gruppen finns ämnen som är cancerframkallande.

Partiklar är en annan grupp av föroreningar med skiftande egenskaper. De består av någon form av fast kärna på vilken det har kondenserats olika ämnen. Gränsen mellan partikel och gas är inte distinkt. Det sker ständigt en kondensering av gasmolekyler på partiklarnas yta och mindre partiklar slås också samman till större, de koagulerar. På så sätt växer partiklar i storlek ju längre de kommer från källan. Ämnen kan också avgå från partikelytan så att partikeln minskar i storlek. Det finns en övre gräns för hur stora dessa partiklar kan bli som ligger någonstans kring en 1000 delar millimeter (en mikrometer). Partiklar av detta slag bildas vid förbränningen och av kondenserade gaser från förbränningen.

En annan typ av partiklar bildas vid olika former av slitage av dubb, vägbana, vägsand, däck och bromsar. Dessa är större än de förbränningsgenererade partiklarna och oftast inte mindre än en 1000 delar millimeter. Tidigare har man sagt att det framför allt är de mindre partiklarna som bildas vid förbränningen som är farliga för hälsan. Senare års forskning visar dock att slitagepartiklarna också kan ge upphov till betydande hälsoeffekter. Såväl slitagepartiklar som förbränningsgenererade partiklar ger upphov till ökad dödlighet. Partiklar beräknas bidra till flera tusen för tidiga dödsfall per år i Sverige.

Cancerframkallande ämnen är en sammanfattande benämning på kolväten och partiklar som har denna egenskap. Utsläpp av dessa ämnen sker såväl genom avdunstning av bränsle som genom avgaser från fordon. I avgaserna kan ursprunget antingen vara oförbränt bränsle eller förbränningen i motorn. Även slitage av däck kan ge upphov till cancerframkallande ämnen. Det finns ett stort antal cancerframkallande ämnen i emissionerna från fordon. Exempel är Bensen, 1.3-Butadien och Bens(a)pyren. Deras potential att ge upphov till cancer och deras mängd i avgaserna varierar mycket,

vilket gör det mycket komplext att uppskatta den totala belastningen från fordonsemissioner.

Tillsammans med kväveoxiderna bidrar kolväten till att ozon bildas. Ozon verkar irriterande på andningsvägarna och ger i högre koncentrationer upphov till vävnadsskador. Ozon är mindre vattenlösligt än svaveldioxid och kvävedioxid och når därför längre ner i luftvägarna. De hälsoeffekter som kan uppstå är nedsatt lungfunktion, symptom och besvär från luftvägarna, ökad luftvägsreaktivitet (ökad känslighet för irriterande ämnen) och inflammatoriska effekter. Marknära ozon påverkar även kulturminnen negativt, genom bl.a. vittring, och orsakar skördeföruster för stora summor varje år. I svenska tätorter är halterna av ozon i allmänhet lägre än i den omgivande landsbygden. Detta beror på att tätorter har större utsläpp av kväveoxid som till viss del bryter ner ozon.

Svaveldioxid (SO₂) är en gas som bildas i motorer om dessa drivs med bränslen som innehåller svavelföreningar. Påverkan på hälsa och miljö liknar mycket kväveoxidernas. De ger dock ingen övergödning. Dagens bränslen innehåller mycket lite svavel och utsläpp av svaveldioxid från vägtrafiken är därmed ett problem som kan betraktas som löst. Internationell sjöfart är istället en mer dominerande utsläppskälla, även om begränsningar börjar införas också för sjöfarten, framför allt i känsliga områden som t ex Östersjön.

Kolmonoxid (CO) bildas då förbränningar är ofullständiga beroende på att syret inte räcker till. Denna gas får inte förväxlas med koldioxid som alltid bildas vid förbränning. Kolmonoxid binds hårdare till blodets hemoglobin än vad syre gör och förhindrar därmed syretransport. Skulle halten vara hög eller exponeringen lång kan medvetlöshet inträda, och det kan leda till döden om inget görs. Utsläppen av kolmonoxid från såväl bensin som dieseldrivna fordon har reducerats kraftigt genom användning av katalytisk avgasrening.

7.2.4 Emissionsfaktorer

Innan värdena används i den samhällsekonomiska kalkylen, måste de fysiska emissionerna kvantifieras. Detta görs med s.k. emissionsfaktorer (EF) vilka konverterar trafikarbete till utsläppsmängder uttryckta som gram utsläpp per fordonskilometer (g/fkm) eller per personkilometer (g/pkm). Kvaliteten på dessa EF har naturligtvis direkt inverkan på kvaliteten i den slutliga värderingen. Värderingen redovisas i ASEK.

7.2.4.1 Väg

På vägsidan används emissionsfaktorer som bygger på HBEFA-modellen. Emissionsfaktorerna inkluderar körning med varm motor, kallstarter, avdunstning samt försämring p.g.a. åldring. Effekterna är beräknade som medeltal av hela den svenska vägtrafiken. Emissions- och bränslefaktorerna för personbil består t.ex. av såväl bensindrivna personbilar med katalysator som gamla bensindrivna personbilar utan katalysator som nya och gamla dieseldrivna personbilar. Även elfordon ingår. HBEFA används dels som indata till Sampers och Samgods samt som en del i beräkningen av körkostnader. Dels används bränsleförbrukning och emissionsfaktorer (utsläpp per fordonskm eller per personkm) som indata till olika verktyg som Samkalk, EVA och Simair samt som indata till ASEK. Bränsleförbrukningen och emissionsfaktorerna är aggregerade på olika sätt i de olika tillämpningsområdena. Hur HBEFA tillämpas i de samhällsekonomiska verktygen beskrivs närmare i kap 7.2.5.

Emissionsfaktorer och bränsleförbrukning skiljer sig mellan fordonstyper, vägtyper, hastigheter, trafikillstånd, drivmedelssammansättning etc. Emissionsfaktorerna påverkas därmed av vilka förutsättningar som antas gällande fordonsflotta och drivmedel. I basprognos 2020 är förutsättningarna att klimatmålet nås genom starkare styrmedel än vad man kan förvänta sig i ett referensscenario; dels antas en högre andel

elbilar och dels en högre inblandning av biodrivmedel jämfört med ett referensscenario. Detta påverkar både genomsnittlig bränsleförbrukning för beräkning av körkostnad samt emissionsfaktorer för effektberäkningarna. För mer information om antaganden i basprognos 2020 hänvisas till gällande förutsättningar och indata;

<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/gallande-forutsattningar-och-indata/>

I tabellen nedan redovisas aggregerade emissionsfaktorer för år 2017 samt 2040 för två olika scenarier; dels ett referensscenario (nedan prognos A) och dels enligt de förutsättningar som gäller för fordon och bränslen i Basprognos 2020 (prognos B). Emissionsfaktorerna utgår från tank to wheel-perspektiv, dvs enbart utsläpp av emissioner vid avgasröret ingår. Utsläpp som resultat av produktion och distribution av bränslen ingår inte i tabellen. För koldioxid räknas enbart fossila emissioner, biodrivmedel och el har därmed inga koldioxidutsläpp enligt detta sätt att räkna. Motsvarande tabeller uppdateras årligen med nya statistikår och redovisas på Trafikverkets hemsida under Handboken för vägtrafikens luftföroreningar.⁶ I handbokens tabeller ingår fler emissioner (HC, SO₂ och CO) samt CO₂-utsläpp ur ett livscykelperspektiv (dvs inklusive utsläpp från produktion och distribution av drivmedel och el). Anledningen till att dessa emissionsfaktorer inte är med i tabell nedan är dels för att minska mängden siffror i detta format och dels för att förtydliga att HC, SO₂, CO samt CO₂ ur ett livscykelperspektiv inte ingår i de samhällsekonomiska kalkylverktygen eftersom de inte har någon ASEK-värdering i nuläget. Handbokens tabeller tas dessutom bara fram för ett referensscenario.

Emissionsfaktorer för vägtrafik, gram per fordonskm	Emissionsfaktorer, år 2017, enligt HBEFA3.3		Prognos, emissionsfaktorer år 2040 baserat på HBEFA3.3 i kombination med respektive förutsättningar i prognos A/B	
	Landsbygd	Stadstrafik	Landsbygd	Stadstrafik
PERSONBIL alla drivmedel, prognos A				
NO _x (Kväveoxider)	0,32	0,38	0,0342	0,0553
Avgaspartiklar	0,0029	0,0036	0,0009	0,0013
Slitagepartiklar	0,20	0,20	0,20	0,20
CO ₂	134	165	52	66
PERSONBIL alla drivmedel, prognos B				
NO _x (Kväveoxider)	0,32	0,38	0,017	0,028
Avgaspartiklar	0,0029	0,0036	0,0005	0,0007
Slitagepartiklar	0,20	0,20	0,20	0,20
CO ₂	134	165	9	12
PERSONBIL bensin, Prognos A				
NO _x (Kväveoxider)	0,08	0,19	0,019	0,089
Avgaspartiklar	0,0022	0,0014	0,0013	0,0013
Slitagepartiklar	0,2	0,20	0,20	0,20
CO ₂	159	197	105	134
PERSONBIL bensin, Prognos B				
NO _x (Kväveoxider)	0,08	0,19	0,0189	0,0890
Avgaspartiklar	0,0022	0,0014	0,0013	0,0013

⁶ Handboken för vägtrafikens luftföroreningar, kap 6: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo--for-dig-i-branschen/Luft/Dokument-och-lankar-om-luft/handbok-for-vagtrafikens-luftfororeningar/>

Emissionsfaktorer för vägtrafik, gram per fordonskm	Emissionsfaktorer, år 2017, enligt HBEFA3.3		Prognos, emissionsfaktorer år 2040 baserat på HBEFA3.3 i kombination med respektive förutsättningar i prognos A/B	
Slitagepartiklar	0,20	0,20	0,20	0,20
CO2	159	197	31	39
PERSONBIL diesel, Prognos A	Landsbygd	Stadstrafik	Landsbygd	Stadstrafik
NO _x (Kväveoxider)	0,60	0,62	0,09	0,09
Avgaspartiklar	0,0038	0,0063	0,0016	0,0029
Slitagepartiklar	0,20	0,20	0,20	0,20
CO ₂ (Koldioxid) fossil avg	106	133	64	81
PERSONBIL diesel, Prognos B	Landsbygd	Stadstrafik	Landsbygd	Stadstrafik
NO _x (Kväveoxider)	0,60	0,62	0,09	0,09
Avgaspartiklar	0,0038	0,0063	0,0016	0,0029
Slitagepartiklar	0,20	0,20	0,20	0,20
CO ₂ (Koldioxid) fossil avg	106	133	28	36

(Tabellen fortsätter på nästa sida)

Emissionsfaktorer för vägtrafik, gram per fordonskm	Emissionsfaktorer, år 2017, enligt HBEFA3.3		Prognos, emissionsfaktorer år 2040 baserat på HBEFA3.3 i kombination med respektive förutsättningar i prognos A/B	
	Landsbygd	Stadstrafik	Landsbygd	Stadstrafik
LÅTT LASTBIL, totalt, Prognos A				
NO _x (Kväveoxider)	0,73	0,54	0,10	0,07
Avgaspartiklar	0,0145	0,0207	0,0008	0,0018
Slitagepartiklar	0,20	0,20	0,20	0,20
CO ₂ (Koldioxid) fossil avg	147	156	54	58
LÅTT LASTBIL, totalt, Prognos B				
NO _x (Kväveoxider)	0,73	0,54	0,05	0,03
Avgaspartiklar	0,0145	0,0207	0,0004	0,0009
Slitagepartiklar	0,20	0,20	0,20	0,20
CO ₂ (Koldioxid) fossil avg	147	156	12	13
LASTBIL utan släp, Prognos A				
NO _x (Kväveoxider)	1,69	3,37	0,14	0,32
Avgaspartiklar	0,0316	0,0444	0,0024	0,0034
Slitagepartiklar	0,20	0,20	0,20	0,20
CO ₂ (Koldioxid) fossil avg	436	523	164	196
LASTBIL utan släp, Prognos B				
NO _x (Kväveoxider)	1,69	3,37	0,10	0,21
Avgaspartiklar	0,0316	0,0444	0,0016	0,0023
Slitagepartiklar	0,20	0,20	0,20	0,20
CO ₂	436	523	49	58
LASTBIL med släp, Prognos A				
NO _x (Kväveoxider)	1,75	3,09	0,26	0,38
Avgaspartiklar	0,0339	0,0441	0,0046	0,0058
Slitagepartiklar	0,20	0,20	0,20	0,20
CO ₂	639	796	364	451
LASTBIL med släp, Prognos B				
NO _x (Kväveoxider)	1,75	3,09	0,21	0,31
Avgaspartiklar	0,0339	0,0441	0,0037	0,0047
Slitagepartiklar	0,20	0,20	0,20	0,20
CO ₂	639	796	131	162

Tabell 7-1 Emissionsfaktorer väg 2017 samt 2040 för prognos A (referensprognos) samt prognos B (förutsättningar till basprognos 2020)

7.2.4.2 Järnväg

Emissionsfaktorer används då åtgärder inom järnvägssektorn utvärderas med samhällsekonomiska kalkyler. De emissionsfaktorer som rekommenderas bygger på de normer för utsläpp från mobila maskiner som finns i EU direktiv 1997/68/EG samt Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2016/1628. De specifika utsläppen från dieseldrivna motorvagnar och lok beror på vilken avgasklass motorn uppfyller. Motorer som placerats på marknaden tidigare och som inte uppfyller EU-kraven räknas som oreglerade. En styrka med nämnda emissionsfaktorer är att de är differentierade, vilket

är en tillgång bl.a. vid prissättning av externa effekter, samt att de genomsnittliga värdena enkelt kan uppdateras i takt med att den svenska fordonsparken förändras. En svaghet är att de är gränsvärden och inte visar de genomsnittliga utsläppen från motorer inom varje klass.

I Tabell 7-2 nedan redovisas de utsläppsnivåer som gäller för motorer i dieseldrivna motorvagnar och lok samt en uppskattning av typiska utsläpp från oreglerade motorer och bränsleförbrukning enligt en teknisk granskning av ovan nämnda direktiv utförd av Joint Research Center (2008). Endast de ämnen som ingår i samhällsekonomiska kalkyler redovisas här.

Emissionsfaktorerna för koldioxid avser utsläpp för diesel av miljöklass 1 utan inblandning av förnyelsebart bränsle enligt Svenska petroleum och biodrivmedelsinstitutet (2011). Vidare avser emissionsfaktorn de faktiska utsläppen vid avgasröret och inte utsläpp ur ett livscykelperspektiv. Bränsleförbrukningen för steg V antas vara samma som för steg IIIB. Emissionsfaktorerna uttrycks nedan i enheten gram per kilowattimme.

<i>Emissionsfaktorer samt bränsleförbrukning g/kWh</i>				
<i>Utsläpp lok</i>	<i>Bränsleförbrukning</i>	<i>NO_x</i>	<i>PM</i>	<i>CO₂</i>
Oreglerat	230	15,4	0,34	697
Steg III A	206	6,0	0,20	672
Steg III B och V	206	3,7	0,03	672
Utsläpp motorvagn				
Oreglerat	224	13,7	0,53	716
Steg III A	216	3,7	0,20	641
Steg III B	216	2,0	0,03	641
Steg V	216	2,0	0,02	641

Tabell 7-2 Emissionsfaktorer samt bränsleförbrukning uttryckta i g/kWh

I de samhällsekonomiska modeller och verktyg som används krävs dock emissionsfaktorer som är uttryckta i andra enheter. För att kunna beräkna marginalkostnader som kan relateras till dagens utformning av emissionskomponenten i banavgifterna krävs emissionsfaktorer uttryckta i gram per liter diesel. Ovanstående emissionsfaktorer har därmed räknats om med hjälp av bränsleförbrukningen som anges ovan samt densiteten för diesel⁷. Emissionsfaktorer uttryckta i gram per liter diesel anges i tabellen nedan.

⁷ Densiteten på diesel är ca 816 g/dm³.

Emissionsfaktorer g/l diesel			
Utsläpp lok	NO _x	PM	CO ₂
Oreglerat	54,6	1,21	2540
Steg III A	23,8	0,79	2540
Steg III B och V	14,6	0,10	2540
Utsläpp motorvagn			
Oreglerat	49,9	1,93	2540
Steg III A	13,8	0,76	2540
Steg III B	7,6	0,09	2540
Steg V	7,6	0,06	2540

Tabell 7-3 Emissionsfaktorer samt bränsleförbrukning uttryckta i g/l diesel

För att beräkna emissioner i samhällsekonomiska modeller som exempelvis Samkalk och Bansek krävs emissionsfaktorer uttryckta på annat sätt. För bimodala persontåg beräknas en genomsnittlig emissionsfaktor (g/tkm) för samtliga typer av fordon och körförhållanden. I beräkningen används en basfaktor (a) samt en tilläggfaktor (b) för tåg över 150 personer som adderar emissionerna i proportion till tågstorleken ($EF = a + bx$ där x är antal platser över 150). I Samkalk benämns dessa som "fasta EF" (a) respektive "marginella EF" (b). För beräkning av godstrafikens emissioner används emissionsfaktorer dels för linjedrift (g/ntkm) och dels för växling (g/växlingstimme). Ovanstående emissionsfaktorer har därmed räknats om med hjälp av uppgifter om bränsleförbrukning hämtade från IVL (2005). Dessa visas i tabellen nedan.

Genomsnittlig bränsleförbrukning	liter/tkm	liter/btkm
Lok	1,89	0,0053
Motorvagn		0,0127

Tabell 7-4 Bränsleförbrukning uttryckt i liter/tkm samt liter/btkm enligt IVL (2005)

För beräkning av emissionsfaktorer för en genomsnittlig dieseldriven motorvagn respektive lok krävs även kunskap om hur trafikarbetet är fördelat mellan fordon med olika motorklass, se tabell "Viktning motorklass nedan". Andelarna för år 2017 bygger på uppgifter utifrån inbetalda emissionsavgifter till Trafikverket. Andelarna för år 2040 är en bedömning gjord utifrån fordonsteknisk livslängd och utbyttestakt samt de olika avgasstegens införandeår.

Viktning avgasklass genomsnitt	År 2017	År 2040
Lok	Andel	Andel
Oreglerade	55 %	0%
Steg IIIA	5 %	0 %
Steg IIIB och V	40 %	100 %

Motorvagn		
Oreglerade	45 %	0 %
Steg IIIA	30 %	0 %
Steg IIIB	25 %	30 %
Steg V	0 %	70 %

Utifrån ovanstående beräkningsförutsättningar fås emissionsfaktorer uttryckta i gram per bruttotonkilometer för motorvagnar. Med uppgifter om vikt för minsta tåg (110 ton) och vikt för extra plats (0,73 ton) enligt ASEK 7 kan därefter emissionsfaktorer i gram per tågkilometer samt gram per platskilometer beräknas. Dessa visas i tabellen nedan.

Värdena i tabellen bygger på vikter för prognostågtypen bimodala tåg med förbränningsmotor. Finns mer exakta uppgifter om tågvikt för just den tågtyp analysen avser kan dessa användas för att beräkna mer specifika emissionsfaktorer.

Emissionsfaktorer bimodala tåg med förbränningsmotor g/tkm samt g/pkm år 2017

	NOx	PM	CO ₂	Enhet
Minsta tåg ("Fasta EF")	39,8	1,56	3548	g/tkm
Extra platser ("Marginella EF")	0,3	0,01	23,5	g/pkm

Tabell 7-5 Emissionsfaktorer för bimodala tåg med förbränningsmotor uttryckta i g/tkm samt g/pkm

Utifrån beräkningsförutsättningarna i Tabell 7-4 Bränsleförbrukning uttryckt i liter/tkm samt liter/btkm enligt IVL (2005) fås emissionsfaktorer uttryckta i gram per bruttotonkilometer och gram per tågkilometer för lok. Med uppgifter om genomsnittlig bruttovikt (1096 ton) och genomsnittlig nettolast (599 ton) för godstrafik⁸ har därefter genomsnittliga emissionsfaktorer i gram per nettotonkilometer för diesellok i linjedrift beräknats. Dessa visas i tabellen nedan. Finns mer exakta uppgifter om bruttovikt och nettolast för just den tågtyp analysen avser kan dessa användas för att beräkna mer specifika emissionsfaktorer än nedanstående schablonvärden. Emissionsfaktorerna för växling har ej kunnat uppdateras, varför de tidigare värdena fortsatt gäller tills vidare. Nedan visas emissionsfaktorer för dieseldrivna lok i linjedrift samt för växling.

Emissionsfaktorer lok g/netto-tonkm samt g/växlingstimme

	NOx	PM	CO ₂	Enhet
Diesellok i linjedrift	0,31	0,01	32,7	g/netto-tonkm
Diesellok växling T44	9100	192	208000	g/växlingstim
Diesellok växling Z/V	1080	37	40000	g/växlingstim

Tabell 7-6 Emissionsfaktorer för lok uttryckta i g/ntkm samt g/växlingstimme

7.2.4.3 Luftfart

Inga nya resultat av flygets emissionsfaktorer har tagits fram.

⁸ Bygger på uträkningar utifrån trafik- och transportarbete för godstrafik enligt Trafikanalys "Banstatistik 2017".

Flygets emissioner beräknas årligen av Luftfartsstyrelsen och används också vid planerade förändringar där persontransporter med flyg antas förändras. EF för flygtransporter ingår i Sampers/Samgods men beräkningar görs ofta manuellt baserat på beräknat trafikarbete.

Storleken på flygets EF varierar i olika beräkningsschabloner från 135 - 183 g CO₂/pkm respektive 0,39 - 0,66 g NO_x/pkm, d.v.s. med ± 12 procent respektive ± 26 procent av medelvärdet. IP-värdena är desamma som angivits i underlaget till Samkalk (Luftfartsstyrelsen 2005). Det kan noteras att kalkylatorvärdena från LFS, SAS och SJ baseras på specifika data för samma flygplanstyp (Boeing 737-600) med en högre kabinfaktor i SAS data. En ytterligare osäkerhetsfaktor är att Luftfartsstyrelsens underliggande data för bränsleförbrukning år 2006 var cirka 14 procent lägre än de data som används för den nationella utsläppsrapporteringen och baseras på SCB:s statistik över försålda bränslemängder.

<i>g/pkm</i>	CO ₂	NO _x
Utsläpp, inrikesflyg	162	0,66
LFS kalkylator	175	0,51
SAS kalkylator	181	0,48
SJs kalkylator	144	0,39
www.klimatbalans	160	-
IP	135	0,57
Banverket	183	0,53

Tabell 7-7 Emissionsfaktorer för persontransporter med flyg enligt olika källor; Luftfartsstyrelsens beräkningar från inrikes flygningar vid statliga flygplatser (Utsläpp, inrikesflyg), fyra olika webbaserade emissionskalkylatorer, beräkningsunderlag från inriktningsplaneringen 2010-2019 (IP) respektive Banverkets schabloner.

Värdet på EF är beroende av vilken flygplanstyp, vilken flygsträcka och andra förhållanden runt flygningen som beräkningarna baseras på. Om ett schablonvärde ska användas för hela inrikesflyget krävs därför en noggrann avvägning av vilka underlagsparametrar som används. Luftfartsstyrelsens utsläppsdata för inrikesflyg baseras på medelvärden av specifika data för vissa flygplanstyper och flygningar fastställda av FOI. En revision av denna beräkningsmodell beräknas färdig och implementerad hos Luftfartsstyrelsen under första halvåret 2008.

En annan aspekt på flygets utsläppsvärdering utgörs av osäkerheter i flygemissionernas totala bidrag till klimatpåverkan. Även om kvantitativa data ännu är osäkra anser flera bedömare att effekten av CO₂ bör uppvärderas med en korrektionsfaktor för att beakta uppvärmningseffekten av flygets emissioner av NO_x i stratosfären, partiklar och kondensstrimmor (Naturvårdsverket och Luftfartsstyrelsen 2006). ASEK rekommenderar 1,4 för inrikesflyg och 1,9 för utrikesflyg. Denna rekommendation finns i ASEK-rapportens kapitel 12.

7.2.4.4 Sjöfart

Under 2019-2020 har data över emissionsfaktorer och lastfaktorer (fyllnadsgrader) för sjöfarten tagits fram av M4Traffic inom ramen för projekt som finansierats av Trafikverket. De rekommenderade emissionsfaktorerna och lastfaktorerna är hämtade ur följande PM och rapporter, som finns publicerade i Dokumentarkiv på Trafikverkets externa hemsida:

- M4Traffic (2020), Emissionsfaktorer Ammoniak, Version 1.0 – Slutversion, 2020-03-31
- M4 Traffic (2019), Emisionsfaktorer för sjöfart och inlandsjöfart, Version 1.0 – Slutversion, 2019-08-31.
- M4 Traffic (2019), Fyllnadsgradre sjöfart, Version 1,0 – Slutrapport. 2019-09-27

Kartläggningen av fyllnadsgrader har utgått från olika fartygstyper definierade i ASEK. Fyllnadsgrader spelar en viktig roll för att inte under- eller överskatta nyttor till följd av olika sjöfartsrelaterade investeringsförslag och farledsutbyggnader när samhällsekonomiska kalkyler utförs.

De emissionsfaktorer för sjöfart som ska tillämpas (ASEK 7.0) är de som visas nedanstående tabell.

Emissionsfaktorer Sjöfart, gram/kg bränsle	2017	2040
MDO/MGO		
CO2 (Koldioxid)	3 206,0	3 206,0
Partiklar (PM)	1,0	1,0
NOX (Kväveoxider) 0 -10 tusen dwt	71,7	24,9
NOX (Kväveoxider) 10 - 25 tusen dwt	79,2	27,7
NOX (Kväveoxider) 25 - 50 tusen dwt	86,0	30,3
NOX (Kväveoxider) 50 - 100 tusen dwt	87,7	30,9
NOX (Kväveoxider) > 100 tusen dwt	88,0	31,0
Ammoniak, framdrivning	0,02	0,02
Ammoniak, katalysatorrening	0,37	0,37
Diesel (IVV)		
CO2 (Koldioxid)	3 175,0	3 175,0
Partiklar (PM)	0,5	0,2
NOX (Kväveoxider)	11,6	2,0
Ammoniak, framdrivning	0,01	0,01
Ammoniak, katalysatorrening	0,00	0,00

De lastfaktorer (fyllnadsgrader) för sjöfart som tillämpas i ASEK 7 är de som visas i nedanstående tabell.

	Ton/GT	Ton/DWT	TEU %
Container			15,50%
Torrbulk	0,52	25,50%	
Flytande Bulk	0,77	41,00%	
General Cargo	0,22	14,90%	

7.2.5 Beräkning utsläpp från vägtrafik – HBEFA-modellen

Tillämpning av HBEFA i Trafikverkets samhällsekonomiska verktyg

Trafikverket har stegvis gått från att beräkna samtliga emissioner och bränsleförbrukning i beräkningsmodellen VETO till att från och med 2020 basera beräkningarna på den europeiska emissionsmodellen HBEFA. Nedan beskrivs beräkningarna i HBEFA.

Utsläpp av luftföroreningar från vägtrafik kan delas upp i varmutsläpp av avgaser som sker från varmkörda fordon, kallstartsutsläpp som är det merutsläpp av avgaser som sker utöver varmutsläppet i samband med motorstart, utsläpp genom avdunstning av bränsle från fordons bränslesystem och slutligen generering av slitagepartiklar. Varmutsläpp och kallstartsutsläpp baseras på HBEFA version 3.3⁹. Emissionsfaktorn för slitagepartiklar baseras på uppgifter i den nationella klimatrapporteringen.

I detta avsnitt beskrivs hur emissionsfaktorer från HBEFA tillämpas och implementeras i framförallt verktyget EVA. Eftersom antalet emissionsfaktorer är mycket stort (flera tusen faktorer) är det inte meningsfullt att redovisa dessa här. Aktuella emissionsfaktorer går att ta del av genom att vända sig till respektive verktygsförvaltare.

Varmutsläppen beräknas för diskreta trafiksituationer beroende på vägtyp, hastighetsgräns och trafikbelastning. Varmutsläppen beräknas för både länk och korsning tillsammans, där inverkan av korsning förutsätts vara representativa för varje vägtyp. Vägtyperna som används i HBEFA framgår av tabellen nedan

⁹ <http://www.hbefa.net/e/index.html>

Area	ShortName	Comment	HBEFA code	Speed Limit										
				30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
Rural	1a Motorway-National	motorway, >= 2x2 lanes, grade separated	110 xxx											
	1c Semi-motorway	variable nr of lanes (Swedish 2+1, rural areas)	112 xxx											
	2 TrunkRoad/Primary-National	grade separated, >= 2x1 lanes, speedlimit 80-100 kmh	120 xxx											
	3a Distributor/Secondary	medium capacity road, minor artery/distributor/district connector; >= 2x1 or >= 1x2 lanes	130 xxx											
	3b Distributor/Secondary with curves	medium capacity road, minor artery/distributor/district connector; >= 2x1 or >= 1x2 lanes / with curves	131 xxx											
	4a Local/Collector	connection between villages; access to/from district distributors; <= 2x1lanes	140 xxx											
	4a Local/Collector with curves	connection between villages; access to/from district distributors; <= 2x1lanes / with curves	141 xxx											
	5 Access-residential	residential road, mostly priority rule, <= 2x1 lanes	150 xxx											
Urban	1a Motorway-National	motorway, >= 2x2 lanes, grade separated	210 xxx											
	1b Motorway-City	motorway, high-speed/high capacity road, expressway/major artery/ring road; >= 2x2 lanes; always grade separated	211 xxx											
	2a TrunkRoad/Primary-National	grade separated, >= 2x1 lanes, speedlimit 80-100 kmh	220 xxx											
	2b TrunkRoad/Primary-City	high-speed/high capacity road, expressway/major artery/primary road (but not motorway); >= 2x1 lanes; may be grade separated	221 xxx											
	3 Distributor/Secondary	medium capacity road, minor artery/distributor/district connector; >= 2x1 or >= 1x2 lanes	230 xxx											
	4 Local/Collector	connection between villages; access to/from district distributors; <= 2x1lanes	240 xxx											
	5 Access-residential	residential road, mostly priority rule, <= 2x1 lanes	250 xxx											
Assigned fleet compositions														
		=Motorway												
		=Rural												
		=Urban												

För att klassa vägnätet enligt HBEFA utifrån NVDB används översättningsnycklar baserade på kombinationer av väghållare, område, skyltad hastighet och funktionell vägklass, vägtyp. Exempel ges nedan för statlig väg landsbygd och hastighetsgräns 110.

Hastighet	Funktionell vägklass	Vägtyp	HBEFA-klass
110	0 Europaväg	1 Motorväg	11011x
110	0 Europaväg	2 Motortrafikled	11011x
110	0 Europaväg	3 Motortrafikled mötesfri	11211x
110	0 Europaväg	4 Fyrfältsväg	12011x
110	0 Europaväg	5 Vanlig väg	12011x
110	0 Europaväg	6 Vanlig väg mötesfri	11211x
110	1 Nationell stråk	1 Motorväg	11011x
110	1 Nationell stråk	2 Motortrafikled	11011x
110	1 Nationell stråk	3 Motortrafikled mötesfri	11211x
110	1 Nationell stråk	4 Fyrfältsväg	12011x
110	1 Nationell stråk	5 Vanlig väg	12011x
110	2 Riksväg	1 Motorväg	11011x
110	2 Riksväg	2 Motortrafikled	11011x
110	2 Riksväg	3 Motortrafikled mötesfri	11211x
110	2 Riksväg	4 Fyrfältsväg	12011x
110	2 Riksväg	5 Vanlig väg	12011x
110	2 Riksväg	6 Vanlig väg mötesfri	11211x
110	3 Primär länsväg	1 Motorväg	11011x
110	3 Primär länsväg	2 Motortrafikled	11011x
110	3 Primär länsväg	5 Vanlig väg	12011x
110	3 Primär länsväg	6 Vanlig väg mötesfri	11211x
110	4 Sekundär länsväg	1 Motorväg	11011x
110	4 Sekundär länsväg	5 Vanlig väg	12011x
110	5 Tertiär länsväg	1 Motorväg	11011x

Belastningen på timnivå för varje vägklass delas i fyra klasser (level of service).

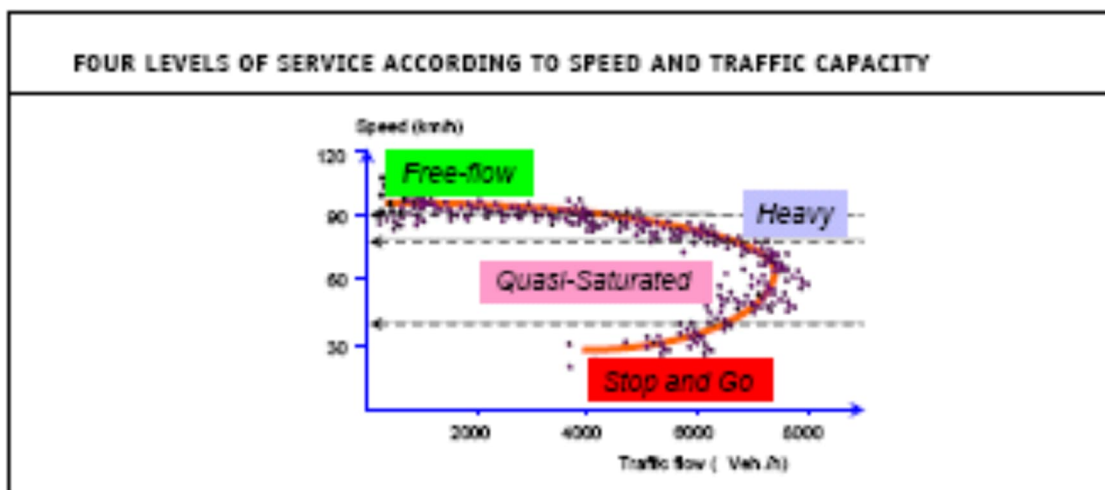


Figure 5 Source: Dorets 2006a, based on Lhuillier 2004

Freeflow	Free flowing conditions, low and steady traffic flow. Constant and quite high speed. Indicative speeds: 90-120 km/h on motorways, 45-60 km/h on a road with speed limit of 50 km/h. LOS A-B according to HCM.
Heavy	Free flow conditions with heavy traffic, fairly constant speed, Indicative speeds: 70-90 km/h on motorways, 30-45 km/h on a road with speed limit of 50 km/h. LOS C-D according to HCM.
Saturated	Unsteady flow, saturated traffic. Variable intermediate speeds, with possible stops. Indicative speeds: 30-70 km/h on motorways, 15-30 km/h on a road with speed limit of 50 km/h. LOS E according to HCM.
Stop+go	Stop and go. Heavily congested flow, stop and go or gridlock. Variable and low speed and stops. Indicative speeds: 5-30 km/h on motorways, 5-15 km/h on a road with speed limit of 50 km/h.

Några exempel på gränser för de olika belastningsfallen för olika vägtyper och antal körfält ges nedan:

220 xxx	Urban (2)	2a TrunkRoad/Primary-National	
4 kf	Heavy	Saturated	Stop&Go
70	1920	2720	4320
80	1920	2720	4320
90	2550	3612	5737
100	2520	3570	5670

För en given väg kommer trafiken under årets timmar att fördelas över de olika belastningsfallen. Vid måttlig trafik kommer samtliga timmar att tillhöra belastningsfallet free flow. Vid ökande trafik kommer allt fler timmar gå över till de högre belastningsfallen. Det kommer dock alltid att finnas timmar som har free flow. För att beräkna belastningen och resulterande emissioner kan man beräkna trafiken med tidsvariationskurvor och jämföra trafiken för varje enskild timma med belastningsfallen. Denna metod är lämplig vid luftkvalitetsberäkningar då man vill koppla emissionerna under en enskild timma med de meteorologiska förhållandena. I EVA är vi intresserade av

årsmedelemissionen och behöver bara veta fördelningen mellan de olika belastningsfallen. Vi kan då istället använda oss av rangkurvor.

Vi börjar med att räkna ut timflödet per riktning, rang och fordonstyp.

Exempel på rangtabell:

Rang	Antal timmar	Timflöde % av ÅDT (FQ_{xy})			% av TA (AQ_{yz})			Riktning-fördelning R1/totalt
		Pb	Lb_tät	lb_land	Pb	Lb_tät	lb_land	
1	30	12,7	4,6	3,7	1,1	0,4	0,3	0,63
2	700	9,2	5,6	5,2	17,5	10,7	9,9	0,55
3	4228	5,7	6,1	5,6	66,4	70,4	65,2	0,5
4	3802	1,4	1,8	2,4	15	18,5	24,6	0,5
Tot	8760	100	100	100	100	100	100	

Definitioner

ÅDT Årscygnstrafik

FR_{zx} Andel trafik i riktning z för rang x

A_y Andel av ÅDT för fordonstyp y

FQ_{xy} Timflöde % av ÅDT för rang x, fordonstyp y

Q_{xyz} Timflöde för rang x, fordonstyp y och riktning z

B_x Belastningsgräns för belastningsfall x

E_{fx} Emissionsfaktor för rang x

AQ_{yz} Andel trafik i rang z för fordonstyp y

Timflödet för rang x, fordonstyp y och riktning z beräknas enligt

$$Q_{xyz} = \text{ÅDT} \cdot FR_{zx} \cdot A_y \cdot FQ_{xy}$$

Totala timflödet för rang x och riktning z blir då

$$Q_{xz} = \sum_{y=1}^3 Q_{xyz}$$

Genomsnittlig emissionsfaktorn beräknas på samma sätt för varje enskild rang, riktning och fordonstyp

$$Q_{xz} < \frac{B_{Heavy}}{2} \quad Ef_{xyz} = Ef_{yFree-flow}$$

$$Q_{xz} < \frac{B_{Heavy} + B_{Saturated}}{2} : \quad Ef_{xyz} = Ef_{yFree-flow} + \frac{(Ef_{yHeavy} - Ef_{yFree-flow}) \cdot (Q_{xz} - \frac{B_{Heavy}}{2})}{\frac{B_{Heavy} + B_{Saturated}}{2} - \frac{B_{Heavy}}{2}}$$

$$Q_{xz} < \frac{B_{Saturated} + B_{Stopandgo}}{2} : \quad Ef_{xyz} = Ef_{yHeavy} + \frac{(Ef_{ySaturated} - Ef_{yHeavy}) \cdot (Q_{xz} - \frac{B_{Heavy} + B_{Saturated}}{2})}{\frac{B_{Saturated} + B_{Stopandgo}}{2} - \frac{B_{Heavy} + B_{Saturated}}{2}}$$

$$Q_{xz} < B_{Stopandgo} : \quad Ef_{xyz} = Ef_{ySaturated} + \frac{(Ef_{yStopandgo} - Ef_{ySaturated}) \cdot (Q_{xz} - \frac{B_{Saturated} + B_{Stopandgo}}{2})}{B_{Stopandgo} - \frac{B_{Heavy} + B_{Saturated}}{2}}$$

$$Q_{xz} \geq B_{Stopandgo} : \quad Ef_{xyz} = Ef_{yStopandgo}$$

Årsmedelemissionsfaktorn för riktning x och fordonstyp y fås sedan genom att vikta ihop emissionsfaktorerna för de olika rangerna

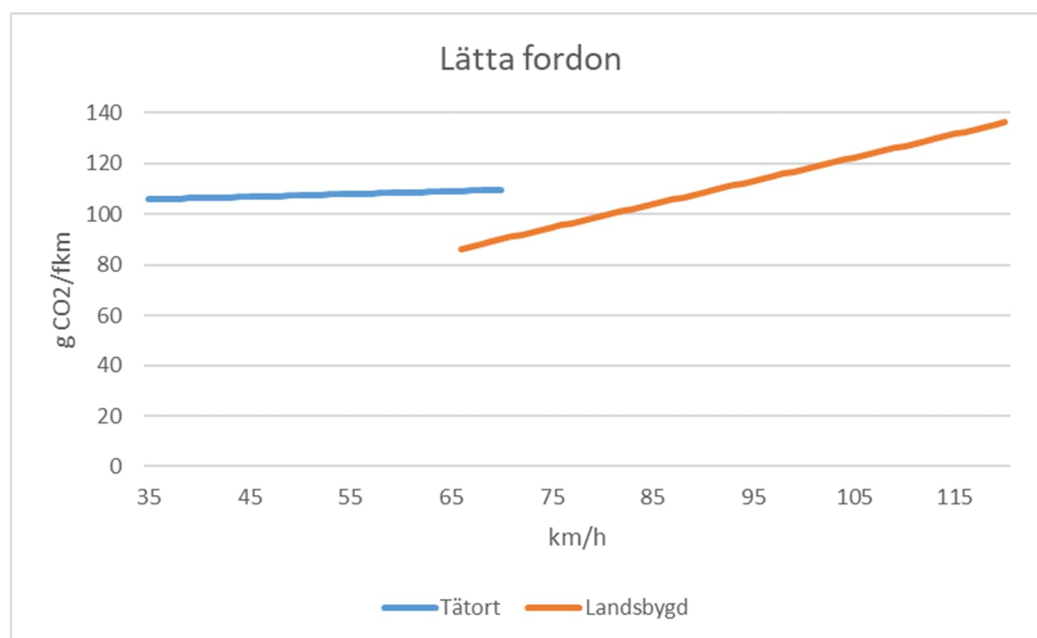
$$Ef_{xy} = \sum_{z=1}^{\max} AQ_{yz} \cdot Ef_{xyz} / AQ_y$$

Tillämpning av HBEFA för hastighetssamband (t.ex. i RHA-verktyget och EVA)

Som nämnts ovan baseras HBEFAs emissionsfaktorer på ett typiskt körmonster för respektive vägtyp och trafiksituation. Varmutsläppen beräknas för både länk och korsning tillsammans, där inverkan av korsning förutsätts vara representativa för varje vägtyp. Eftersom vägtyper med hastighetsgräns under ca 70 km/h innehåller en större andel stopp och högre frekvens av hastighetsförändringar kommer emissionsfaktorerna bli högre ju lägre hastigheten blir.

I vissa fall vill man dock kunna isolera effekten av enbart hastighetsförändringar på en i övrigt oförändrad väg. I dessa fall är det missvisande att direkt utgå från HBEFAs emissionsfaktorer för olika vägtyper eftersom egenskaper som andel stopp och antal accelerationer inte nödvändigtvis påverkas speciellt mycket av en hastighetsförändring i sig (genom exempelvis införande av ATK). Tvärtom blir körningen sannolikt ofta jämnare då man följer hastighetsbegränsningen, vilket skulle innebära lägre emissionsfaktorer vid lägre hastighet.

För dessa tillämpningsområden har ett hastighetssamband tagits fram enligt figur nedan, ett för tätort och ett för landsväg. Båda baseras på HBEFA men i tätortskurvan har emissionsfaktorerna justerats genom att rensa bort effekter av förändrat körmonster och på så sätt isolera effekten av en hastighetsförändring i sig¹⁰.



Figur 2. Hastighetssamband för CO₂ för tätort respektive landsbygd för lätta fordon år 2025 i ett referensscenario.

Koldioxideffekter ATK

En modell (bilaga 7.2) har tagits fram för att beräkna koldioxideffekter av nya ATK som sätts upp under ett år. Modellen använder information från befintliga ATK för att få fram en genomsnittlig fördelning av kameror på respektive sträckor med olika hastigheter samt en fördelning av trafikarbete på tunga och lätta fordon. Informationen om befintliga ATK räknas om till medelvärden som antas gälla för nya ATK. Emissionsfaktorer för utsläpp från fordon, fördelat per drivmedel, hämtas från Effektkatalogen. Effektsamband för utsläppsminskning tack vare ATK hämtas från modellen Trafikverket-EVA och effektsamband för en kameras influensområde hämtas från Effektkatalogen

¹⁰ Beräkningen har gjorts av Trafikverket baserat på underlag till rapporten WSP(2018), Geofencing, för säkerställande av hastighetsefterlevnad i innerstäder.

Kallstartutsläpp

I samband med start och under de första kilometerns körning är avgasutsläppen betydligt större än för varmkörda fordon. Det gäller framförallt för fordon med katalytisk avgasrening eftersom denna först måste bli tillräckligt varm för att kunna fungera. Effekterna beräknas i EVA därför enbart för personbilar. Kallstartutsläppen ges per sträckenhet och är beroende av andelen trafikarbete på länken som utförs av kallstartade fordon. Kallstartade fordon definieras här som fordon som har kört kortare än 0,91 km från start. Representativa andelar av trafikarbetet som utförs av kallstartade fordon för olika vägtyper anges i tabellen nedan:

TS nummer	Benämning i HBEFA	Andel kalla fkm på olika trafiksituationer
11008x	RUR/MW/80	0%
11009x	RUR/MW/90	0%
11010x	RUR/MW/100	0%
11011x	RUR/MW/110	0%
11012x	RUR/MW/120	0%
11209x	RUR/Semi-MW/90	0%
11211x	RUR/Semi-MW/110	0%
12006x	RUR/Trunk/60	7%
12007x	RUR/Trunk/70	7%
12009x	RUR/Trunk/90	0%
12010x	RUR/Trunk/100	0%
12011x	RUR/Trunk/110	0%
13005x	RUR/Distr/50	7%
13006x	RUR/Distr/60	7%
13007x	RUR/Distr/70	7%
13008x	RUR/Distr/80	7%
13009x	RUR/Distr/90	7%
13010x	RUR/Distr/100	7%
13105x	RUR/Distr-sin./50	7%
13106x	RUR/Distr-sin./60	7%
13107x	RUR/Distr-sin./70	7%
13108x	RUR/Distr-sin./80	7%
14005x	RUR/Local/50	7%
14006x	RUR/Local/60	7%
14007x	RUR/Local/70	7%
15003x	RUR/Access/30	7%
15004x	RUR/Access/40	7%
15005x	RUR/Access/50	7%
21008x	URB/MW-Nat./80	2%
21009x	URB/MW-Nat./90	2%
21010x	URB/MW-Nat./100	2%
21011x	URB/MW-Nat./110	2%
21012x	URB/MW-Nat./120	2%
21106x	URB/MW-City/60	34%

21107x	URB/MW-City/70	12%
21109x	URB/MW-City/90	2%
21111x	URB/MW-City/110	2%
22007x	URB/Trunk-Nat./70	12%
22008x	URB/Trunk-Nat./80	2%
22009x	URB/Trunk-Nat./90	2%
22010x	URB/Trunk-Nat./100	2%
22011x	URB/Trunk-Nat./110	2%
22105x	URB/Trunk-City/50	34%
22106x	URB/Trunk-City/60	12%
22107x	URB/Trunk-City/70	12%
22108x	URB/Trunk-City/80	2%
23005x	URB/Distr/50	34%
23006x	URB/Distr/60	12%
23008x	URB/Distr/80	2%
24006x	URB/Local/60	29%
25003x	URB/Access/30	25%
25004x	URB/Access/40	29%

De genomsnittliga kallstartsutsläppen (g/km) för personbilar på en länk beräknas i EVA enligt följande

$$KG_{iq} = KK_{iq} * Ak$$

Där KK_i är kallstartsutsläppen av ämne i från en kallstartad personbil år q .

KK_{iq} ges i tabellen nedan (g/km):	2017	2025	2040	2065
Kallstartsutsläpp				
Bränsle, bensin (ml/km)	30,98	33,59	34,96	34,96
Bränsle, diesel (ml/km)	16,82	16,71	16,83	16,83
NOx, bensin (g/km)	0,35	0,26	0,26	0,26
NOx, diesel (g/km)	-0,12	-0,08	-0,06	-0,06
PMavgas, bensin (g/km)	0,000	0,000	0,000	0,000
PMavgas, diesel (g/km)	0,013	0,005	0,004	0,004
CO2, bensin (g/km)	68,65	72,62	75,57	75,57
CO2, diesel (g/km)	33,95	29,77	30,00	30,00

Vid framtagning av emissionsfaktorerna i g/km har antagits en genomsnittlig kallstartssträcka på 910 meter¹¹.

Utsläpp av slitagepartiklar

I vägområdet finns partiklar med olika ursprung, t ex partiklar från omgivande markområden och industrier, men också från vägtrafiken och från vägens drift och underhåll, t ex i form av sandningssand. Vägtrafikens bidrag till partiklar i utomhusluften är väsentligt. En dominerande del av dessa partiklar (mätt som

¹¹ Ericsson och Larsson (2007) Kallstarters fördelning på trafiksituationer i tätort. PM – Slutrapportering av uppdrag för Naturvårdsverket Dnr 235-4806-06/Me, programområde frisk luft, Överenskommelse nr 501 0610, Lunds Tekniska Högskola

massan av inandningsbara partiklar, PM₁₀) i vägnära miljöer kommer från slitage och uppvirvling av partiklar som skapats av interaktionen mellan fordonsdäck och vägbeläggning under vinterhalvåret. Huvuddelen av slitagepartiklarna finns i storleksfraktionen från 0,5 µm och uppåt.

Från och med år 2020 värderas slitagepartiklar i de samhällsekonomiska analyserna. Detta har inte gjorts tidigare. Nedan redogörs för en komplex beräkningsmetodik vad gäller slitagepartiklar. Det bör dock poängteras att denna beräkningsmetodik inte kunnat implementeras i de samhällsekonomiska verktygen utan istället används en mycket enklare metod. Metoden baseras på att de totala emissionerna av PMslitage från vägtrafik som rapporteras inom ramen för den nationella klimatrapporeringen dividerats med totalt trafikarbete för att få fram en genomsnittlig emissionsfaktor i g per fordonskm (se Tabell 7-1). Denna metod ger sannolikt relativt bra uppskattning av de totala emissionerna och kostnaderna för dessa på övergripande nationell nivå. Däremot ger det otillräckligt underlag vid åtgärdsanalyser. Förhoppningen är att metoden kan utvecklas i framtiden för att integrera det kunskapsunderlag som finns inom området i de samhällsekonomiska beräkningarna.

Produktionen av slitagepartiklar bestäms bland annat av följande faktorer:

- dubbdäcksandel,
- stenmaterialet slitstyrka och största stenstorlek,
- fordons hastigheten.

Sambandet mellan totalt beläggningsslitage och emissionen av inandningsbara partiklar används för beräkning av emissioner av PM₁₀ i Trafikverkets råd för val av beläggning med hänsyn till miljö. De exakta kvantitativa sambanden mellan PM₁₀-halterna längs vägarna och olika faktorer såsom stenmaterial, maximal stenstorlek, stenhalt och fordons hastighet är dock inte säkerställda. Klart är dock att större slitage leder till ökad generering av partiklar.

Som approximation används här att mängden inandningsbara partiklar, PM₁₀, utgöra ca 5 procent av den totalt bortslitna mängden.

Enligt VTIs utredning, "Lågbullrande asfaltbeläggning – omräkningsfaktorer för nötningsresistens hos slitlager"¹², beräknas dubbdäcksslitaget för en referensbeläggning typ ABS16 med 70 procent material > 4 mm och kulkvarnsvärde = 7 vara 3,4 g/fordonskilometer och fordon med dubbdäck. Dubbdäcksslitaget från andra beläggningstyper kan beräknas med hjälp av VTIs sammanställning av omräkningsfaktorer för dubbdäcksslitage som framgår av *Tabell 7-8* och dubbdäcksfrekvenser i procent på helår framgår av tabell nedan.

Följande formel kan användas för att beräkna emission av PM₁₀ partiklar per genomsnittligt fordon.

$$E_{PM10} = DD/100 * 3,4 * 1000 * P_{PM10}/100 * RS$$

där

$$E_{PM10} = \text{Emission av PM}_{10} \text{ i milligram per fordonskilometer}$$

¹² Jacobson, Torbjörn: "Lågbullrande asfaltbeläggning – omräkningsfaktorer för nötningsresistens hos slitlager." VTI 2006

DD = Dubbdäcksfrekvens i % räknat på helår (tas från *Tabell 7-9*)

P_{PM10} = Procentuell andel av bortsliten mängd (sätts till 5 % här)

RS = Relativt slitage (tas från *Tabell 7-8*)

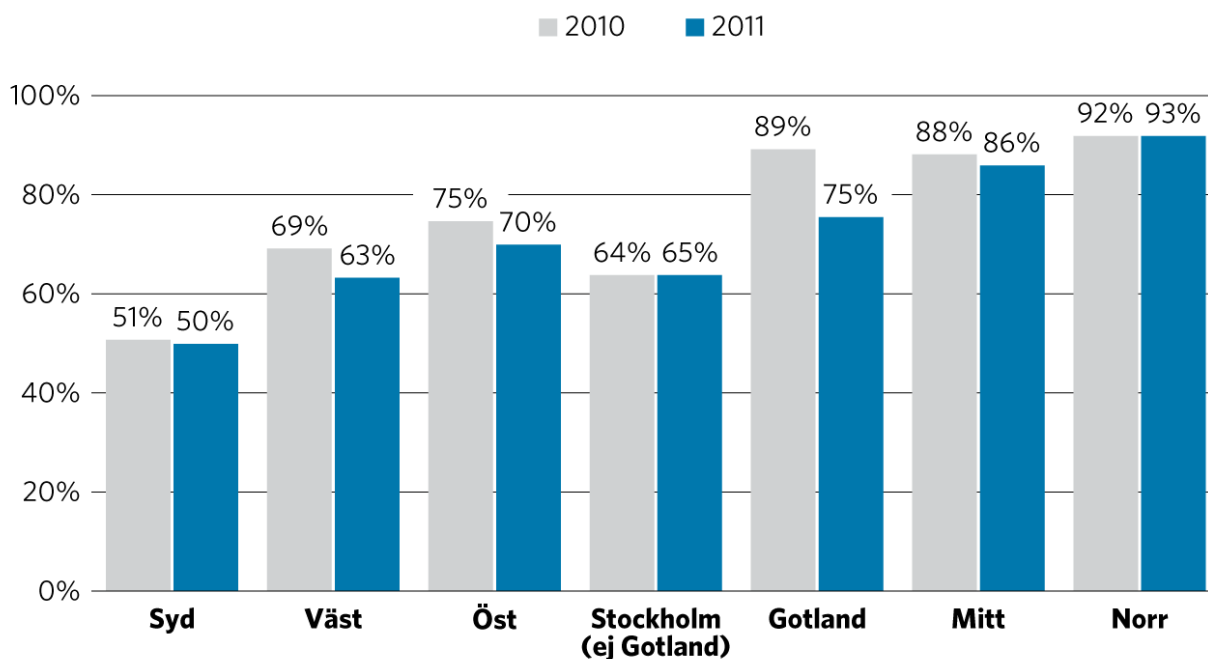
Dubbdäcksfrekvensen varierar över landet och är högst i norr och lägst i söder (se figur). Dubbräkning utförd i Stockholmsområdet visar att dubbanvändningen normalt börjar i oktober-november och avslutas i mitten av maj. En överslagsberäkning från mätningar i Stockholmsområdet visar att trafikarbetet med dubbanvändning motsvarar 5,2 månader med maximal dubbanvändning för regionen. Statistik över maximal dubbanvändning för Trafikverkets olika regioner har tagits fram av Däcksbranschens Informationsråd och finns publicerat i Trafikverkets publikationsserie. Finns även på hemsida under adress www.dackinfo.nu/undersokningar/vintertrafik. Med antagandet att dubbanvändningsperioden är ungefär lika lång i hela landet kan de årliga dubbfrekvenserna regionalt uppskattas som framgår av Tabell 7-9. Om användaren har mer exakta siffror går det givetvis bra att använda dem i stället.

Beläggning/Kulkvarnsvärde	Hastighet/Relativt slitage			
	50 km/h	70 km/h	90 km/h	110 km/h
Skelettasfalt 22, kk 7	0,5	0,7	0,9	1,1
<i>Skelettasfalt 16, kk 7 1/</i>	0,7	1,0	1,3	1,7
Skelettasfalt 11, kk 7	0,9	1,3	1,7	2,1
Skelettasfalt 8, kk 7	1,1	1,5	1,9	2,4
Skelettasfalt 22, kk 10	0,7	1,0	1,4	1,7
Skelettasfalt 16, kk 10	1,0	1,4	1,8	2,3
Skelettasfalt 11, kk10	1,2	1,6	2,2	2,7
Skelettasfalt 8, kk 10	1,3	1,8	2,4	3,0
Skelettasfalt 22, kk 14	1,1	1,5	2,0	2,5
Skelettasfalt 16, kk 14	1,3	1,8	2,4	3,1
Skelettasfalt 11, kk 14	1,5	2,1	2,8	3,5
Skelettasfalt 8, kk 14	1,7	2,3	3,0	3,8
ABT 22, kk 7	0,7	0,9	1,3	1,6
ABT 16, kk 7	0,9	1,3	1,7	2,1
ABT 11, kk 7	1,1	1,6	2,1	2,6
ABT 8, kk 7	1,3	1,7	2,3	2,9
ABT 22, kk 10	0,9	1,3	1,7	2,2
ABT 16, kk 10	1,2	1,6	2,2	2,7
ABT 11, kk10	1,4	1,9	2,6	3,2
ABT 8, kk 10	1,5	2,1	2,8	3,5
ABT 22, kk 14	1,3	1,8	2,4	2,9
ABT 16, kk14	1,5	2,1	2,8	3,5
ABT 11, kk14	1,7	2,4	3,2	4,0
ABT 8, kk14	1,9	2,6	3,4	4,3
ABD 16, kk 7	0,6	0,9	1,1	1,4
ABD 11, kk 7	0,8	1,1	1,5	1,9
ABD 16, kk 10	0,9	1,2	1,6	2,0
ABD 11, kk 10	1,1	1,5	2,0	2,5
ABD 16, kk 14	1,2	1,7	2,3	2,8
ABD 11, kk 14	1,4	2,0	2,6	3,3
Y1B 11-16, kk 7	0,6	0,9	1,1	1,4

Y1B 8-11, kk 7	0,8	1,1	1,5	1,9
Y1B 4-8, kk 7	1,0	1,3	1,8	2,2
Y1B 11-16, kk 10	0,9	1,2	1,6	2,0
Y1B 8-11, kk 10	1,1	1,5	2,0	2,5
Y1B 4-8, kk 10	1,2	1,7	2,2	2,8

1/ Referensbeläggning

Tabell 7-8. Sammanställning över omräkningsfaktorer för dubbdäcksslitage.



Figur 7-3. Uppmått andel i respektive region som körde med dubbdäck kvartal1 2010 och 2011 (8).

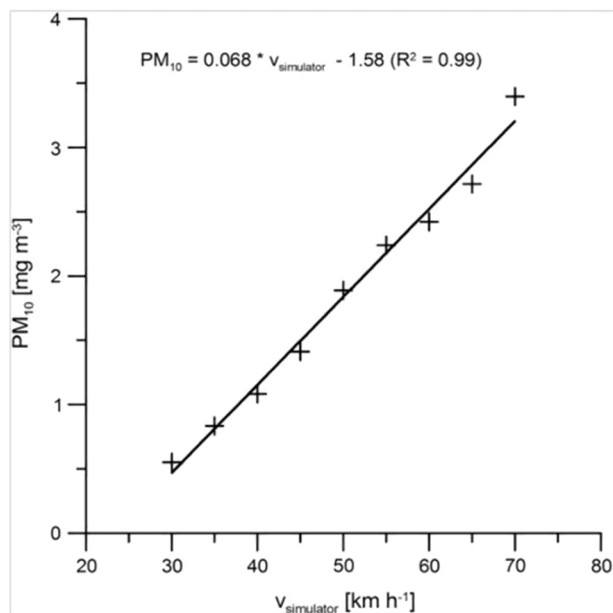
Region	Dubbfrekvens i %
Syd	$5,2/12 \cdot 50 = 22$
Väst	$5,2/12 \cdot 63 = 27$
Öst	$5,2/12 \cdot 70 = 30$
Stockholm (exkl Gotland)	$5,2/12 \cdot 65 = 28$
Gotland	$5,2/12 \cdot 75 = 32$
Mitt	$5,2/12 \cdot 86 = 37$
Norr	$5,2/12 \cdot 93 = 40$

Tabell 7-9. Dubbfrekvenser för helår i procent (2011).

Beräkningssamband för trafikrelaterade partikelemissioner från vägbane-, broms- och däcksslitage i förhållande till olika fordon och trafiksituationer för användning i planerings- och projekterings-sammanhang anges här. Mycket kunskap saknas, bl.a. hur start/stopp-körning och vägbanans lutning påverkar emissionerna.

Då dubbdäck används är stenmaterialets kvalitet (slitstyrka), stenhalten och stenstorleken de viktigaste parametrarna. Andelen av det totala slitaget som är PM₁₀ har studerats under senare år, men än så länge finns ganska begränsat underlag. Schablonmässigt antas att ca 5 % av det totala slitaget blir PM₁₀ (Gustafsson & Johansson, 2012). Mätningar med vägprovsmaskinen på VTI har också visat att PM₁₀ emissionen beror av största stenstorleken på så sätt att det blir högre emission för mindre största stenstorlek i beläggningen.

Fordonshastigheten påverkar slitaget och därmed bildningen av partiklar.

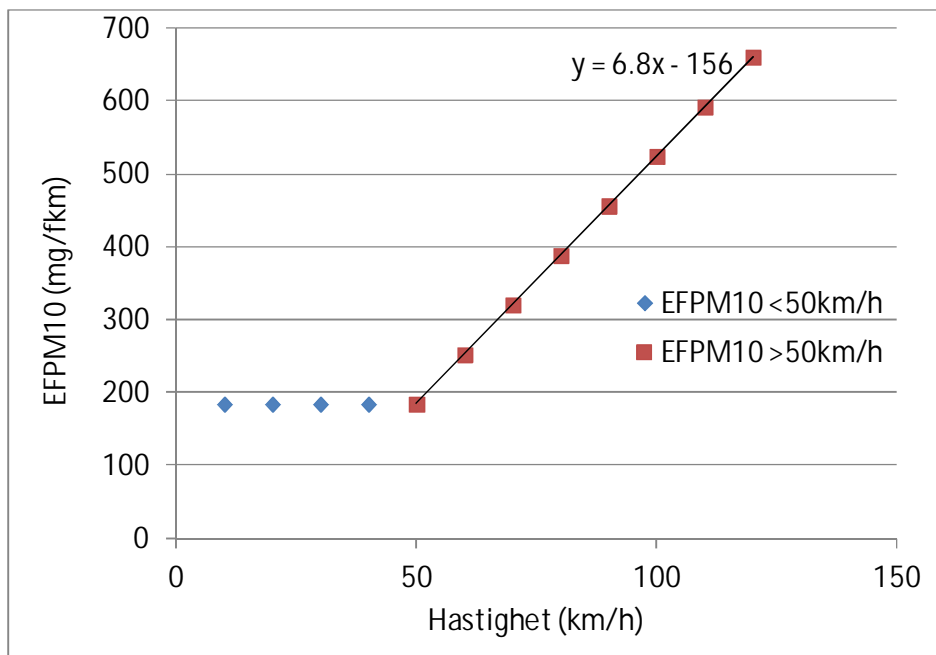


Figur 7-15: Samband mellan fordonshastighet och PM₁₀-bildning enligt Gustafsson et al. (2008).

I Trafikverkets beräkningsmodell (Slb Analys, 2012) används sambandet som erhöles av Johansson & Norman (2010) från mätningar längs olika infartsleder och Södra Länken tunneln. För jämn hastighet antas att emissionsfaktorn ökar med 68 mg/fkm per 10 km/h. Referensemissionsfaktorn som beräknats som 5 % av totala beläggningsslitaget som erhållits från slitagemodellen antas gälla för 70 km/h. För övriga hastigheter (V) beräknas emissionsfaktorn enligt:

$$EF_{PM10}(V) = EF_{PM10}[70 \text{ km/h}] + 6,8 \times (V-70)$$

Detta gäller för hastigheter högre än eller lika med 70 km/h. För stadskörning, hastigheter under 70 km/h, med mindre jämn trafik, mer start och stopp, antas emissionsfaktorn vara konstant.



Figur 7-16: Hastighetens påverkan på emissionsfaktorn vid dubbdäckanvändning.

Det finns betydligt mindre av information när det gäller odubbade däckslitage av vägbeläggningar. I provvägsmaskin ger dubbdäck 40-50 gånger mer PM₁₀ vid 70 km/h än de odubbade däck. Emissionsfaktorn antas variera med hastigheten på samma sätt som däckslitage:

$$EF_{PM10} = (V \times -0,01 + 1,8) \times EF_{PM10}[70 \text{ km/h}]$$

Fordon	EF _{TSP} (mg/fkm)	f _{PM10}
Personbil	15,0	0,50
Lätt lastbil	15,0	0,50
Tung lastbil/buss	76,0	0,50
Tung lastbil med släp	76,0	0,50

Tabell 7-10 Emissionsfaktorer för beläggningsslitage på grund av icke dubbade däck samt andelen PM₁₀ enligt Boulter (2004).

För broms- och däckslitage används sambanden som presenteras i Boulter (2004). Emissionsfaktorn för PM₁₀ beräknas som:

$$EF_{PM10} = EF_{TSP} \times f_{PM10} \times S(v) \times LCF \times N_{ax}/2$$

där

EF_{TSP} = emissionsfaktorn för totala mängden suspenderade partiklar (TSP)

f_{PM10} = Andelen PM10 av TSP

$S(v)$ = korrektion för medelhastigheten

LCF = korrektion för lasten för tunga fordon

N_{ax} = antal axlar på tungt fordon

EF_{TSP} beror på fordonstyp enligt *Tabell 7-11*. Ingen skillnad görs för olika däck- och bromstyper.

Fordonstyp	Däckslitage		Bromsslitage	
	EF_{TSP} (mg/fkm)	f_{PM10}	EF_{TSP} (mg/fkm)	f_{PM10}
Personbil	10,7	0,60	7,5	0,98
Lätt lastbil	16,9	0,60	11,7	0,98
Tung lastbil, buss	$10,7 \times LCFd^{1)}$	0,60	$23,5 \times LCFb^{3)}$	0,98
Lastbil med släp	$10,7 \times LCF \times 1,5^{2)}$	0,60	$23,5 \times LCFb^{3)}$	0,98

Tabell 7-11 Emissionsfaktorer för däck- och bromsslitage för olika fordonstyper.

¹⁾ $LCFd = 1,41 + 1,38 \times LF$; LF = load factor, varierar mellan 0 och 1; antas vara 0,5

²⁾ $N_{ax}/2 = 1,5$ för lastbil med släp.

³⁾ $LCFb = 1 + 0,79 \times LF$; LF = load factor, varierar mellan 0 och 1; antas vara 0,5

Hastighetskorrektionen för däck och bromsslitage görs enligt nedanstående samband:

För bromsslitage används sambandet:

$$EF_{PM10} = (V \times -0,0264 + 2,7045) \times EF_{PM10}[70 \text{ km/h}]$$

För däcksslitage används sambandet:

$$EF_{PM10} = (V \times -0,01 + 1,8) \times EF_{PM10}[70 \text{ km/h}]$$

Partiklar i allmänhet har koppling till olika former av besvär, sjukdom och förtida död i befolkningen och det finns inte någon säkerställd nedre haltgräns under vilken effekter inte uppkommer. Grovfraktionen av PM10, dit slitagepartiklar från vägbaneslitage hör, har visats ha en koppling till negativa effekter på människans hälsa, och höga halter bidrar bland annat till fler öppenvårdsbesök för astma, fler sjukhusinläggningar för luftvägssjukdomar och effekter på akut dagligt död.

Eftersom effekterna på hälsa sannolikt skiljer sig mellan slitagepartiklar och avgaspartiklar kan inte samma värdering användas. Se aktuell värdering för avgaspartiklar per exponeringsenhet i tätort i senaste ASEK- rapport. Effekterna på dödlighet är troligen lägre av slitagepartiklar jämfört med avgaspartiklar medan skillnaderna är mindre för sjukdomskostnader.

7.2.5.1 Bestämning halter av luftföroreningar¹³

Objektiv skattning och nomogrammetoden

En första bedömning av haltnivån invid en gata/väg kan göras med objektiv skattning. Förhållandena kan t.ex. jämföras med andra gator/vägar med liknande förutsättningar, där förhållandena är mer kända. Enligt luftkvalitetsförordningen och de bakomliggande direktiven får miljökvalitetsnormerna kontrolleras genom objektiv skattning när luftkvaliteten är så pass god att halterna ligger under den nedre utvärderingströskeln, se *Tabell 7-12*.

¹³ Detta avsnitt är i stort hämtat från Handbok för vägtrafikens luftföroreningar .
<http://www.trafikverket.se/Privat/Miljo-och-halsa/Halsa/Luft/Dokument-och-lankar-om-luft/Handbok-for-vagtrafikens-luftfororeningar/>

Intervall	Utvärderingskrav	Lämplig metod för utvärdering
< nedre utv. tröskeln	Enkel beräkning eller objektiv skattning av totalhalter (bakgrundshalt + lokalt haltbidrag)	Inledande bedömning av luftkvaliteten i ett område. Jämförelse med andra närliggande orter, nomogram, enklare beräkningar eller enkla mätningar (andra metoder än de rekommenderade kan användas).
> nedre utv. tröskeln < övre utv. tröskeln	Kontinuerliga mätningar i samverkansområde. Indikativa mätningar i kommuner som inte ingår i samverkansområde*.	Mätningar huvudsakligen där halterna är höga och där människor vistas (gaturum). Kontinuerliga mätningar skall utföras med referens- eller likvärdiga metoder under ett helt kalenderår. Indikativa mätningar kan utföras med andra standardiserade metoder och skall täcka minst 14 % av ett kalenderår (jämt fördelat över året). Även här kan SIMAIR användas för en mer avancerad beräkning.
> övre utv. tröskeln	Kontinuerliga mätningar*. Kompletterande kontroll med modellberäkningar eller indikativa mätningar minskar krav på antal station upp till 50%.	Mätningar och beräkningar huvudsakligen där halterna är höga och där människor vistas (gaturum). Mätningarna skall utföras med referens- eller likvärdiga metoder under ett helt kalenderår. Även här kan SIMAIR användas för en mer avancerad beräkning.
> miljökvalitetsnormen	Kontinuerliga mätningar. Kompletterande kontroll med modellberäkningar eller indikativa mätningar minskar krav på antal station upp till 50%.	Mätningar och beräkningar huvudsakligen där halterna är höga och där människor vistas (gaturum). Mätningarna skall utföras med referens- eller likvärdiga metoder under ett helt kalenderår. Mätningar kan även kombineras med haltberäkningar med hjälp av spridningsmodeller se t.ex. Trafikverkets Handbok och SIMAIR

Tabell 7-12. Utvärderingsstrategi för luftkvalitet¹⁴

För en första bedömning av halter av NO₂ och PM₁₀ bör jämförelsen kompletteras med skattningar enligt nomogrammetoden. Nomogrammetoden är en beräkningsmetod som är avsedd att användas vid objektiv skattning av föroreningshalterna på platser där mätningar saknas. Om de uppskattade halterna ligger under de nedre utvärderingströsklarna, bör denna metod räcka som underlag för utvärdering. Om de uppskattade halterna är högre, behövs en noggrannare utvärdering med hjälp av modeller och/eller mätning. Beräkningsmetoden kan sägas omfatta fyra delar. I de tre första delarna uppskattas årsmedelvärden av PM₁₀ och NO₂. I den fjärde delen bestäms extremvärden (percentiler).

¹⁴ Referenslaboratoriet för tätortsluftmätningar
http://www.aces.su.se/reflab/kontroll_MKN.html

- A. Uppskatta lokala emissioner från vägtrafik
- B. Uppskatta lokala haltbidrag
- C. Uppskatta bakgrundsbidrag
- D. Uppskatta extremvärden (percentiler)

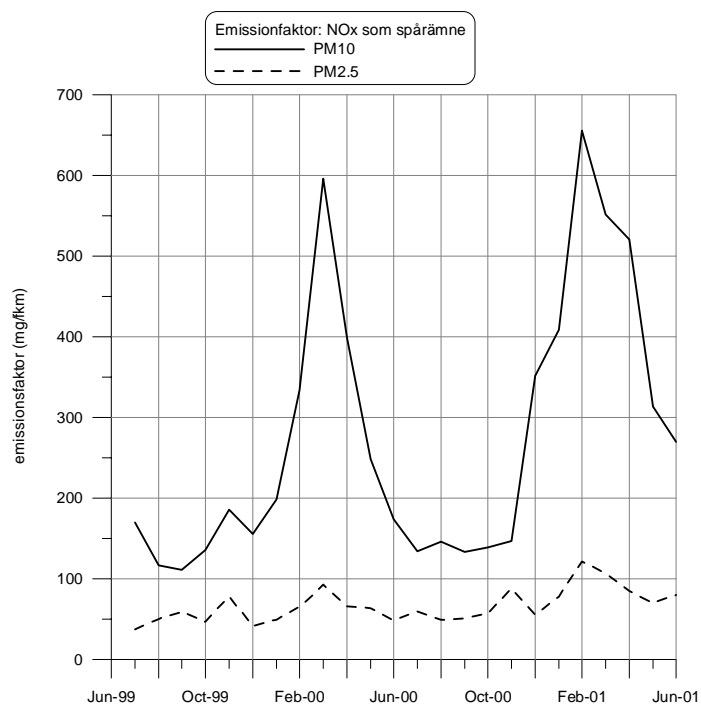
De olika delarna beskrivs nedan mer i detalj.

A. Uppskatta lokala emissioner från vägtrafik

De lokala emissioner för vägtrafik som skall användas i nomogrammetoden skall vara medelemissioner under ett år. Dessa kan beräknas enligt metod beskriven ovan gällande utsläpp från biltrafik. Observera att i nomogrammen för NO₂ skall NO_x emissioner användas som ingångsvärden. Nomogrammen i sig innehåller en omvandlingsfaktor mellan NO_x och NO₂.

För *uppvirvlade partiklar* finns inte så mycket information. Typiska variationer ges av analyserade förhållanden på Hornsgatan i Stockholm, som visas i figuren nedan. Emissionsfaktorn för hela perioden uppskattas till ca 274 mg/f km och för år 2000 till ca 250 mg/f km. I detta ingår såväl avgasrelaterade partiklar som uppvirvlad. För att bara få uppvirvlingsdelen behövs den avgasrelaterade delen tas bort. För Hornsgatan uppskattats denna del till 41 mg/fkm.

Uppvirvlingsdelen uppskattas därför till ca 233 mg/f km för hela perioden och till ca 209 mg/f km för år 2000. Denna emissionsfaktor används för både landsväg och tätort samt för samtliga år i tabellen ovan. Detta liksom att använda samma emissionsfaktor för hela landet är en kraftig förenkling. Forskning pågår för att ta fram bättre emissionsfaktorer för uppvirvling.



Figur 7-17. Beräknade emissionsfaktorer för PM10 och PM2.5 halter(mg/fkm) vid Hornsgatan för mätperioden 1999-08 till 2001-06.

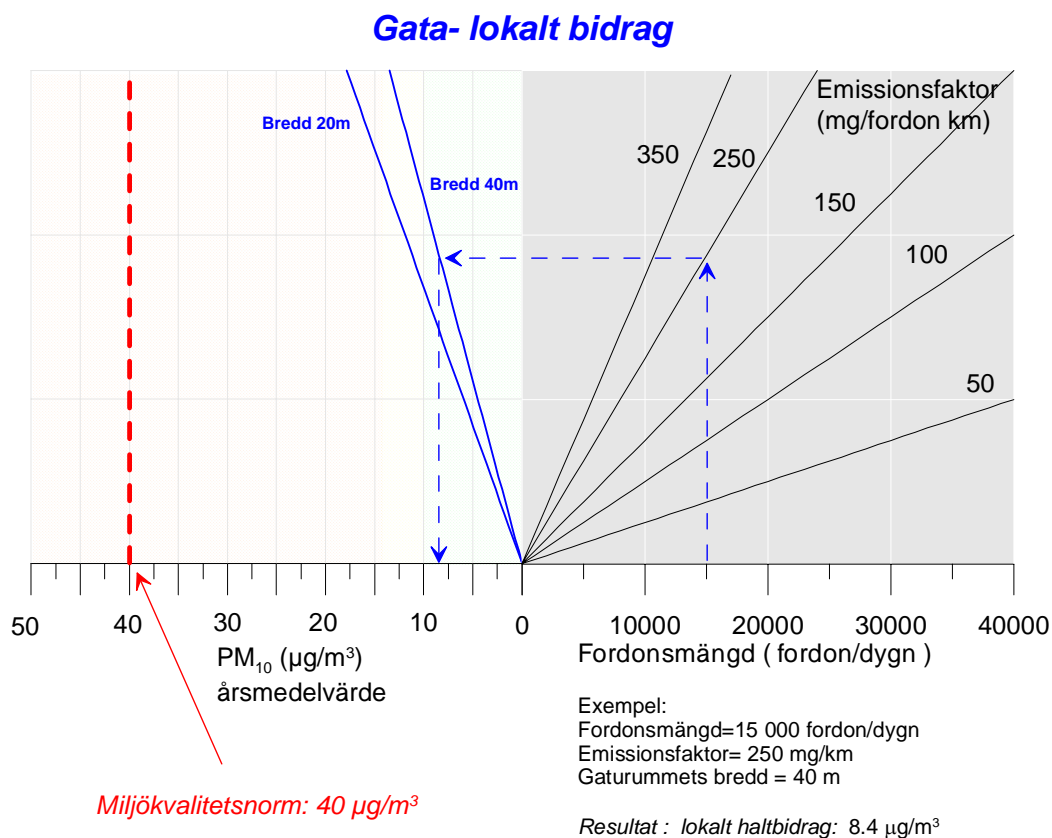
B. Uppskatta lokala haltbidrag

Efter att trafikmängd och emissionsfaktor bestämts beräknas det lokala haltbidraget med hjälp av nomogram. Nomogrammen avser trafik på öppen väg respektive i gaturum.

Gaturum innebär gata i en tätort som omges av byggnader på en eller båda sidorna av gatan¹⁵. Luftkvaliteten skall vara representativ för ett omgivande område som omfattar minst 200 m². Provtagnings-utrustning för gaturum bör placeras minst 25 meter från större vägkorsningar, minst 4 meter från mitten av närmaste körfältet och vid närliggande bebyggelse ca 1 meter från fasad. Intaget bör placeras högst 5 meter från trottoarkanten och mellan 1,5 meter (andningszon) och 4 meter över marknivå.

Öppen väg anses föreligga i övriga fall, d.v.s. spridd bebyggelse eller helt öppen terräng.

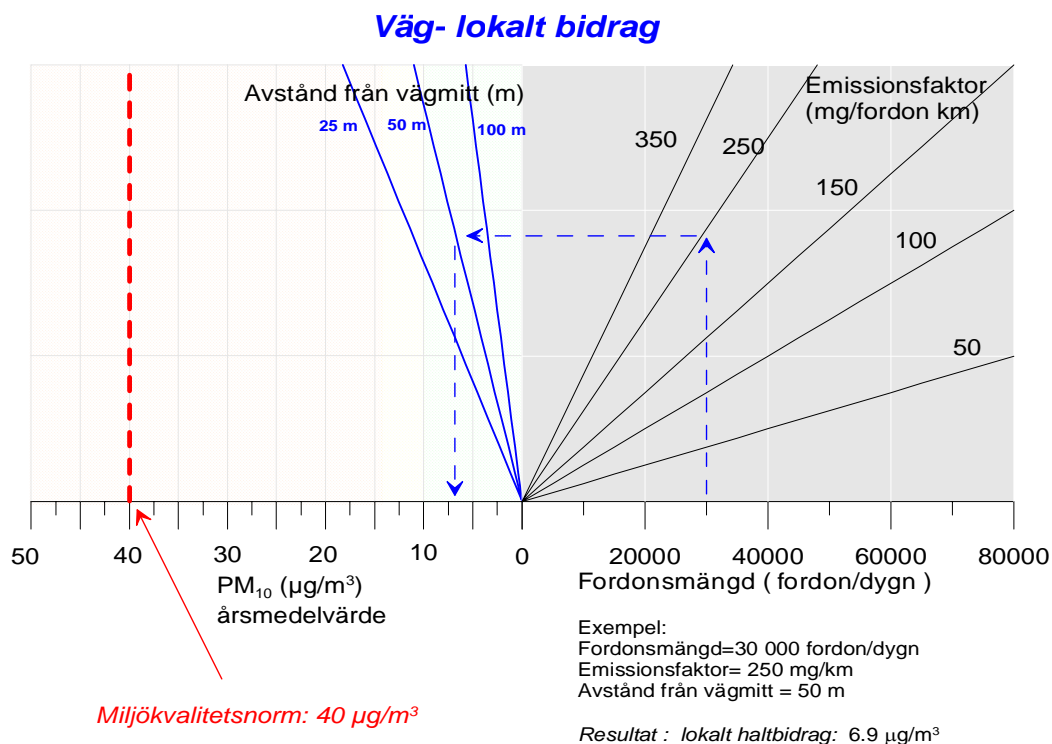
I Figur 7-18 till och med Figur 21 nedan visas nomogrammen för PM₁₀ halter och i nomogrammen för NO₂ halter¹⁶.



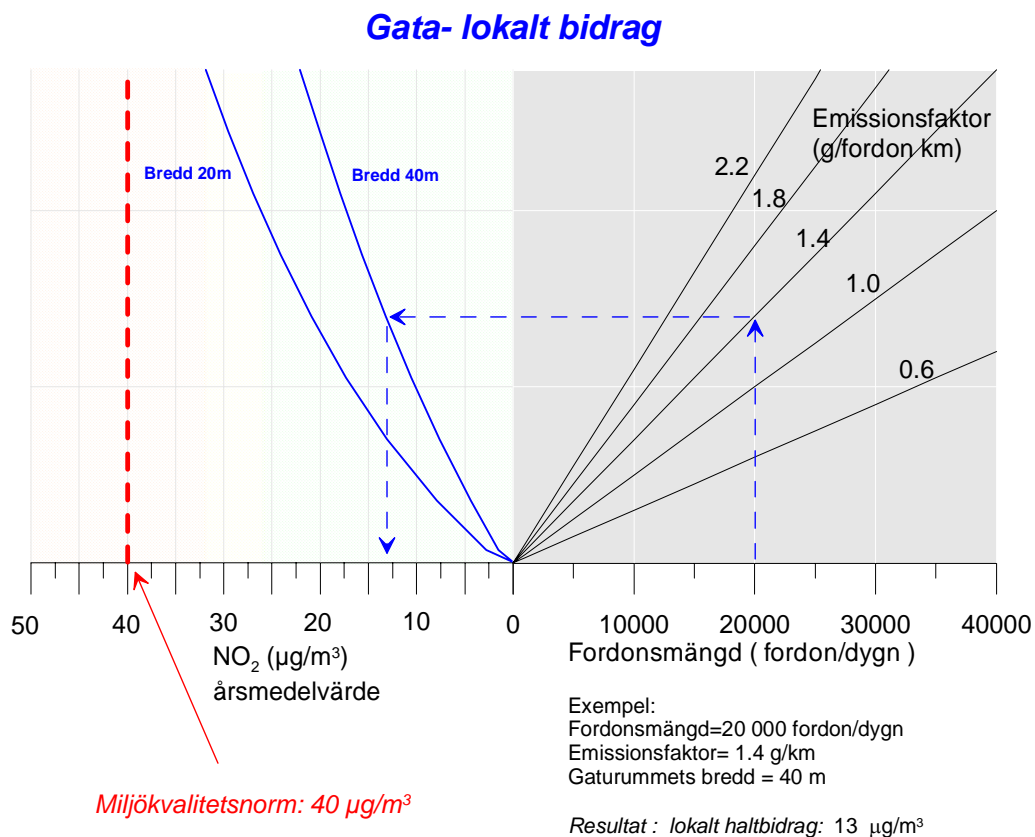
Figur 7-18. Nomogram för beräkning av lokala bidrag från gaturum till årsmedelhalter av PM₁₀ (µg/m³).

¹⁵ Definition av gaturum och öppen väg enligt Referenslaboratoriet för tätortsluft

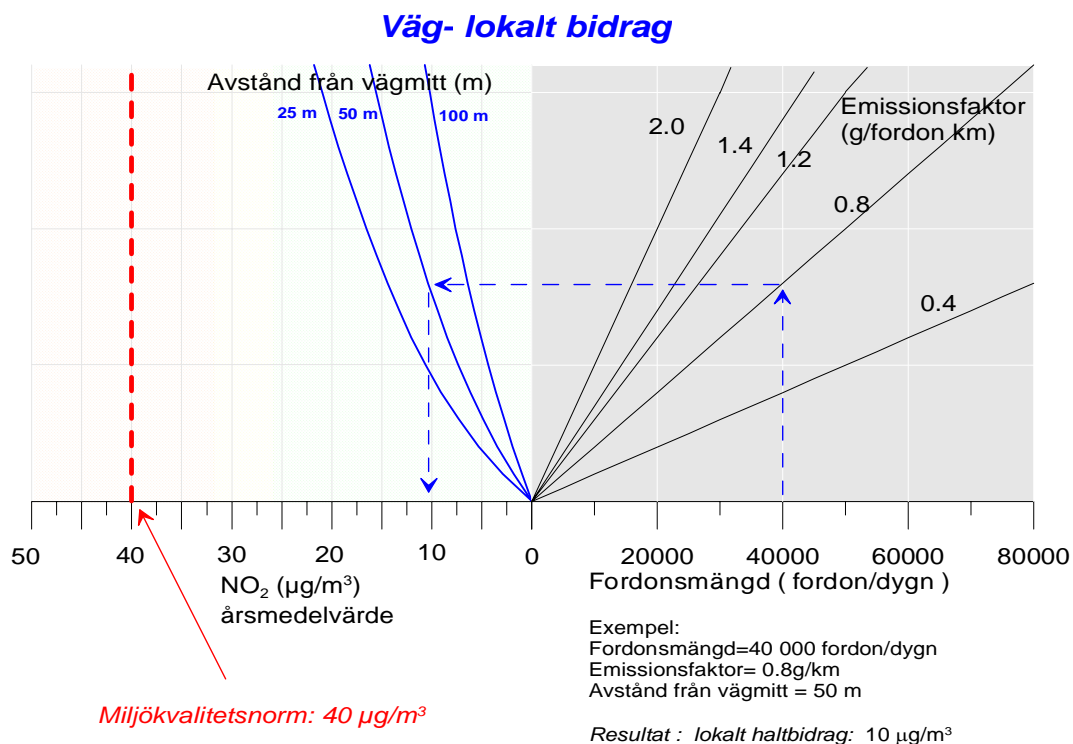
¹⁶ Källa: "Nomogram för uppskattning av halter av PM₁₀ och NO₂" (SMHI nr 102 2001, reviderad version december 2004, http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.14414!/SMHI_2004_rev_nomo.pdf).



Figur 7-19. Nomogram för beräkning av lokala bidrag från öppen väg till årsmedelhalter av PM₁₀ (µg/m³).



Figur 7-20. Nomogram för beräkning av lokala bidrag från gaturum till årsmedelhalter av NO₂ (µg/m³).



Figur 7-21. Nomogram för beräkning av lokala bidrag från öppen väg till årsmedelhalter av NO₂ (µg/m³).

C. Uppskatta bakgrundsbidrag

Till de lokala halterna som beräknats i avsnittet ovan skall bakgrundsbidraget läggas till. För partiklar kan bakgrundsbidrag uppskattas i enlighet med Tabell 7-13.

Skåne	14.6 - 16.1
Övriga Götaland	12.8 - 13.2
Svealand	12.0 - 12.5
Norrland	9.3 - 10.0

Tabell 7-13. Uppskattade bakgrundsbidrag för PM₁₀ (µg m⁻³) motsvarande år 2000.

För kvävedioxid finns mer omfattande mätdata. IVL Svenska Miljöinstitutet är på uppdrag av Naturvårdsverket datavärd för resultat från miljöövervakningen inom luftkvalitet i urban miljö. Data kommer från kommunernas egna mätningar och via IVL:s URBAN mätningar¹⁷.

¹⁷ Databasen nås genom länken <http://www.ivl.se/tjanster/datavardskap/luftkvalitet.4.7df4c4e812d2da6a41680004804.html>

En grov uppskattning av urbana bakgrundshalter, som funktion av storlek på tätort kan erhållas via Tabell 7-14.

	NO ₂ (µg m ⁻³), årsmedelhalt
Liten tätort (< 10 000 innevånare)	10
Medelstor tätort (mellan 10 000-250.000 innevånare)	15
stor tätort (>250 000 innevånare)	20

Tabell 7-14. Uppskattade urbana halter av NO₂ (µg m⁻³) som funktion av storlek på tätort för år 2000.

För landsbygd är bakgrundsvärdet av NO₂ betydligt lägre, men samtidigt finns en nord-sydlig gradient. Nationella bakgrundshaltdata har beräknats med hjälp av den så kallade MATCH-Sverige modellen och presenteras för olika år på SMHI:s hemsida¹⁸.

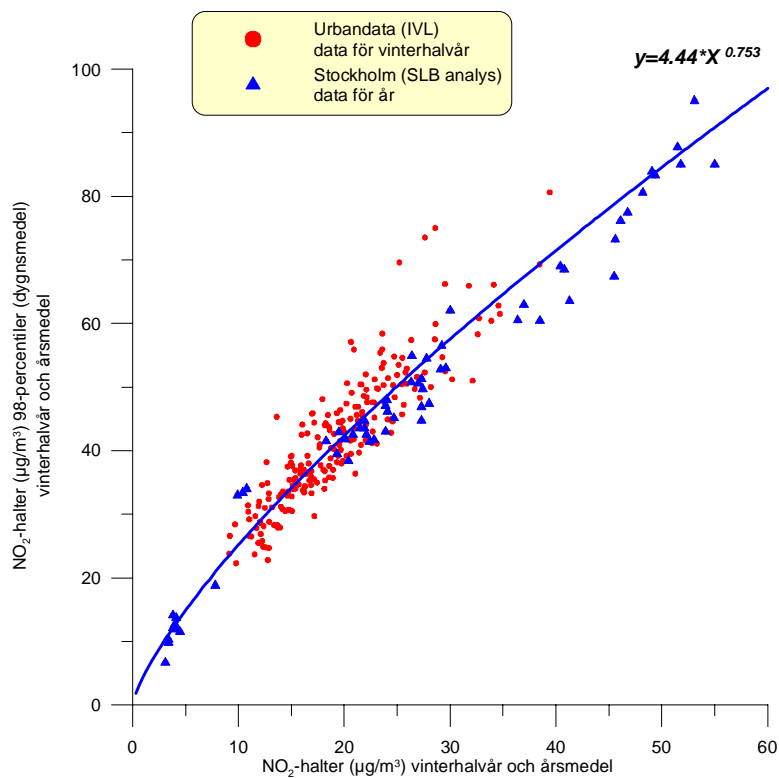
Skåne	10
Övriga Götaland och Svealand	7
Norrland	4

Tabell 7-15. Uppskattade halter av NO₂ (µg m⁻³) på landsbygd år 1998.

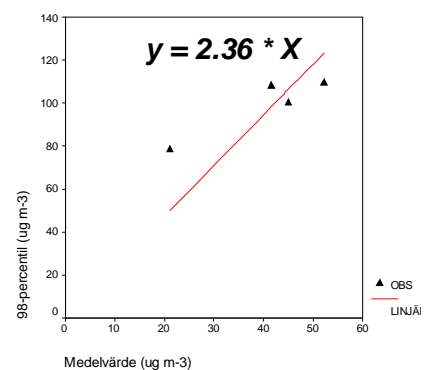
D. Uppskatta extremvärden (percentiler)

Extremvärden uttryckt som percentiler kan bestämmas med hjälp av mätdata. Om årslånga mätserier finns disponibla från den ort där utvärderingen sker, så rekommenderas användning av lokalt bestämda kvoter mellan percentiler och medelvärde. Om inte sådana data finns kan sambanden i figurerna nedan användas.

¹⁸ <http://www.smhi.se/klimatdata/miljo/atmosfarskemi>



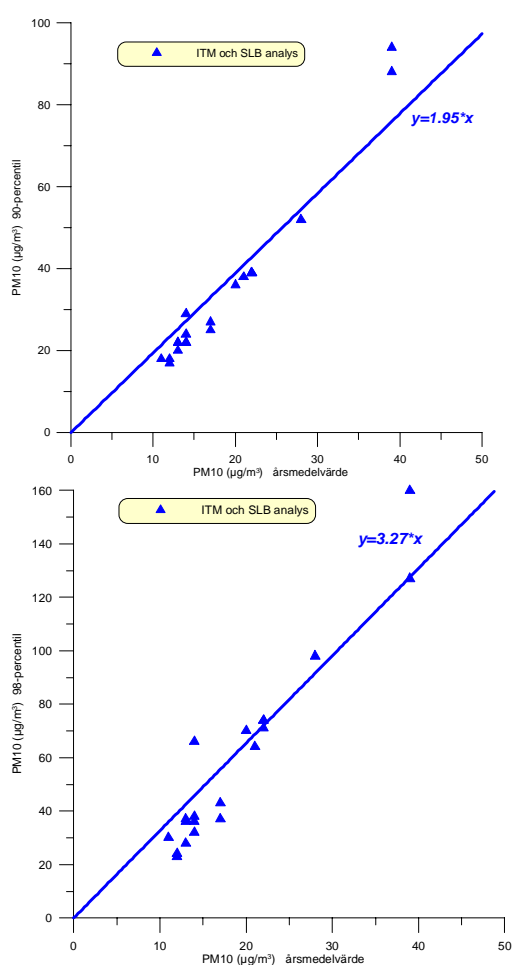
Figur 7-22 Samband mellan 98-percentiler (dygnsmedel) och medelhalter för NO₂ (µg/m³). Röd markering anger data från Urbanprojektet. 98-percentil- och vinterhalvårshalter för de tätorter och år som visas i figur 2.1 har använts. Blå markering anger årsvärden av 98-percentiler och medelvärden för olika platser i Stockholm (SLB-analys).



Figur 7-23 Linjärt samband mellan 98-percentiler och medelvärden för timvärden av NO₂ uppmätta i gaturum eller nära väg i Stockholm, Göteborg och Malmö (juli 1999 – juni 2001).

PM_{10} (90-percentil)

PM_{10} (98-percentil)



Figur 7-24. Samband mellan percentiler och medelvärden för dygnsvärden av PM_{10} uppmätta under Kartläggningsprojektet år 1999/2000 (ITM) och i Stockholm 1999/2001 (SLB-analys).

Modellering

Om den första bedömningen visar att halterna, skattade antingen som medelvärde eller som extremvärde ligger över den nedre utvärderingströskeln för luftkvalitet behöver man gå vidare med en noggrannare bedömning.

En noggrannare bedömning innebär att man bättre beskriver de för halten viktiga förhållanden som råder för platsen och hur dessa varierar över året.

Här rekommenderas att använda systemet SIMAIR¹⁹ för den fortsatta bedömningen av föroreningshalter av NO_2 och partiklar (PM_{10}) i vägars närhet, eftersom systemet tar hänsyn till uppgifter från NVDB samt tar hänsyn till bidrag från andra kända källor, däribland långdistanstransport, svenska källor och källor i tätort. Systemet kan bl.a. användas för att analysera bidrag från olika källområden samt redovisa beräknade emissioner från vägtrafiken enligt HBEFA-modellen. Systemet SIMAIR är utvecklat för användning på kommunal nivå eller på Trafikverkets regioner. Beräkningarna kan även utföras med någon annan beräkningsmodell för vägtrafik om den bedöms bättre. Större tätorter

¹⁹ Mer information om SIMAIR: www.luftkvalitet.se

(Stockholm och Göteborg) har avancerade beräkningsmodeller med utsläppsdata.

SIMAIR använder sig i grunden av den europeiska emissionsmodellen HBEFA. Till skillnad vad som redovisats i tidigare avsnitt så använder sig SIMAIR av genomsnittliga utsläppsfaktorer för ett år, istället beräknar SIMAIR emissionerna timme för timme över hela året. I avsnittet modellering av emissioner på timnivå beskrivs hur detta kan göras med utgångspunkt från HBEFA:s emissionsfaktorer.

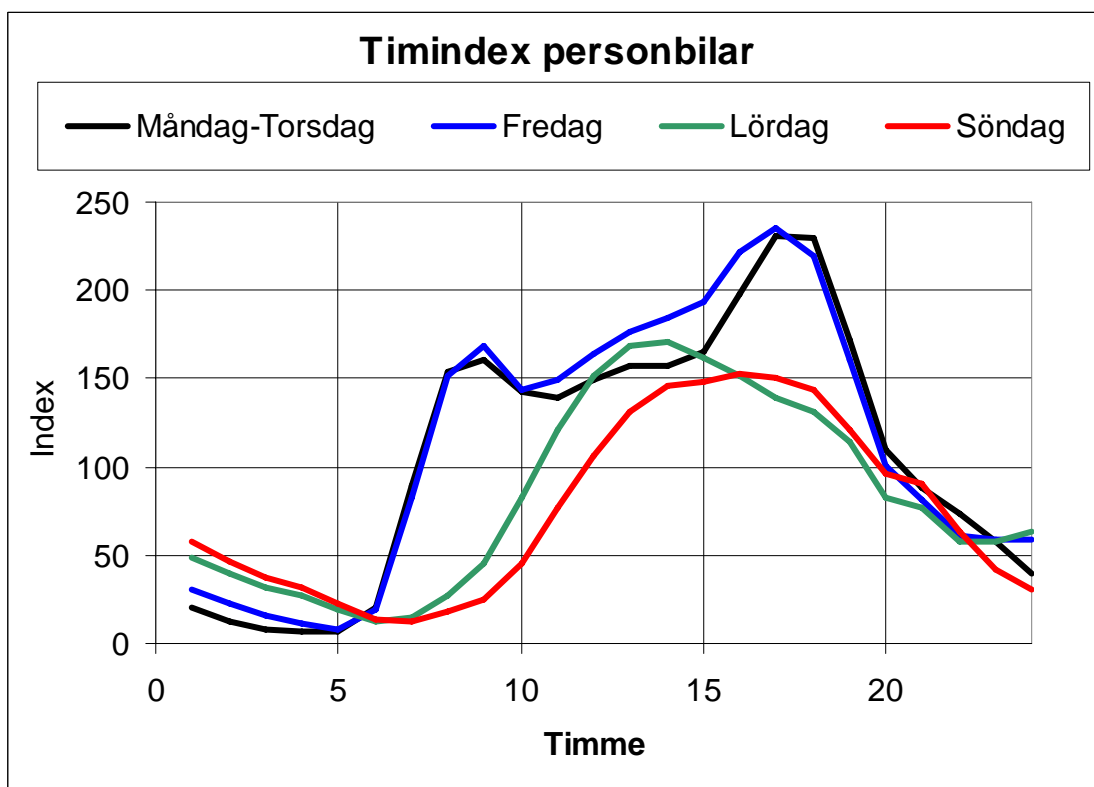
Modellering får användas som verktyg för att utvärdera luftkvaliteten ända till dess att halterna når upp till miljökvalitetsnormen, men när halterna ligger över den nedre utvärderingströskeln för luftkvalitet behöver beräkningarna valideras mot mätningar. Vid stora projekt med hög befolkningstäthet är det lämpligt att beräkningar understöds av mätningar om halterna överskrider övre utvärderingströskeln.

Modellering av emissioner på timnivå

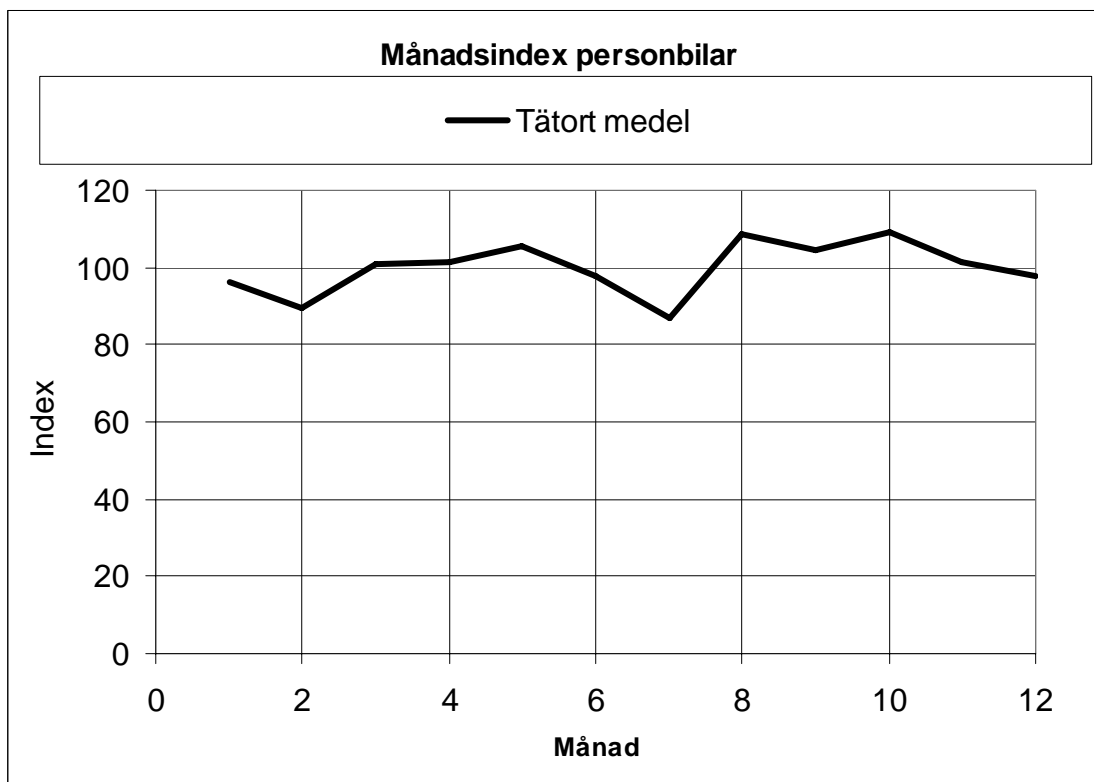
Utsläppen från trafiken på en länk varierar över årets timmar som ett resultat av variationer i trafiken och dess sammansättning samt variationer av utsläppen från fordonen. Att utsläppen från fordonen varierar beror dels på att körförloppen förändras, t.ex. genom olika trafikbelastning, men också av att de meteorologiska förhållandena varierar. Exempelvis sker ingen resuspension av partiklar från vägbanan när denna är våt. Ett annat exempel är kallstartsutsläppen som är högre under vintern när temperaturen är lägre än under sommaren.

För att beräkna trafikens variation över året utgår man från årsdygnstrafiken och applicerar faktorer som beskriver trafikens variation över årets månader samt över veckans timmar. Detta ger det efterfrågade flödet, vilket sedan måste jämföras mot kapaciteten för länken. Överskrider kapacitetstaket måste trafiken reduceras för dessa timmar och flyttas över till efterföljande timmar, så att summan av trafiken under årets timmar dividerat med 365 ger årsdygnstrafiken. Det är lämpligt att i samband med beräkningen av timtrafiken för årets timmar även ansätta belastningsgraden så att rätt trafiksituation och emissionsfaktor kan ansättas för varje enskild timma.

I figurerna nedan ges exempel på timindex respektive månadsindex för personbilar som används i SIMAIR.



Figur 7-25. Timindex personbilar för tätort medel.

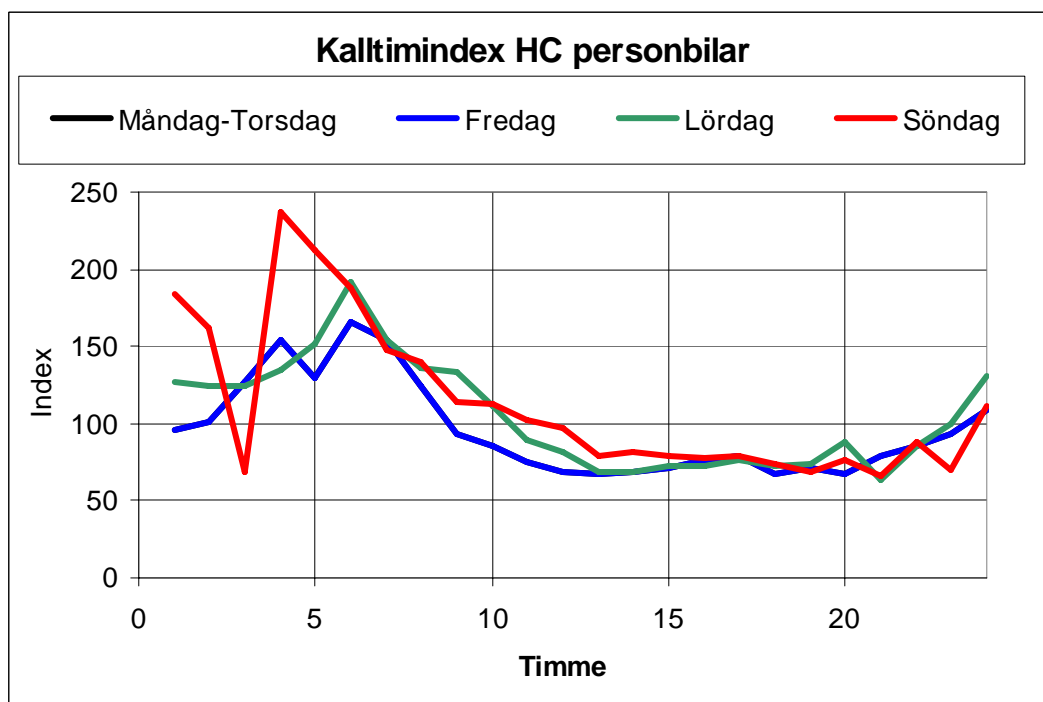


Figur 7-26. Månadsindex personbilar för tätort medel

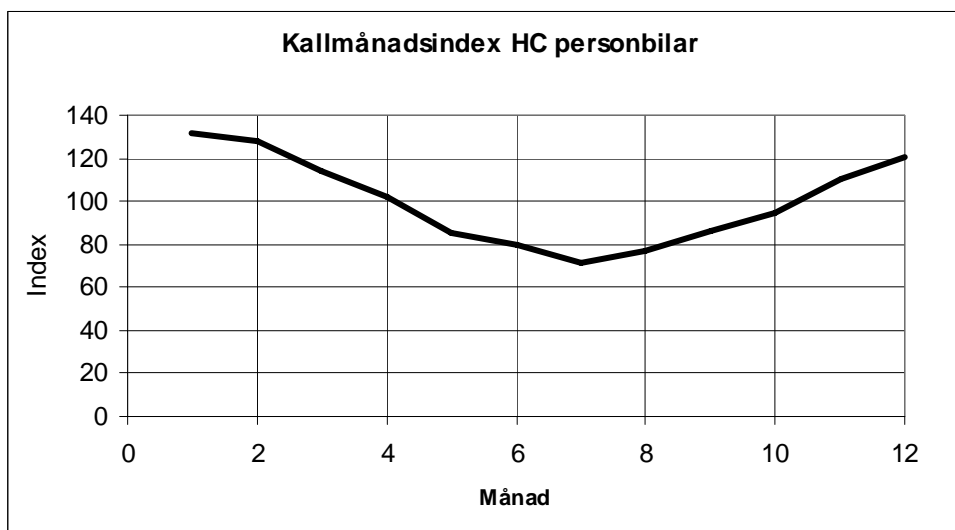
Kallstarterna från personbilar är inte konstanta över året. Storleken på kallstartsutsläppen beror av flera olika faktorer,

- motor och avgasreningsteknik
- parkeringsförhållande (inne eller ute etc.)
- tidpunkt för start och parkeringstid (är motor och katalysator fortfarande varma etc.)
- meteorologiska förhållanden (omgivningstemperatur, vindhastighet etc.)
- förekomst av motorvärmare.

En del faktorer motverkar varandra. Det har t.ex. visat sig att den högre användningen av motorvärmare i norra jämfört med södra Sverige gör att inverkan av den lägre omgivningstemperaturen minskas så att de genomsnittliga kallstartsutsläppen är ungefär lika stora i olika delar av landet. Däremot finns det skillnader mellan olika månader, veckodagar och klockslag. För att beskriva hur kallstartsutsläppets storlek varierar över timmar, dagar och månader har det tagits fram variationskurvor för kallstarterna. Dessa variationskurvor beskriver dock inte hur antalet kallstarter fördelar sig över dygnet. Detta skiljer också mellan olika områden. I bostadsområden sker t.ex. de flesta kallstarterna under vardagar på morgonen medan det vid arbetsplatser sker flest under eftermiddagen.



Figur 7-27. Timindex personbilar för kolväten. Indexet används tillsammans med månadsindexet direkt på medelkallstartsutsläppen under året. Resultatet blir utsläpp vid genomsnittlig kallstart. Utöver detta behöver även hänsyn tas till hur starterna fördelar sig över timmarna i det aktuella området. Samma index används för alla vardagar.



Figur 7-28. Månads personbilar för kolväten. Indexet används tillsammans med timindexet direkt på medelkallstartsutsläppen under året. Resultatet blir utsläpp vid genomsnittlig kallstart. Utöver detta behöver även hänsyn tas till hur starterna fördelar sig över timmarna i det aktuella området.

Vid beräkning av halter av NO₂ behövs även andelen NO₂ av NO_x vid avgasrör som ingångsdata vid beräkningarna. Andelen ökar med ökad avstånd och tid från vägen genom främst genom att NO reagerar med O₃. Andelar vid avgasröret ges i tabellen nedan.

	2006	2010	2020
Pb	13,9%	21,6%	18,1%
Lbu +Lbs	16,3%	19,4%	12,0%
Totalt	15,2%	20,2%	14,4%

Tabell 7-16. NO₂ viktsandel av NO_x för olika fordonskategorier och år. Andelarna avser vid avgasrör.

Mätning

Ansvar för att genomföra kontinuerliga eller indikativa mätningar ligger hos kommunen, men vägghållaren kan påverkas om kommunen i samråd väljer mätplats vid en gata/väg. Mätning vid punkten med de högsta halterna i kommunen kan t.ex. vara vid en trafikled.

I Naturvårdsverkets Luftguiden (2011:1) beskrivs en strategi för kommunernas kontroll av luftkvaliteten. Naturvårdsverket har även utfärdat föreskrifter och allmänna råd om kontroll av miljökvalitetsnormerna. I samverkansområden, där flera kommuner går samman för att utvärdera luftkvaliteten, ska beräkningarna alltid kompletteras med modellering.

För utveckling och validering av spridnings- och emissionsmodeller kan det finnas särskilda skäl att sätta upp mätningar i någon form. Syftet med valideringen är att visa att modellen uppfyller de kvalitetskrav som gäller för den aktuella tillämpningen.

Vid validering är det bättre att ha några få bra stationer i landet för samtidig mätning av luftkvalitet, trafik och meteorologi. Mätdata bör genereras på timbasis.

7.2.5.2 Infrastrukturens klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv
Transportsystemet använder energi och påverkar klimatet dels genom utsläpp från trafik och dels genom utsläpp från byggande samt drift och underhåll av infrastrukturen. Klimatkalkyl är Trafikverkets modell som utvecklats för att på ett effektivt och konsekvent sätt kunna beräkna den klimatpåverkan och energianvändning som transportinfrastrukturen ger upphov till ur ett livscykelperspektiv. Modellen kan användas för att göra klimatkalkyler för enskilda investeringsåtgärder och för delar av investeringsåtgärder. Dessa kan sedan summeras för att beräkna klimatpåverkan från flera projekt, t ex i en nationell transportplan.

I samband med åtgärdsplaneringen under våren 2013 genomfördes med hjälp av Klimatkalkyl version 1.0 en analys av klimatpåverkan av byggande av ny infrastruktur. För att kunna genomföra analysen togs ett antal effektsamband fram. Effektsambanden liksom modellverktyget har sedan uppdaterats. I Trafikverkets styrande riktlinje TDOK 2015:0007 (Klimatkalkyl-infrastrukturhållningens energianvändning och klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv) som gäller från 2015-04-01 beskrivs när och för vilka åtgärder klimatkalkyler ska upprättas med hjälp av modellen Klimatkalkyl. Från och med den 1 april 2016 är Klimatkalkyl till skillnad från tidigare excelbaserade versioner en IT-baserad web-lösning. Förbättringar görs kontinuerligt med avseende på användarvänlighet, transparens, flexibilitet och kompletthet utifrån användarens behov. För ytterligare beskrivning av modellen hänvisas till underlagsrapporter och användarhandledning.²⁰

Effektsambanden för infrastrukturens klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv beskriver sambandet mellan användningen av en viss resurs (material eller bränsle) och de potentiella effekter i form av koldioxidutsläpp och energianvändning som detta får. De utsläpp som sker till följd av produktionen (inkluderar råvaruutvinning samt eventuella transporter och förädling) av resursen räknas samman i en så kallad emissionsfaktor (även kallade generiska LCA-data).

De resursrelaterade emissionsfaktorer som används för att beräkna infrastrukturens klimatpåverkan och energianvändning beskriver utsläpp av koldioxidequivaler och användning av primärenergi per använd enhet av en viss resurs. Alla ingående typåtgärder och byggdelar i Klimatkalkyl beräknas på ett enhetligt sätt utifrån de emissionsfaktorer och resursschabloner som modellen innehåller.

Effektsambanden för emissionsfaktorerna har årligen justerats och kompletterats, se bilaga 1 för aktuella värden.

7.3 Trafikbuller

7.3.1 Inledning

Buller definieras som oönskat ljud. Om ett ljud är oönskat eller inte beror i hög grad på i vilken situation och omgivning den utsatte befinner sig i, vad man förväntar sig och hur känslig man är vid tillfället. Buller uppkommer genom trafik eller genom andra ljudalstrande verksamheter, t.ex. då man bygger ny väg. Bullret sprids till omgivningen varvid dess styrka och karaktär förändras beroende på landskapets och byggnaders avskärmande och absorberande egenskaper.

Ljudet består av vågrörelser i luften och beskrivs med ljudstyrka (höjden på vågrörelserna) och frekvensen (antal svängningar per sekund). Ljud med olika

²⁰ <https://www.trafikverket.se/klimatkalkyl>

frekvenser kan ge väsentligt skilda störningar även om ljudstyrkan är densamma.

7.3.2 Mål och riktvärden

Riksdagen uttrycker i generationsperspektivet till miljökvalitetsmålet "God bebyggd miljö", prop. 2009/10:155 samt departementsskrivelse DS 2012:23, att "städer, tätorter och annan bebyggd miljö ska utgöra en god och hälsosam livsmiljö" vilket bland annat innebär att "människor utsätts inte för skadliga luftföroreningar, kemiska ämnen, ljudnivåer och radonhalter eller andra oacceptabla hälso- och säkerhetsrisker"

Regeringens tidigare delmål gällande trafikbuller inom miljökvalitetsmålet God bebyggd miljö var att :

- *Antalet människor som utsätts för trafikbullerstörningar överskridande de riktvärden som riksdagen ställt sig bakom för buller i bostäder skall ha minskat med fem procent till år 2010 jämfört med 1998.*

Trafikverket saknar tydliga mål inom buller och vibrationsområdet. I avsaknad på tydliga mål är förutom de transportpolitiska och miljöpolitiska målen även Trafikverkets miljöpolicy, tidigare beslutade mål i f.d. Vägverket och f.d. Banverket samt de mål som föreslagits i regeringsuppdrag redovisade de senaste åren vägledande för arbetet.

I planeringsunderlag buller och vibrationen har en önskvärd framtid eller en vision för arbetet sammanfattats som "God Ljudmiljö och inga störande vibrationer"

Av de etappmål som föreslagits hittills bedöms det mål som föreslogs hösten 2009 i regeringsuppdrag "Förslag till konkretisering av målstrukturen respektive åiterrapportering av verksamheten utifrån transportpolitisk målproposition" vara tydligast och stödjande arbetet mot den önskvärda framtidsbilden. Målbilden till 2020 formuleras därför enligt följande:

Antalet människor som utsätts för bullernivåer från transportsystemet överstigande något av de riktvärden som riksdagen ställt sig bakom för buller vid bostäder, såväl inomhus som utomhus, ska ha minskat med minst 10 procent till år 2020 jämfört med år 2010. Inriktningen för att nå bullermålet bör vara effektivaste reduktion av störningar och prioriteringar av de mest bullerutsatta människorna.

Riksdagen beslutade 1997 (prop 1996/97:53) att nedanstående riktvärden för trafikbuller normalt inte bör överskridas vid nybyggnation av bostadsbebyggelse eller vid nybyggnation eller väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur

30 dBA Leq inomhus

45 dBA Lmax inomhus nattetid

55 dBA Leq utomhus (vid fasad)

70 dBA Lmax vid uteplats i anslutning till bostad

För utomhusnivån avses för flygbuller FBN 55 dBA.

Vid tillämpning av riktvärdena vid åtgärder i trafikinfrastrukturen bör hänsyn tas till vad som är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt. I de fall utomhusnivån inte kan reduceras till nivåer enligt riktvärdena bör inriktningen vara att inomhusvärdena inte överskrids.

Vid åtgärd i järnväg eller annan spåranläggning avses riktvärdet 55 dBA Leq uteplats och 60 dBA Leq gäller i bostadsområdet i övrigt.

För bostadsbebyggelse gäller Riksdagens riktvärden. Övriga riktvärden är inte bindande. De riktvärden för bullernivåer som riksdagen antagit har bedömts som godtagbara ur bullersynpunkt och innebär en acceptabel ljudmiljö.

	Inomhus		Utomhus frifältsvärde	Utomhus, uteplats
	Ekv (dBA)	Max (dBA) ²¹	Ekv (dBA)	Max (dBA) ²²
Bostäder (permanent- & fritidshus) ²³	30	45	55	70
Vårdlokaler	30	-	55	-
Undervisningslokaler	30	45	55	-
Rekreationsytor i tätbebyggelse	-	-	55	-
Arbetslokaler	40	-	65	-
Friluftsområden	-	-	40	-
Bostadsområden med låg bakgrundsnivå	-	-	45	-

Tabell 7-17. Riktvärden för buller från vägtrafik.

Allmänt gäller för samtliga riktvärden i tabellen att hänsyn skall tas till vad som är tekniskt möjligt och samhällsekonomiskt rimligt när åtgärder vidtas. I de fall utomhusnivån inte kan reduceras till nivåer enligt ovan bör inriktningen vara att inomhusvärdena inte överskrids. Vid nybyggnad av bostäder längs en befintlig väg kan man genom väl genomtänkt rumsplacering ofta nå acceptabel ljudmiljö trots relativt höga ljudnivåer vid den fasad som vetter mot vägen. I genomgående lägenheter kan sovrum förläggas mot den fasad som vetter bort från vägen. Man talar då ofta om att utnyttja den "Tysta sidan" eller om ljudnivåerna är något högre, den "Ljuddämpade sidan". Forskning visar att tillgång till tyst sida av bostaden har goda hälsoeffekter.²⁴

Kommentarer till riktvärdena

Med *bostäder* avses även vårdlokaler där vårdtagare vistas under bostadsliknande förhållanden.

Naturvårdsverkets definition av *uteplats* är att det ska vara iordningställd hårdgjord yta i direkt anslutning till bostaden. Även balkonger och altaner räknas som uteplatser. I propositionen anges inte huruvida ljudreflexen i den egna fasaden (ger oftast ett tillskott på cirka 3 dBA) ska räknas med eller inte vid beräkning av ljudnivå på uteplats. Trafikverket tolkar det som att riktvärdet är exklusive reflex i den egna fasaden.

Med *rekreationsytor* avses t.ex. parker som ligger inom gångavstånd från bostaden och där man normalt vistas kortare stunder under dagen.

Med *arbetslokaler* menas lokaler för inte bullrande verksamhet, exempelvis kontor.

²¹ Får överskridas 5 ggr/natt (kl 22-06)

²² Får överskridas högst 5 ggr/maxtimme.

²³ Dessa riktvärden är antagna av riksdagen.

²⁴ Mistra, Vägverket och Vinnova. Ljudlandskap för bättre hälsa.

Med *friluftsområde* avses område som är avsatt i översiktsplan för det rörliga friluftslivet där naturupplevelsen är en viktig faktor.

Områden med låg bakgrundsnivå avser områden med en bakgrundsnivå som är lika med eller lägre än 30 dBA där inga andra storkällor från pågående markanvändning än boende finns.

7.3.3 Effekter och konsekvenser

7.3.3.1 Trafikbullrets störningar

Tunga fordon bullrar mer än lätta fordon, men bullret har också olika karaktär. De tunga fordonen ger upphov till ett mer lågfrekvent buller som fasader och skärmar har svårare att dämpa. Ljudets sammansättning blir också olika vid olika hastigheter; vid lägre hastigheter dominerar bullret från motorerna och ljudet blir mer lågfrekvent än vid högre hastigheter där bullret från däck-vägbana dominerar. Däck-vägbanebuller är den största ljudkällan för hastigheter högre än 30-40 km/h för personbilar och ca 60-70 km/h för lastbilar.²⁵ Fasader och skärmar dämpar ljudet sämre vid lägre hastigheter p.g.a. de då dominerande lägre frekvenserna. På samma sätt har "tysta" beläggningar störst effekt på ljudnivåerna utomhus eftersom det framför allt är det högfrekventa bullret som minskar och det är det mer högfrekventa buller som fasader dämpar bäst.

7.3.3.2 Beräkning av buller och värdering av bullerstörning

Beräkningsprogrammen VägBuse och JärnvägsBuse kan användas för att beräkna den samhällsekonomiska effekten av bulleråtgärder mot väg- respektive järnvägsbuller. Programmen baseras på de teoretiska grunder som Trafikverket tillämpar vid samhällsekonomiska kalkyler och som är fastslagna inom ASEK för att bedöma olika bulleråtgärder som bullerskärm, vall, fönsteråtgärder och inlösen av fastigheter.

Bullerberäkningar görs enligt Naturvårdsverkets "Vägtrafikbuller, Nordisk beräkningsmodell, reviderad 1996", rapport 4653. Beräknade ljudnivåer jämförs med de riktvärdena för buller vid boendemiljö samt vård- och undervisningslokaler som beskrivits ovan i avsnitt 7.3.2, Mål och riktvärden. Beräkningar av överskridanden idag eller med föreslagna åtgärder samt deras effekter kan göras enligt nedan:

- 1) Beskriv projektet verbalt med avseende på bullerproblem och riktvärden för buller. Speciella riktvärden för berörda natur- och kulturmiljöer kan behöva bestämmas.
- 2) Fysiska tillstånd som påverkar bullernivåer beskrivs för vägnät med omgivning före och efter åtgärd:
 - a. Beskriv vägens lutning och beläggning. Endast länkar med jämn hastighet och körning med jämt gaspådrag kan behandlas eftersom effektsamband saknas för andra körmonster och för korsningar.
 - b. Beräkna andel tunga fordon och bestäm fordonsmängd och hastighet för tunga respektive lätta fordon.

²⁵ Mistra, Vägverket och Vinnova. Ljudlandskap för bättre hälsa.

- c. Specificera form och akustiska egenskaper för mark, vegetation, skärmar och byggnader fram till respektive beräkningspunkt i enlighet med beräkningsmodellen för buller.
 - d. Ta fram uppgifter om antal boende i varje bostad och bostadens läge (som har en eller flera beräkningspunkter) samt uppgifter om bostadens fasadisolering mot buller.
- 3) Beräkna bullernivåer i kritiska punkter och/eller områden före och efter åtgärd. Beräkningarna genomförs med hjälp av Naturvårdsverkets rapport 4653 eller speciella bullerberäkningsprogram. För överslagsberäkningar kan man i de flesta fall använda de förberäknade typfall som finns beskrivna i Naturvårdsverkets rapport. Vid bankhöjd 1-2 m och mottagarhöjd 2-3 m kan vid mjuk mark Tabell 7-18 och vid hård mark Tabell 7-19 användas för att uppskatta de ekvivalenta ljudnivåerna. För noggrannare beräkningar krävs normalt ett bullerberäkningsprogram eftersom det är ett omfattande arbete att göra sådana beräkningar manuellt. Observera, värdena i tabellerna är avrundade och bygger endast på trafikering av lätta fordon. Vid 10 procent tunga fordon ska man lägga på +2 dB. Ljudnivåer som är gråmarkerade ligger på samma nivå eller över det ekvivalenta utomhusriktvärdet för buller i bostäder.
- a. Vid omfattande bullerutbredning i bostadsområden är det lämpligt att bestämma områdesgränser som har bullernivåer enligt riktvärdena samt nivå LAeq = 50 dBA (bullerisokurvor). Därefter beräknas mer noggrant bullernivåer vid de bostäder som finns inom influensområdena.
 - b. Vid mindre omfattande bullerutbredning i mindre bostadsområden är det ofta mest rationellt att direkt beräkna bullernivåerna enbart vid kritiska punkter vid respektive bostad.
 - c. För natur- och kulturmiljöer behöver bullrets utbredning beskrivas i form av områden under och över riktvärde för aktuell miljö med hjälp av bullerisokurva för riktvärdet.
- 4) Bestäm antal personer vid varje bostad före och efter åtgärd som utsätts för olika bullernivåer: vid fasad utomhus, vid uteplats, inomhus allmänt och inomhus i sovrum.
- 5) Beskriv effekter före åtgärd och efter åtgärd:
- a. Sammanställ och redovisa antal människor som efter åtgärd är utsatta för buller över riktvärdena.
 - b. Sammanställ och redovisa antal människor som före åtgärd var utsatta för buller över riktvärdena och som efter åtgärderna inte längre är det.
- 6) Beräkna samhällsekonomiska kostnader vid fasad och ekvivalent inomhusnivå före och efter åtgärd i bostadsmiljöer samt beräkna projektets kostnad och lönsamhet. Vid beräkningen summeras bullerkostnaderna för varje bullerintervall till total samhällsekonomisk bullerkostnad för ett år.

Tabeller för värdering av buller för väg och järnvägstrafik återfinns i senast gällande ASEK – version.

Trafikmängd ÅMD	Avstånd från vägmitt (m)							
	10	25	50	75	100	150	200	300
Ekvivalenta ljudnivåer (dBA) vid 50 km/h								
100	46	42	38	35	32	28	26	22
200	50	46	42	38	36	32	28	24
500	54	50	46	42	40	36	32	28
1 000	56	52	48	45	42	38	36	32
2 000	60	56	52	48	46	42	38	34
5 000	64	60	56	52	50	46	42	38
10 000	66	62	58	55	52	48	46	42
20 000	70	66	62	58	56	52	48	44
50 000	74	70	66	62	60	56	52	48
100 000	76	72	68	65	62	58	56	52
Ekvivalenta ljudnivåer (dBA) vid 70 km/h								
100	50	46	42	38	36	32	29	25
200	53	49	45	42	39	35	32	28
500	57	53	49	46	43	39	36	32
1 000	60	56	52	48	46	42	39	35
2 000	63	59	55	52	49	45	42	38
5 000	67	63	59	56	53	49	46	42
10 000	70	66	62	58	56	52	49	45
20 000	73	69	65	62	59	55	52	48
50 000	77	73	69	66	63	59	56	52
100 000	80	76	72	68	66	62	59	55
Ekvivalenta ljudnivåer (dBA) vid 90 km/h								
100	53	49	45	42	39	35	32	28
200	56	52	48	44	42	38	35	31
500	60	56	52	48	46	42	39	35
1 000	63	59	55	52	49	45	42	38
2 000	66	62	58	54	52	48	45	41
5 000	70	66	62	58	56	52	49	45
10 000	73	69	65	62	59	55	52	48
20 000	76	72	68	64	62	58	55	51
50 000	80	76	72	68	66	62	59	55
100 000	83	79	75	72	69	65	62	58
Ekvivalenta ljudnivåer (dBA) vid 110 km/h								
100	55	51	47	44	41	37	34	30
200	58	54	50	46	44	40	37	33
500	62	58	54	50	48	44	41	37
1 000	65	61	57	54	51	47	44	40
2 000	68	64	60	56	54	50	47	43
5 000	72	68	64	60	58	54	51	47
10 000	75	71	67	64	61	57	54	50
20 000	78	74	70	66	64	60	57	53
50 000	82	78	74	70	68	64	61	57
100 000	85	81	77	74	71	67	64	60

Tabell 7-18. Ekvivalenta ljudnivåer på höjden 2-3 m över mjuk mark utan hinder och med 1-2 m bankhöjd.²⁶ (Referensbeläggning, ABS 16)

²⁶ Observera, värdena i tabellerna är avrundade och bygger endast på trafikering av lätta fordon. Vid 10 % tunga fordon ska man lägga på +2 dB. Ljudnivåer som är gråmarkerade ligger på samma nivå eller över det ekvivalenta utomhusriktvärdet för buller i bostäder

Trafikmängd ÅMD	Avstånd från vägmitt (m)							
	10	25	50	75	100	150	200	300
	Ekvivalenta ljudnivåer (dBA) vid 50 km/h							
100	46	42	40	38	36	35	34	32
200	50	46	42	41	40	38	36	35
500	54	50	46	45	44	42	40	39
1 000	56	52	50	48	46	45	44	42
2 000	60	56	52	51	50	48	46	45
5 000	64	60	56	55	54	52	50	49
10 000	66	62	60	58	56	55	54	52
20 000	70	66	62	61	60	58	56	55
50 000	74	70	66	65	64	62	60	59
100 000	76	72	70	68	66	65	64	62
	Ekvivalenta ljudnivåer (dBA) vid 70 km/h							
100	50	46	43	42	40	38	37	36
200	53	49	46	44	43	42	40	38
500	57	53	50	48	47	46	44	42
1 000	60	56	53	52	50	48	47	46
2 000	63	59	56	54	53	52	50	48
5 000	67	63	60	58	57	56	54	52
10 000	70	66	63	62	60	58	57	56
20 000	73	69	66	64	63	62	60	58
50 000	77	73	70	68	67	66	64	62
100 000	80	76	73	72	70	68	67	66
	Ekvivalenta ljudnivåer (dBA) vid 90 km/h							
100	53	49	46	44	43	42	40	38
200	56	52	49	48	46	44	43	42
500	60	56	53	52	50	48	47	46
1 000	63	59	56	54	53	52	50	48
2 000	66	62	59	58	56	54	53	52
5 000	70	66	63	62	60	58	57	56
10 000	73	69	66	64	63	62	60	58
20 000	76	72	69	68	66	64	63	62
50 000	80	76	73	72	70	68	67	66
100 000	83	79	76	74	73	72	70	68
	Ekvivalenta ljudnivåer (dBA) vid 110 km/h							
100	55	51	48	46	45	44	42	40
200	58	54	51	50	48	46	45	44
500	62	58	55	54	52	50	49	48
1 000	65	61	58	56	55	54	52	50
2 000	68	64	61	60	58	56	55	54
5 000	72	68	65	64	62	60	59	58
10 000	75	71	68	66	65	64	62	60
20 000	78	74	71	70	68	66	65	64
50 000	82	78	75	74	72	70	69	68
100 000	85	81	78	76	75	74	72	70

Tabell 7-19. Ekvivalenta ljudnivåer på höjden 2-3 m över hårda ytor och vatten utan hinder och med 1-2 m bankhöjd.²⁷ (Referensbeläggning, ABS 16)

²⁷ Observera, värdena i tabellerna är avrundade och bygger endast på trafikering av lätta fordon. Vid 10 % tunga fordon ska man lägga på +2 dB. Ljudnivåer som är gråmarkerade ligger på samma nivå eller över det ekvivalenta utomhusriktvärdet för buller i bostäder

7.3.3.3 Påverkan på människor

Högre vägtrafikbuller försvårar talkommunikation och påverkar inlärning, orsakar sömnstörningar, påverkar trivsel, ger obehagskänslor och nedstämdhet och minskar möjligheter till önskvärda aktiviteter. Buller vid högre nivåer försämrar rekreativvärden och naturupplevelser i parker och naturområden och leder till välfärds- och hälsoförluster, produktivitetsnedsättningar etc. Störningar från vägtrafikbuller är relativt omfattande även vid låga ljudnivåer. Redan vid riktvärdena (se Tabell 7-17) för god miljö kvalitet utomhus känner sig 10-15 procent av de utsatta sig mycket störda och ibland ännu fler. Studier gjorda i Lerums kommun visar att vid ekvivalentnivåer på 45-50 dBA var 13 procent störda och vid 51-55 dBA var 27 procent störda, alltså vid bullernivåer en bra bit under riktvärdena.

En vanlig föreställning är att en förändrad bullernivå inte nämnvärt påverkar störningen men det är ett allmänt antagande som bygger på speciella ljud som inte stämmer störningar från vägtrafiken. Den nya värderingen för vägtrafikbuller visar att även en liten styrkeändring i bullerstyrka ger påtaglig ändring i värderad störning. Störningarna av buller från vägtrafik fördubblas när bullret ökar med 4 dBA. Om styrkan ökar med en decibel så ökar störningen med omkring 20 procent.²⁸

Om man har bott mer än 10 år i sin bostad finns det ett samband mellan högt vägtrafikbuller och ökad risk för högt blodtryck.²⁹ Studier i Tyskland visar att boende i områden med ekvivalent ljudnivå dagtid (kl 06-22) över 60 dBA innebär ökad risk för hjärtinfarkt. Drygt 3 procent av de hjärtinfarkter som inträffar i Tyskland kan hänföras till trafikbullerexponering.³⁰

Det finns ett alltså samband mellan buller och högt blodtryck men för att bullret ska öka risken för hjärt- kärlsjukdom krävs långvarig exponering för nivåer över 50 dBA. Svenska studier visar att för varje 5 dBA som bullernivåerna stiger ökar risken att drabbas av kroniska skador med 15 procent.³¹ Studier visar att i tätbefolkade områden i Sverige är 29 procent av befolkningen exponerad för vägtrafikbuller över 55 dBA jämfört med 16 procent i hela Sverige.³²

7.3.3.4 Åtgärder för att minska problem med buller

Det buller som når mottagaren ger upphov till störningar av olika slag. För att minska störningen kan man i ett första steg se på möjligheterna att reducera ljudet vid källan, därefter se över möjligheterna att minska bullret utomhus och i sista hand reducera bullret inomhus genom förbättrad fasadisolering. De olika typerna av åtgärder kan även kombineras och ska vara tekniskt möjliga att genomföra och ekonomiskt rimliga. Vilka åtgärder som bör väljas beror på förutsättningarna i det enskilda fallet; antal boende, aktuell hastighet, andel tung trafik, typ av beläggning, hur terrängen ser ut, om man har hård eller mjuk mark, fasader etc. Tyst asfalt är t.ex. en bra åtgärd och har störst dämpning vid högre hastigheter men är också lämplig vid lägre hastigheter, låg andel tung trafik och många boende utmed aktuell sträcka. Vid mycket gles bebyggelse kan fasadåtgärder i kombination med bullerskärm i direkt anslutning till uteplats, vara en samhällsekonomiskt bättre lösning.

²⁸ VV, SA80B 04:20788, Ny tumregel om Vägtrafikljud och störning, 2006-10-18

²⁹ M Albin, J Ardö, J Björk, Trafikbuller och hälsa i Skåne, 2006

³⁰ Dr Wolfgang Babisch på seminarium 25/11 2005 om "Buller, hälsa och samhällsbyggande" arrangerat av Ljudlandskap för bättre hälsa i samverkan med Boverket.

³¹ Gösta Bluhm, Karolinska institutet. Institutet för miljömedicin.

³² Gösta Bluhm, Karolinska institutet. Karolinska institutet, Institutet för miljömedicin. Föredrag "Trafikbuller och ohälsa" på Transportforum 2007 i Linköping.

7.3.3.5 Effektsamband fasadåtgärder

I VägBuse antas fasaden dämpa buller med 27 dB(A) före åtgärden att sätta in treglasfönster. I JärnvägBuse antas fasaden dämpa buller med 30 dB(A) före denna åtgärd. Väg- respektive järnvägsbuller har olika karaktär det senare dämpas således något effektivare än det förra. Observera att detta är defaultvärden och de värden man bör välja i första hand. Dock kan andra värden väljas om man har kunskap om det.

7.4 Vibrationer

7.4.1 Inledning

Vibrationer är svängningsrörelser som uppstår vid överföring av energi i ett mekaniskt system. Vibrationsproblem kan uppstå i många skeden; vid byggnation, trafikering, drift och underhåll eller rivning och återställande av mark. Detta kapitel kommer att ta upp störning från trafikvibrationer från väg och järnväg.

7.4.2 Mål och riktlinjer

Mål och riktlinjer för trafikvibrationer i Sverige finns i följande dokument:

- Buller och vibrationer från spårburen linjetrafik, Riktlinjer och tillämpning, Dnr: S02-4235/SA60, 2006-02-01.
- SS460 48 61 Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader.

Riktlinjen är ett dokument som Naturvårdsverket och Riksdagen står bakom. Riktlinjen antogs ursprungligen i februari 1997 som en följd av infrastrukturpropositionen 1996/97.

Riktlinjen innehåller riktvärden för miljö kvalitet, samt åtgärdsnivåer för planeringsfallen, nybyggnad, väsentlig ombyggnad samt, befintlig miljö. Den innehåller även Etappmål I för vibrationer och långsiktigt mål.

Vid bedömning av människans påverkan av vibrationer, ska mätvärdet frekvensvägas. Resultaten brukar presenteras som löpande effektivvärden (RMS), integrerade över 1 sekund. Vibrationsnivåerna som anges nedan utgörs av frekvensvägda RMS-värden, vilket definieras i ovanstående standard.

Riktvärdet 0,4 mm/s vägd RMS för miljö kvalitet avser nivå som långsiktigt bör eftersträvas vid bostäder och vårdlokaler. Riktvärden är framtagna för att eliminera risken för störningar från järnvägstrafik nattetid. Nivåerna avser utrymmen där människor stadigvarande vistas, främst utrymmen för sömn och vila.

Riktvärdena avseende miljö kvalitet för buller gäller endast under förutsättning att vibrationerna i området understiger 0,5 mm/s vägd RMS. Vid kraftiga vibrationer >1,0 mm/s vägd RMS bör vibrationsåtgärder i första hand vidtas, för att sedan bedöma behovet av bullerskyddsåtgärder.

Nivå för övervägande av åtgärd vid nybyggnad av bana vid bostäder och vårdlokaler 0,4 mm/s vägd RMS (gäller dygnet runt). Värdet är avsett att användas i områden som tidigare inte utsatts för vibrationsstörningar från tågtrafik. Högsta acceptabla värde är 0,7 mm/s vägd RMS, i sovrum nattetid (22-06). Kan detta inte nås med rimliga tekniska åtgärder bör fastighetsägaren erbjudas inköp av fastigheten.

Nivå för övervägande av åtgärd vid väsentlig ombyggnad vid bostäder och vårdlokaler 0,4 mm/s vägd RMS (gäller sovrum nattetid 22-06). Riktvärdet är avsett att användas vid ombyggnadsfall, såsom sidoförflyttning av bana eller breddning till fler spår. Högsta acceptabla värde är 1,0 mm/s vägd RMS, i sovrum nattetid (22-06). Kan detta inte nås med rimliga tekniska åtgärder bör fastighetsägaren erbjudas inköp av fastigheten.

Nivå för övervägande av åtgärd vid befintligt miljö, vid permanentbostäder 1,0 mm/s vägd RMS (gäller sovrum nattetid 22-06). Riktvärdet är avsett att användas vid banor som inte är aktuella för någon infrastrukturell åtgärd. Högsta acceptabla värde är 2,5 mm/s vägd RMS, i sovrum nattetid (22-06). Kan detta inte nås med rimliga tekniska åtgärder bör fastighetsägaren erbjudas inköp av fastigheten.

Banverket hade som etappmål att år 2004 skulle ingen utmed statens spåranläggningar behöva utsättas för vibrationsnivåer över 2,5 mm/s vägd RMS i sovrum nattetid. Några nya mål har inte upprättats. För vägtrafik finns inga etappmål avseende vibrationer. Ovanstående riktlinjer används sedan april 2010 även för vägtrafik.

Långsiktigt ska ingen behöva utsättas för vibrationsnivåer över 1mm/s vägd RMS i sovrum nattetid (22-06).

- Mätning, utvärdering och rapportskrivning skall följa normen för svensk standard SS460 48 61. Riktlinjen innehåller utvecklade och förtydligade krav på mätning och rapportering.

7.4.3 Effekter och konsekvenser

Till skillnad från bullerstörningar varierar vibrationsstörningar starkt mellan näraliggande och snarlika hus. Några enkla samband mellan byggnadstyper, geotekniska förhållanden, fordonstyper och hastigheter föreligger inte.

När tung trafik framförs uppkommer vibrationer i väggkroppen/banvallen som sprids ut i omgivningen. Hur höga nivåer och till vilket avstånd vibrationen fortplantas beror på en mängd faktorer. Tung godstrafik är till exempel betydligt större vibrationsalstrare även om de framförs i lägre hastighet. Persontrafik genererar sällan klagomål eller störning.

De största vibrationerna uppträder när tunga enhetslastade godståg passerar över lösa jordar (lera). Vibrationerna kan spridas över stora områden och kan påverka även väldigt stora och tunga byggnader. Kraftiga vibrationer som får hela jordmassor att komma i resonans är vanligt förekommande vid frekvenser understigande 10 Hz. I envåningshus brukar det vara värst i vertikal riktning mitt på det största golvsparret. I flervåningshus brukar det vara värst i horisontell riktning på högre, ofta högsta, våningsplan.

Markvibrationer kan förstärkas vid överföring till byggnadsdelar. Det kan uppstå problem i form av oönskade rörelser och skramlande ljud hos byggnadsdelar och inventarier som glas och serviser i skåp och på hyllor, helkroppsvibration, störning i känslig utrustning. I extremt sällsynta fall kan det uppstå kosmetiska skador på byggnader. Synliga rörelser hos fönster och växter kan bidra till att öka den upplevda störningen.

Risken för störningar av trafikgenererade vibrationer är störst när både väg/bana och byggnad är uppförd på lös jord, såsom lera och silt. På morän och fast berg blir vibrationerna mycket små. Fordonshastighet har betydelse för markvibrationer, dock är det inget entydigt linjärt samband. Det är vanligare att vibrationen ökar med ökande hastighet än tvärs om.

Vid vibrationsmätning är det viktigt att särskilt beakta vibrationer med frekvenser som är nära eller lika med det studerade mekaniska systemets resonansfrekvenser. Resonans kan medföra att även en svag vibration får systemets svängning att öka kraftigt. Ett exempel är att en låg vibration i mark kan medföra en kraftigare vibration på ett golv högre upp i en byggnad.

För *omgivningen* kring en väg, uppstår problem främst i samband med tung trafik på ojämn vägbana och svag undergrund. Även på helt jämn vägbana uppstår vibrationer under tunga fordon, genom de spänningsändringar och rörelser som sker i marken. Ojämn vägbana ger därtill dynamiska stötpåkänningar när hjulen passerar ojämnheter, vilket resulterar i kraftigt ökad markvibration.

För *omgivningen* kring en järnväg uppstår problem främst i samband med godstrafik på lösa jordar. Långvågiga ojämnheter eller hängande sliplar kan bidra till en ökad vibrationsalstring.

Ofta förväxlas störningsupplevelser från lågfrekvent buller (strukturljud som skapas inomhus av de inkommande markvibrationerna) med störningar från vibrationer, då dessa kan vara svåra att särskilja. Studier visar att kombinationer av buller och vibrationer upplevs som mera störande än de olika belastningarna var för sig. I en miljö med kraftigt buller, och en samtidig förekomst av vibrationer tror människor ofta att bullret utgör hela störningen. Om bullret dämpas, kvarstår störningen i stort sett oförminskad på grund av vibrationerna. Kraftigt lågfrekvent ljud och infraljud från trafik kan ge ljudinducerade vibrationer i byggnader. Detta utgör inte en vibrationsstörning utan handlar om buller och stomljud. Det är viktigt att markvibrationer, strukturljud och luftljud utvärderas enskilt, både för att bedöma potentiell störning och lämpliga åtgärder, innan en samlad bedömning av störning och prioritering av åtgärder genomförs.

7.4.3.1 Effektmått och hur effekterna kan mätas

För uppskattning om vilka vibrationer som kan tillåtas vid användning av olika typer av vibrationskänslig utrustning används allmänt Vibration Criteria (VC) kurvor³³. I kurvorna ges fem gränser; VC A, VC B, till VC E. Här har man att göra med vibrationsnivåer som ligger långt under känslighetströskeln. För kurva E, som ligger på 0,003 mm/s är man på en nivå ca 100 gånger under människans känslighetströskel. Flera laboratorier i Sverige har byggts med kravet vibrationsfrihet enligt VC E-kurva, t.ex. Ångströmlaboratoriet i Uppsala och Fysikcentrum i Stockholm. I många industrilokaler, t ex där nanoteknologisk verksamhet bedrivs, ställs krav enligt kurvorna VC B - D. VC A motsvarar max 0,05 mm/s.

Riktvärden från tillgängliga standarder kan användas som underlag för utformning av restriktioner vid olika väghållningsuppgifter som orsakar vibrationer.

³³ VC-kurvorna kallades tidigare BBN-kurvor, efter upphovsmännen Bolt, Beranek & Newman. Kurvorna är definierade i ISO TS 10811, Mechanical vibration and shock, del 1 och 2. En brist är att VC-approachen är utarbetad för stationär vibration, och inte för transient vibration, så som från vägtrafik. Bl a saknas specifikation av integrationstid. Detta åtgärdas i en kommande utgåva av specifikation 10811, vilken väntas få status som ISO-standard. Mer att läsa finns på www.colingordon.com

7.4.3.2 Störningsupplevelse

Människans känslighet är hög för vibrationer. Ett snittvärde för känseltröskeln, dvs den nivå där man kan känna en vibration, är ca 0,1-0,3 mm/s vägd RMS i frekvensområdet 10-100 Hz.

Människor upplever obehag av vibrationer långt innan det finns risk för att byggnader skadas. Vibrationsexponering kan resultera i fysiologiska effekter så som ökad puls, andningsfrekvens och störd hormonproduktion. Vibrationer kan även ge psykologiska effekter, så som sömnproblem och koncentrationsbesvär. Bestående hälsopåverkan till följd av trafikallstrade vibrationer i byggnader är begränsad till stressbetingade kroppsegna reaktioner under lång tid. Detta kan dock vara nog så allvarligt.

Rapporterade störningar i byggnader härrör oftast från markburna vibrationer. I enstaka fall kan luftburna vibrationer ge upphov till störning. Markburna vibrationer är ett större problem. Orsaken är att dessa ger upphov till större rörelser i väggar och golv. De markburna vibrationerna påverkar dessutom hela huset, medan de luftburna vibrationerna enbart påverkar den del av byggnaden som vetter mot vägen/banan.

Beroende på vibrationernas styrka ger de upphov till olika typer av störningar. Några exempel på effekter som rapporterats är att föremål rör sig i bostaden, oro för skador av egendom samt sömnstörningar.

Ett antal studier har genomförts för att kartlägga trafikinducerade vibrationers möjliga skadeinverkan på byggnader. Slutsatserna är följande:

- Vid simulering av inverkan från luftburna och markburna vibrationer där man påverkade ett tomt hus med höga vibrationsnivåer under en längre tid kunde man endast påvisa små putssprickor. Det var osannolikt att dessa upptäckts i ett normalt hus.
- Vid studier av bebodda hus på mjuk mark kunde man inte upptäcka någon skillnad på skador på hus som var nära starkt trafikerade vägar och sådana på avstånd från vägen.
- Vid studier av gamla byggnader (kulturminnesmärken) av olika typ och ålder som exponerats för relativt höga trafikinducerade vibrationsnivåer kunde man inte finna något som tydde på att skador uppstått som följd av denna exponering.
- En världsomfattande informationssökning avseende kulturminnesmärken gav inga resultat som visade på tecken att skada uppstått som följd av trafikvibrationer.

Då det gäller vilka vibrationsnivåer som kan ge upphov till skador i byggnader går uppfattningarna isär. En ungefärlig gräns på 5-10 mm/s i vibrationshastighet kan skönjas.

7.4.3.3 Störningar på vibrationskänslig apparatur

I takt med ökade krav på tillverkningsprecision (integrerade kretsar, nanoteknologi o s v), ställs också ökade krav på frånvaro av vibrationer. Som exempel på vibrationskänslig utrustning kan nämnas:

- datorer
- utrustning för telekommunikation,
- laboratorieinstrument, såsom elektronmikroskop, masspektrometrar, precisionsvägar, mätmaskiner,

- mekaniska precisionsverktyg för t.ex. tillverkning av mikroelektronik,
- optiska precisionsinstrument,
- utrustning i räddnings- och ledningscentraler.

Vibrationer från trafik uppgår i byggnader mycket lätt till nivåer av den storleksordning som förekommer i BBN-kurvorna (se ovan). För känsliga installationer vidtar man därför speciella byggnadstekniska åtgärder för att minska vibrationerna. Utan sådana byggnadsmodifieringar har man svårt att uppfylla gränserna.

7.4.3.4 Åtgärder för att minska problem med vibrationer

Ökad hänsyn till vibrationsaspekter vid val och utformning av allmänna åtgärder kan medföra förebyggande och reduktion av störningar för en stor del av de utsatta. Stora möjligheter finns inom samhällsplanering, utformning, produktionsteknik, drift- och underhåll, trafikregleringar och genom stödsystem för hastighetsval. När allmänna åtgärder inte räcker till, kan särskilt riktade åtgärder mot vibrationer tillgripas.

När väg/bana grundläggs på lös jord (lera/silt) och nära byggnader ska behovet av särskild grundförstärkning för vägen/banan och/eller av byggnader utredas. Vägunderbyggnaden och grundläggningen av banan bör överdimensioneras, eftersom vibrationerna minskar med ökad massa och densitet. Kraftigare överbyggnad ökar förutsättningarna att behålla ytans jämnhet. Bra grundläggning ger en styvare och mer stabil bana, vilket minskar risken för vibrationer.

I befintlig miljö är det av vikt att körbanan hålls i gott skick. En jämn körbana utan håligheter, felaktigt placerade brunnar och gupp minskar risken för vibrationer.

När det gäller järnväg är det betydligt svårare att åtgärda vibrationer i befintlig miljö. Hängande sliprar och långvågiga ojämnheter kan bidra och bör åtgärdas. Försök har gjorts att stabilisera området bredvid banan med hjälp av kalkcementpelare, med bra resultat. Det är en mycket kostsam åtgärd som kräver stort djup och utrymme.

7.5 Natur- och kulturmiljö samt friluftsliv

7.5.1 Inledning

Landskapet är en gemensam angelägenhet och utgör det sammantagna utrymme, den livsmiljö alla måste dela på. Av detta landskap finns det 100 procent, inte mer! Ett fungerande landskap erbjuder en rad funktioner och värden som är essentiella för människors hälsa och välbefinnande. Ett fungerande landskap är förutsättningen för en hållbar utveckling i stort och som förutom naturmiljön också omfattar den kulturmiljö och historia som utgör grund för social och kulturell hållbarhet.

Det önskvärda läget, ett fungerande landskap, är inte bara önskvärt det är en nödvändig förutsättning för hållbart samhälle. I ett fungerande landskap finns balans mellan människans uttag av resurser och återskapande av motsvarande resurser. Biologisk mångfald är grunden på vilken detta kretslopp vilar.



Samagerande krävs för att möta hoten och sikta mot en livsmiljö som befrämjar mänskligt välbefinnande

Livsmiljön är ett resultat av hur de samlade egenskaperna ges förutsättning att fungera och samspela. Samspelet i den fysiska miljön är komplex, bland annat då den kontinuerligt förändras, dels genom naturliga processer dels genom mänsklig verksamhet. Olika typer av verksamheter påverkar livsmiljön och ekologiska system. Det kan förändra möjligheterna för olika arters fortlevnad eller överlevnad. Indirekt eller direkt uppstår konsekvenser för människors boendemiljö, hälsa, möjligheter att bruka marken och idka friluftsliv. Dessutom kan möjligheten att uppleva landskapet i ett historiskt perspektiv förändras eller omöjliggöras.

Omvärlden tar nu behövliga steg för att bryta stuprörstänkandet och stärka det samlade agerandet från olika samhällsområden när det gäller markanvändning. Det märks till exempel i myndighetsuppdrag som att utarbeta en landskapsanalys och att analysera relevanta styrmedel för att utveckla den gröna infrastrukturen³⁴ och i delbetänkandet från miljömålsberedningen "Plan för framtagande av en strategi för långsiktigt hållbar markanvändning"³⁵. Ett synsätt om reellt gemensamt ansvar för landskapshantering kan anas. Trafikverket är med sin förändringskraft en betydelsefull aktör i detta. Hoten mot biologisk mångfald är akuta, mångfacetterade och komplexa. Samtidigt behöver kulturarvet som grund för social och kulturell hållbarhet lyftas fram och stärkas.

³⁴ Miljödepartementet 2012-03-08

³⁵ SOU 2012:15

Rapporterna är många om utvecklingen, hotet mot biologisk mångfald och att en snabb förändring är ett måste. Trafikverkets verksamhet påverkar ekologiska funktioner allvarligt genom att skapa barriärer, orsaka störningar och död, sprida oönskade invasiva arter och radera ut viktiga livsmiljöer. Men den kan också skapa miljöer och konnektivitet.

För att kunna lokalisera och anpassa väg och järnvägsåtgärder samt bedöma effekter och konsekvenser för naturmiljö, kulturmiljö och friluftsliv är det angeläget att förstå landskapet som en helhet, hur olika intressen samspelar och hur olika delar i landskapet fungerar och hänger samman. Naturgivna förutsättningar samverkar med, människans kulturpåverkan vilket ger landskapet olika karaktärsdrag. Landskapet är inte statiskt utan förändras hela tiden.

Traditionellt har natur- och kulturmiljövård varit inriktad mot att skydda utpekade geografiska områden, arter eller objekt i landskapet. Under senare år har synen vidgats. Erfarenhet har visat att områdes- och artskydd inte är tillräckligt för att väsentliga funktioner, samband och värden i landskapet ska ha möjlighet att utvecklas positivt. Istället behövs kunskap om strukturer och system i landskapet såväl arters rörelsemönster som människans brukningsmönster. Dessa är ofta nära förknippade och beroende av varandra. Istället för de traditionella beskrivningarna av utpekade natur- och kulturvärden, ska en analys av viktiga funktioner och karaktärsdrag i landskapet göras. De möjligheter som finns att stärka viktiga funktioner och karaktärsdrag i landskapet genom innovativa anpassningar vid infrastrukturåtgärder skall tillvaratas. Samband och funktioner i landskapet är väsentliga för natur- och kulturmiljövård. Djur behöver röra sig i landskapet och möjligheten till utbyte mellan olika naturtyper måste finnas. Samband mellan olika delar av landskapet är av betydelse för att förstå kulturhistorien. Många arter och historiska miljöer har helt försvunnit eller är på väg att försvinna, och de som finns kvar är ofta beroende av bräckliga ekosystem och brukningsmönster.

Utpekade natur- och kulturvärden i landskapet är ofta avgränsade områden där det finns särskilt värdefulla naturtyper, bebyggelse, fornlämningar m.m. Tyvärr är många utpekade områden isolerade företeelser i landskapet, möjligheter att bryta eller minska sådan isolering och bli delar en del av en större helhet behöver tillvaratas. Det är därför nödvändigt att analysera strukturer och funktioner i ett större sammanhang för att kunna bedöma om förutsättningarna för de utpekade värdena förändras, både positivt och negativt.

Landskapet har stor betydelse för de människor som bor och vistas där, bl.a. för friluftsliv. Förändringar och dynamik i landskapet, såväl genom mänskliga aktiviteter som via naturliga processer, är viktiga drivkrafter bakom mångfalden av livsmiljöer och arter. Upplevelsevärden och möjligheten till rekreation och friluftsliv förs fram som en allt viktigare grund för folkhälsan. *Landskapet är en resurs av betydelse för människans välbefinnande och ett väl fungerande landskap är en nödvändig förutsättning för ekonomisk utveckling.* Därför betonar regeringen att utgångspunkten måste vara en helhetssyn på landskapet med ökad samverkan mellan natur- och kulturmiljövård där friluftslivet fungerar som en hörnsten³⁶. I tätortsnära miljöer betonas vikten av att behålla kvarvarande grönstrukturer.

Väg och järnvägsåtgärders effekter och konsekvenser för intressena naturmiljö, kulturmiljö och friluftsliv är beroende av de platsspecifika förutsättningar och värden som finns i det aktuella landskapet. Vägens och järnvägens lokalisering

³⁶ En samlad naturvårdspolitik, Regeringens skrivelse 2001/02:173.

och utformning är därför betydelsefull. Om vägen och järnvägen harmonierar med det omgivande landskapet och är en naturlig, integrerad och uppskattad del av landskapet ökar förutsättningarna att hitta en accepterbar lösning för olika samhällsintressen.

7.5.1.1 Natur- och kulturmiljö

Det goda landskapet är ett landskap med en transportinfrastruktur som ger samhället möjligheter att utvecklas ekonomiskt och socialt. Det sker genom att ge den biologiska mångfalden de förutsättningar den kräver för att säkerställa ett uthålligt naturens kretslopp. Det sker också genom att människors historia inlemmas i det nya hållbara samhället med sin kunskap om tidigare framgångar och misstag och därför tas tillvara och brukas. Liksom det ger människorna möjlighet till ett friluftsliv, som bidrar till den återhämtning, vila och inspiration som människorna behöver för att uthålligt kunna bidra till samhällets utveckling. Det är grunder på vilket samhället byggs.

Det innebär ett landskap:

- Där effektiv markanvändning och god förvaltning bidrar till ett ekologiskt funktionellt, socialt fungerande och kulturellt balanserat landskap och förstärker landskapets regionala eller lokala identitet. Där stora kvalitetskrav ställs vid exploatering eller kraftigt förändrad markanvändning.
- Där generella hänsynsregler inom ramen för en pågående och förändrad markanvändning är viktig liksom punktvisa bevarandeinsatser.
- Där infrastrukturen bidrar till att knyta samman livsmiljöer genom skötsel och tillskapande av nödvändiga miljöer.
- Där infrastrukturen bidrar till att förmedla de historiska berättelserna om vårt samhälle och nyttja kunskapen inför framtiden
- Där infrastrukturen inte är en barriär, är säker att passera och inte innebär allvarliga störningar för djur eller människors rörelse och vistelse i naturen.
- Där infrastruktur inte påverkar särskilt hotade eller unika miljöer på ett negativt sätt eller bidrar till spridning av oönskade invasiva arter.
- Där infrastrukturen bidrar till att stärka människors friluftsliv genom information och god tillgänglighet till viktiga friluftsområden.
- Där reella möjligheter och höga förväntningar på människors engagemang och delaktighet i förändringsprocesser i samhället finns.

7.5.1.2 Friluftsliv

Naturvårdsverkets definition av friluftsliv är "vistelse utomhus i natur- eller kulturlandskapet för välbefinnande och naturupplevelser utan krav på tävling".

Friluftsliv kan omfatta många olika typer av aktiviteter, exempelvis skidåkning, jogging, utomhuslek, promenader, bärplockning eller enbart vistelse och avkoppling i naturen. Friluftsliv som utövas i samband resa och semester räknas ofta som turism, exempelvis fjällvandringar. Syftet med friluftsaktiviteten och förväntningar kring den kan variera och överlappa. Det kan till exempel vara att få motion, avkoppling, ostördhet, upplevelser och intryck eller att se och lära. Förutsättningar och möjligheter i ett område är utgångspunkten för de aktiviteter som kan utövas och för friluftsvärdet.

Friluftsliv och fysisk aktivitet har stor betydelse för hälsa och välbefinnande. Kroppen behöver rörelse för att fungera bra och motverka sjukdomar. Naturen är en viktig plats och källa till rekreation och natur- och kulturupplevelser. Forskning visar att natur- och friluftsupplevelser har en allmänt avstressande effekt och kan påverka vår hälsa positivt.

I dag bor merparten av Sveriges befolkning i eller i närheten av städer och tätorter. Den tätortsnära naturen är därför betydelsefull. Närmiljön är avgörande för om man är fysiskt aktiv, vistas ute och bedriver friluftsliv, eller inte. Den som har femtio meter till närmsta grönya vistas där dubbelt så ofta och sammanlagt nästan dubbelt så lång tid som den som bor en kilometer bort³⁷. En förutsättning för friluftslivet är att det finns natur att tillgå, och att det går att ta sig till den. Exploateringsstrycket på den tätortsnära naturen är ofta stort.

Olika yttre faktorer kan både stimulera och utgöra hinder för fysisk aktivitet och friluftsliv. God tillgång till natur- och kulturmiljöer, motionsspår, gång- och cykelbanor m.m. kan stimulera medan buller, barriäreffekter, otrygghet m.m. kan utgöra hinder. Vagnätets utformning har därför stor betydelse för tillgängligheten till grön- och friluftsområden och för möjligheten att gå och cykla tryggt och säkert.

Viktiga delar att beakta när det gäller *friluftsliv* vid väg och järnvägsåtgärder är att:

- Säkerställa tillgänglighet till viktiga friluftsområden och tätortsnära natur
- Säkerställ att allmänheten har inflytande över vilka miljöer som ska tas tillvara och utvecklas.
- Minimera störning från trafik i viktiga friluftsområden och tätortsnära natur
- Beakta möjligheten att skapa nya tillägg som harmonierar med befintlig miljö och som blir positiva tillskott
- Beakta möjligheten att informera om landskapet, natur och kulturmiljö

7.5.2 Mål och riktlinjer

Som grund för hur arbetet med natur- och kulturmiljö och friluftsliv ska drivas globalt och i Europa finns ett flertal konventioner och direktiv, t.ex. konventionen om biologisk mångfald (CBD), Ny strategi för biologisk mångfald till 2020, landskapskonventionen och konventionen om arkeologiskt kulturarv.

Europeiska landskapskonventionen

Europeiska landskapskonventionen har tillkommit på initiativ av Europarådet och överenskommelsen fattades i oktober 2000. Sverige undertecknade konventionen 22 februari 2001.

Syftet med konventionen är att skapa en gemensam europeisk ram för arbetet med landskap som är utsatta för ett förändringstryck genom samhällsutvecklingen. Konventionen gäller alla landskap, från tätt bebyggda områden till helt obefolkade. Fokus i konventionen är riktat mot helheten – dvs. resultatet av olika sektors verksamhet. Den slår fast landskapets betydelse för människors välbefinnande och som ekonomisk resurs. Landskapskonventionen innehåller en tydlig demokratisk aspekt, genom att landskapets sociala betydelse lyfts fram. Samtidigt understryks vikten av att människor kan delta aktivt i värdering och förvaltning av landskapet.

³⁷ Publikation *Naturen som kraftkälla*, Naturvårdsverket

7.5.2.1 Nationella mål och krav

Transportpolitiska mål

"Transportpolitikens mål är att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgarna och näringslivet." Det övergripande målet stöds av två huvudmål. Funktionsmålet berör resans eller transportens tillgänglighet medan hänsynsmålet handlar om säkerhet, miljö och hälsa. Hänsynsmålet, som är relevant i sammanhanget, lyder; "Transportsystemets utformning och användning ska anpassas till att ingen ska dödas eller skadas allvarligt. Det ska också bidra till att miljö kvalitetsmålen uppnås och att ökad hälsa uppnås."

Regeringen har gjort följande preciseringar av det transportpolitiska hänsynsmålet "Transportsektorn bidrar till att miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan nås genom en stegvis ökad energieffektivitet i transportsystemet och ett brutet beroende av fossila bränslen. År 2030 bör Sverige ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen." "Transportsektorn bidrar till att övriga miljö kvalitetsmål nås och till minskad ohälsa. Prioritet ges till de miljöpolitiska delmål där transportsystemets utveckling är av stor betydelse för möjligheterna att nå uppsatta mål."

Regeringen menar med detta att följande områden bör prioriteras i transportsektorns miljöarbete;

- utsläppen av koldioxid (inom miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan)
- utsläppen av luftföroreningar som partiklar och den internationella sjöfartens utsläpp av kväveoxider (inom miljö kvalitetsmålen Frisk luft, Bara naturlig försurning och Ingen övergödning),
- antalet personer som utsätts för trafikbuller (inom målet God bebyggd miljö)
- påverkan på biologisk mångfald (inom Ett rikt växt och djurliv).

Miljömålsarbetet har en fortsatt struktur med

- *generationsmål* som anger inriktningen för den samhällsomställning som behöver ske inom en generation för att nå miljö kvalitetsmålen
- *miljö kvalitetsmål* som anger det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbetet ska leda till
- *etappmål* som anger steg på vägen till miljö kvalitetsmålen och generationsmålet

Generationsmålet innebär att förutsättningarna för att lösa miljöproblemen ska vara uppfyllda inom en

- ekosystemen har återhämtat sig, eller är på väg att återhämta sig, och att deras förmåga att långsiktigt generera ekosystemtjänster är säkrad,
- den biologiska mångfalden och natur- och kulturmiljön bevaras, främjas och nyttjas hållbart,
- människors hälsa utsätts för minimal negativ miljöpåverkan samtidigt som miljöns positiva inverkan på människors hälsa främjas,
- kretsloppen är resurseffektiva och så långt som möjligt fria från farliga ämnen,
- en god hushållning sker med naturresurserna,
- andelen förnybar energi ökar och att energianvändningen är effektiv med minimal påverkan på miljön, och
- konsumtionsmönstren av varor och tjänster orsakar så små miljö- och hälsoproblem som möjligt.

Mål som Trafikverket beslutat/ställt sig bakom

Nationella viltolycksrådets övergripande mål
Viltolyckorna ska minska så att människor inte dödas eller skadas allvarligt och djurs lidande ska minska

Biologisk mångfald

År 2021 ska 20 procent av konstaterade barriärer vara åtgärdade.

År	2011	2012	2013	2014
Andel av barriärerna som är åtgärdade	2 %	4%	6%	8%

År 2021 har minst 10 procent av de miljöer som Trafikverket förvaltar hög kvalitet för biologisk mångfald.

År	2011	2012	2013	2014
Areal miljöer av hög kvalitet för biologisk mångfald som utökas årligen.	-	0,2%	0,5%	1,5%

Bestämmelser som rör natur- kultur och friluftsliv finns framför allt i Miljöbalken. I kapitel 3 och 4 finns bestämmelser för hushållning med mark- och vatten. Där anges att områden som har betydelse från allmän synpunkt på grund av deras naturvärden eller kulturvärden eller med hänsyn till friluftslivet så långt som möjligt skall skyddas mot åtgärder som påtagligt kan skada natur- eller kulturmiljön. Områden som är av riksintresse skall skyddas mot påtaglig skada. I kapitel 4 har flera större områden pekats ut som riksintressanta. I kapitel 7 i miljöbalken finns bestämmelser om bl.a. naturreservat, kulturreservat och strandskyddsområden. Och i kapitel 8 finns särskilda bestämmelser om skydd för djur- och växtarter till vilken Artskyddsförordningen är knuten och som anger att miljöer och arter utpekade av EU inte få påverkas negativt.

Trafikverket säger i sin miljöpolicy att: "Vi verkar för att samhällets miljömål inom områdena klimat, hälsa och landskap nås genom att vidta åtgärder för

- ett energieffektivt transportsystem med begränsad klimatpåverkan
- minskade luftföroreningar, buller och minskad användning av farliga ämnen
- att bibehålla och stärka natur- och kulturvärden."

Natur, kulturmiljö och friluftsliv skall därför omfattas i projektmål för alla investeringsprojekt och drift/skötselområden, konsekvensbedömningar ska göras mot dessa mål, uppföljning skall ske mot målen etc. Projekt- och driftsbudget ska innefatta nödvändiga åtgärder för natur- och kulturmiljö. Nationella uppföljningar och sammanställningar ska redovisa uppnådda resultat inom området.

Projektmålen för landskap (natur, kulturmiljö och friluftsliv) skall, i den mån det är relevant, omfatta:

- vägen eller järnvägen och landskapet i ett helhetsperspektiv,

- vägen eller järnvägen som barriär för människor och djur,
- vägen eller järnvägen med väg eller järnvägsmiljön som positivt bidrag till natur- och kulturmiljö
- specifika miljöer viktiga för natur, kulturmiljö och friluftsliv.

7.5.2.1 Naturmiljö

Internationella krav och överenskommelser

Enligt EU:s "Fågeldirektiv" (Rådets direktiv 79/409/EEG av den 2 april 1979 om bevarande av vilda fåglar) och "Habitatdirektiv" (Rådets direktiv 92/43/EEG av den 21 maj 1992 om bevarande av livsmiljöer samt vilda djur och växter) ska EU-medlemsländerna bland annat utse skyddsvärda/bevarandevärda områden för att skydda sällsynta och hotade arter och livsmiljöer. Dessa områden utgör nätverket Natura 2000. Medlemsländerna ska se till att nödvändiga bevarandeåtgärder vidtas i Natura 2000-områden. Bestämmelser om Natura 2000 finns i miljöbalken.

Konventionen om biologisk mångfald, som ratificerats av bl.a. Sverige, slår fast principer och vägledande punkter för social och ekonomisk utveckling på ekologisk grund, dvs. för uthållig utveckling.

7.5.2.2 Nationella mål och krav

Sverige har arbetat in EU:s mål att stoppa förlusten av biodiversitet som ett delmål under det 16:e miljökvalitetsmålet Ett rikt växt och djurliv: *"Senast år 2010 skall förlusten av biologisk mångfald inom Sverige vara hejlad"*. I målet Levande sjöar och vattendrag finns följande delmål: *"Senast 2005 ska berörda myndigheter ha identifierat och tagit fram åtgärdsprogram för restaurering av Sveriges skyddsvärda vattendrag eller sådana vattendrag som efter åtgärder har förutsättningar att bli skyddsvärda. Senast 2010 ska minst 25 procent av de värdefulla och potentiellt skyddsvärda vattendragen ha restaurerats."*

De miljökvalitetsmål som främst berör Trafikverkets verksamhet i landskapet är Levande sjöar och vattendrag, Grundvatten av god kvalitet, Hav i balans samt levande kust och skärgård, Myllrande våtmarker, Levande skogar, Ett rikt odlingslandskap, Storslagen fjällmiljö, God bebyggd miljö och Ett rikt växt- och djurliv.

7.5.2.3 Kulturmiljö

Internationella krav och överenskommelser

Två EU konventioner lägger grund för hur arbetet med kulturmiljö ska drivas i Europa:

- Landskapskonventionen
- Konventionen om arkeologiskt kulturarv.

Den Europeiska landskapskonventionen har behandlats här ovan, men centralt för kulturmiljö är att konventionen innehåller en tydlig demokratisk aspekt genom att landskapets sociala betydelse betonas och att allmänheten ges möjlighet att delta aktivt i värdering och förvaltning av landskapet.

Konventionen om arkeologiskt kulturarv lyfter särskilt frågan om hur planerare och arkeologer ska kunna samarbeta för att säkra bästa möjliga villkor för

bevarandet av arkeologiska lämningar. Den behandlar också behovet av kommunikativa insatser för att sprida kunskap om kulturarvet och allmänhetens tillgång till arkeologiska fyndplatser.

Nationella mål och krav

I kulturmiljölagen³⁸ regleras vad som är tillåtet när ett arbetsföretag berör fornlämningar och andra kulturhistoriskt intressanta miljöer, byggnader och objekt. Intentionen i lagen är att arbetsföretag ska lokaliseras och utformas så att de inte alls eller i så liten omfattning som möjligt berör en fornlämning. Berör en väg- eller järnvägsåtgärd en fornlämning ska samråd ske med länsstyrelsen, som upplyser och lämnar tillstånd till eventuella ingrepp i fornlämningen.

Förutom den 16 miljö kvalitetsmålen som berörts ovan (se även avsnitt 7.1.2), så är de av riksdagen fastställda kulturpolitiska målen vägledande för arbetet inom kulturmiljöområdet. De kulturpolitiska målen är av sektorsövergripande karaktär. Intentionerna för arkitektur och kulturmiljö förtydligas i delmål för dessa områden. Ett av delmålen för arkitektur har särskild bäring på Trafikverkets arbete med vägar med kulturvärden: *"Kulturhistoriska och estetiska värden i befintliga miljöer skall tas tillvara och förstärkas."*

7.5.2.4 Friluftsliv

Nationella mål och krav

Det finns elva målområden för folkhälsan, och målområde 9 heter "Ökad fysisk aktivitet". En utgångspunkt är att fysisk aktivitet är en förutsättning för en god hälsoutveckling. Målet för de samlade insatserna inom detta område är att samhället utformas så att det ger förutsättningar för en ökad fysisk aktivitet för hela befolkningen.

Flera av de 16 miljö kvalitetsmålen omfattar målsättningar för friluftslivet och även transporter och transportanläggningar. Det uttrycks framför allt i beskrivningarna av vad målen innebär i ett generationsperspektiv. Här ges några exempel på målsättningar för några av de miljö kvalitetsmål som omfattar friluftslivet:

- God bebyggd miljö. "Transporter och transportanläggningar lokaliseras och utformas så att skadliga intrång i stads- eller kulturmiljön begränsas och så att de inte utgör hälso- och säkerhetsrisker eller i övrigt är störande för miljön". "Natur- och grönområden med närhet till bebyggelse och med god tillgänglighet värnas så att behovet av lek, rekreation, lokal odling samt ett hälsosamt lokalklimat kan tillgodoses"
- Levande sjöar och vattendrag. "Sjöars, stränders och vattendrags stora värden för natur- och kulturupplevelser samt bad- och friluftsliv värnas och utvecklas hänsynsfullt och långsiktigt".
- Myllrande våtmarker. "Våtmarkernas värde för friluftslivet värnas". "Våtmarker skyddas så långt möjligt mot dränering, torvtäkter, vägbyggen och annan exploatering"
- Levande skogar. "Skogens betydelse för naturupplevelser och friluftsliv tas till vara så att den bidrar till god folkhälsa".

³⁸ Kulturmiljölagen (1988:950)

- Ett rikt växt- och djurliv. "Människor har tillgång till natur- och kulturmiljöer med ett rikt växt- och djurliv, så att det bidrar till en god folkhälsa".

7.5.3 Effekter och konsekvenser

Generella metoder för analys och bedömning

En analys av platsens förutsättningar och karaktärsdrag; "landskapsanalys eller landskapskaraktäristik", är en utgångspunkt för att anpassa vägens och järnvägens lokalisering och utformning och för att bedöma effekter och konsekvenser för natur- och kulturmiljön samt för friluftsliv i planeringen av nybyggnads- och förbättringsåtgärder. Det är en fördel om analysen kan förmedla och beskriva landskapet ur flera intresseperspektiv samt hur olika intressen samspelar. Karakteriseringen av landskapet måste också ha ett tidsdjup, peka på trender i landskapsförändringen och vad det specifika landskapet tål i förhållande till de tänkta åtgärderna. Den blir då användbar för flera behov t.ex. formulering av projektmål, miljökonsekvensbeskrivningar och gestaltungsprogram. En landskapsanalys kan behöva fördjupas och ha olika inriktningar som natur, kulturmiljö osv. men den bör alltid ha ett helhetsperspektiv. Analysen ska vara riktad mot den eller de åtgärder som förväntas vidtas i landskapet, t ex en ny väg. Den ska utifrån åtgärden identifiera de väsentligaste frågorna, ligga till grund för målformuleringar och analys av effekter och konsekvenser.

Samråd med olika intressenter och organisationer ger kunskap om förutsättningar, värden, åtgärdsbehov och tänkbara lösningar. Det är därför en naturlig del i planeringen av vägåtgärder.

Att redovisa förutsättningar, effekter och konsekvenser tydligt och enkelt är väsentligt för att beslutsfattare, allmänhet m.fl. enkelt ska förstå vad en nybyggnads- och förbättringsåtgärd innebär. Olika typer av visualisering är en hjälp, t ex i form av kartor, foton, teckningar, fotomontage m.m.

Att sammanfatta konsekvenser och/eller måluppfyllelse med hjälp av tabeller eller matriser underlättar en jämförelse mellan alternativa lösningar, särskilt i vägutredningsskedet. Sådana sammanställningar ger en överblick över projektets miljöpåverkan genom att visa vilka konsekvenser som är väsentliga och om uppsatta mål nås i projektet.

Det har genomförts en del svenska studier avseende ekonomisk värdering av intrångseffekter, bland annat genom studier av människors betalningsvilja. Det har ännu inte varit möjligt att ta fram generella värden för intrångsvärdering.

7.5.3.1 Naturmiljö

Vägar och järnvägar tar markyta i anspråk. Djuren behöver tillräckligt stora naturområden med specifika kvaliteter för att kunna sprida sig, söka föda, söka skydd och för att fortplanta sig. Olika arter har olika krav. Vägar och järnvägar utgör också barriärer mellan de kvarvarande naturområdena vilket gör det svårare för enskilda individer att röra sig mellan områdena. Arterna blir då mer sårbara för lokal eller regional utrotning och inavel kan förekomma. Detta sammanfattas ofta med begreppet fragmentering. Konsekvensen är minskad biologisk mångfald.

I naturområden som ligger nära transportkorridorer märks effekterna som en direkt påverkan. Olika individer berörs i olika grad av vägen eller järnvägen

beroende på deras livsmönster, rörlighet, känslighet för påverkan m.m. De viktigaste effekterna sett från Trafikverkets verksamhet kan delas in i åtta kategorier:

- Förlust av livsmiljöer
- Barriäreffekter
- Trafikdödlighet
- Föroreningar och störningar
- Invasiva oönskade arter
- Nya livsmiljöer och korridorer, Konnektivitet
- Fragmentering, konnektivitet

Förlust av livsmiljöer

Den effekt av infrastrukturen som är lättast att mäta är den direkta förlusten av mark och förändringen av omgivningarna. Både lokalt och regionalt kan påverkan på ett litet naturområde medföra stora negativa konsekvenser om det är en ovanlig eller särskilt känslig naturmiljö som berörs eller en miljö viktig för konnektivitet mellan områden. I förhållande till naturmiljön är det berörda området inte bara begränsat till den yta som vägen eller järnvägen ligger på. Bankar, skärningar, parkeringsplatser och serviceanläggningar, liksom trafiken kan leda till att områden långt utanför transportkorridoren inte kan användas på samma sätt som tidigare. När infrastrukturbarriärer kombineras med naturliga spridningsbarriärer för djur (t ex sjöar, vattendrag, stora sammanhängande jordbruksområden eller bebyggda områden) kan ytterligare livsmiljöer bli oanvändbara för djuren.

Barriäreffekt

Den största negativa effekten på naturmiljön är att infrastrukturen bildar barriärer för många djur. Barriären kan minskas genom att man gör det lättare för djuren att ta sig förbi väg- eller järnvägsanläggningarna. Detta är speciellt viktigt i områden där de naturliga möjligheterna till förflyttning är få.

För de flesta av de större däggdjuren utgör vägar och järnvägar bara barriärer där det finns viltstängsel, bullerskärm eller mitträcke eller om trafikmängden är stor. Antalet fordon som trafikerar vägen (årsdygnstrafiken, ÅDT) kan ge en indikation på hur stor barriäreffekten är. Vid låg trafiktäthet klarar de flesta djur av att passera vägen utan problem och barriäreffekten är liten. Problem för groddjur kan dock uppstå även på mindre trafikerade vägar. Vid medelstor trafiktäthet är dödligheten för djur som försöker passera vägen hög och barriäreffekten ökar. På vägar med stor trafik (ÅDT > 10 000) är barriäreffekten stor och bara ett fåtal djur försöker ta sig över vägen.

När vägar och järnvägar hägnas in blir barriären total för de flesta arter. För mindre djur, särskilt ryggradslösa som t ex insekter, kan även småvägar, vägkanter och banvallar utgöra en betydande barriär. Detta beror på att dessa miljöer utgör en livsmiljö som är ogynnsam för arterna eller på att störningseffekten är stor. I högfjällsområden kan höga snövallar bilda barriärer.

ÅDT	Exempel på väg	Barriäreffekt
< 1 000	Vanlig landsväg, 6-8 m bred, 70-90 km/h, glesbygdsmiljö	Passeras av de flesta vilda arter i naturen. Men redan vid 100 ÅDT blir det en dödsfälla för groddjur.
1 000–4 000	Vanlig landsväg, 7-10 m bred, 90 km/h	En del arter passerar dessa vägar utan problem, men vägen är en barriär för speciellt sårbara arter.
4 000–10 000	Landsväg, med eller utan mitträcke, 13-15 m bred, 90-110 km/h	Kraftiga barriärer, buller och rörelse verkar avskräckande på många enskilda djur. Många som försöker passera blir påkörda.
> 10 000	Motorväg, 20-35 m bred, 100 km/h	Ogenomtränglig för de flesta arter.

Tabell 7-20. Djurens möjligheter att ta sig över en väg (barriäreffekt) beror på typ av väg.

Trafikdödlighet

Viltolyckor påverkar i de flesta fall inte djurbestånden i Sverige på nationell nivå. Det ger en indikation på att de aktuella arterna är talrika och har stor utbredning. Andelen trafikdödade älgar och rådjur motsvarar ca 10 procent av den årliga avskjutningen vid jakt. Lokalt kan trafikdödade rådjur vara fler än den lokala jakten. Ungefär lika många dör av sjukdom eller blir byten för andra djur. Bland mindre däggdjur dödas mindre än 10 procent av den totala populationen, med undantag av grävling och igelkott.

Trafiken kan emellertid vara en viktig dödsorsak och en betydande faktor för ett lokalt bestånds förmåga att överleva. I en del fall har detta medfört att trafikdödligheten blivit ett direkt hot mot artens överlevnad i vissa områden. I Nederländerna höll grävlingen på att bli utrotad men efter omfattande åtgärder har den numera återkommit. Oftast dör det påkörda djuret. En undersökning visar att 92 procent av de påkörda älgarna dör, medan siffran för rådjur är 98 procent. Bland mindre däggdjur är dödligheten 100 procent.

Sällsynta rovdjur såsom björn, varg, lo och örn är särskilt utsatta då de lockas till vägen av kadaver från tidigare påkörda djur. Dessa s k sekundära djurolyckor kan ha en stor negativ inverkan på rovdjursstammarna eftersom de förekommer i mindre och glesare populationer.

Speciellt allvarligt är att den långsiktiga trenden är att viltolyckorna ökar.

Föroreningar och störningar

Utbyggnad av infrastrukturanläggningar liksom väg- och järnvägstrafiken på dessa medför utsläpp av föroreningar och andra typer av påverkan på den omgivande miljön. Hur stort område från vägen eller järnvägen som berörs beror på flera faktorer, bl.a. typ av väg, trafikmängd på vägen eller järnvägen, topografi, hydrologi, vindförhållanden och vilken typ av vegetation som berörs. Hur stora konsekvenserna för naturmiljön blir beror i sin tur på den berörda naturmiljöns känslighet.

Luftföroreningar från vägar ger stora konsekvenser på nationell och global nivå (växthus-effekt, försurning, övergödning, hälsoeffekter, ozonuttunning). De luftföroreningar som har störst betydelse på lokal nivå är framförallt partiklar och marknära ozon. Partiklar från vägtrafiken sprids till vägkanterna och vegetation i närheten. Effekterna är inte dokumenterade för djurlivet, men man

kan anta att djur som uppehåller sig en stor del av tiden i närheten av vägar, kan få liknande problem som människor, dvs. nedsatt lungfunktion, luftvägssjukdomar och ökad mottaglighet för luftvägsinfektioner.

Lavar som växer på träd samt mossor i våtmarksområden och arktiska ekosystem är speciellt känsliga för denna typ av förorening. Partiklar kan också leda till minskad grobarhet och problem för djurlivet i jorden. Förändringar i tillväxt och antal förekommande växtarter i sjöar och hedlandskap p g a luftföroreningar från vägtrafik har observerats på ett avstånd av över 200 meter från vägen.

Marknära ozon kan ge akuta vegetationsskador vid höga koncentrationer. Den marknära ozonen kan reducera fotosyntesen och växternas tillväxt och leda till för tidig bladfällning. I Sverige ligger medelvärdet för ozon konstant under det nationella delmålet för 2010 men toppar är vanliga över hela landet.

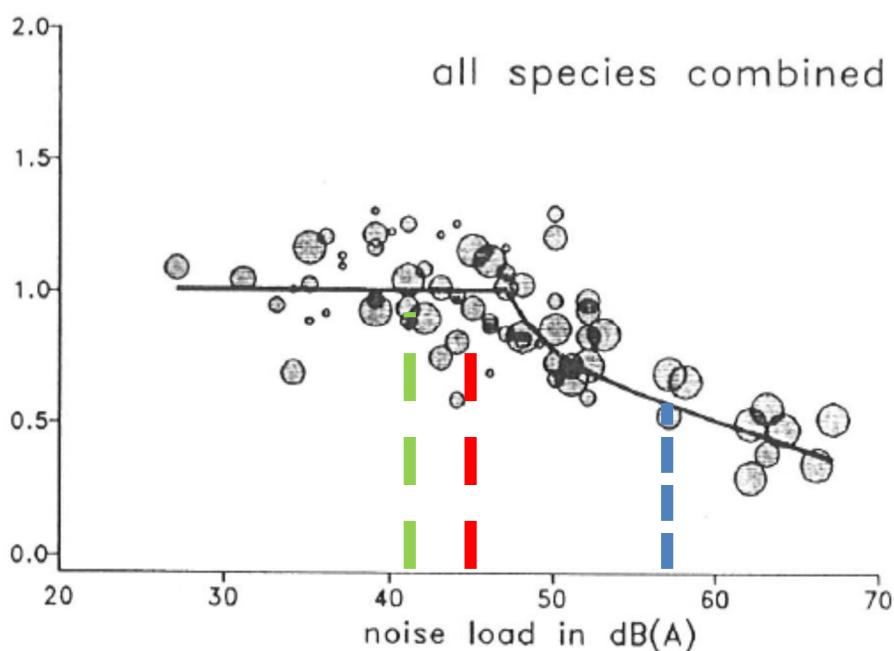
Dagvatten från vägar innehåller bl.a. partiklar, näringsämnen, tungmetaller, organiska föreningar från oljeprodukter samt vägsalt. På vägen till insjön eller havet reduceras föroreningsinnehållet genom utspädning, bindning, sedimentation och nedbrytning. Väg dagvatten är ofta surt och kan därmed bidra till försurning. Vid regn eller snösmältning uppstår en s k "first flush"-effekt, d v s föroreningar som har samlats sedan föregående regnväder eller snösmältning dagvatten. Vid snösmältning kan man också få en "last flush"-effekt när partiklar frigörs och förs bort med dagvattnet. Smältvatten från snö kan innehålla betydligt större föroreningsmängder än regnvatten eftersom ansamling av föroreningar i snön sker över en lång period.

Spridning av vägsalt medför stora problem med försaltning av grundvattentäkter. Det kan även medföra stor påverkan på vegetationen närmast vägen (upp till 10 meter från vägkanten), t ex kan barren på barrträd bli bruna och lövträd och buskar få döda knoppar och grenar. En annan konsekvens är att växtsamhällena i vägkanterna kan förändras och arter som är anpassade till salta förhållanden (kustväxter) etablerar sig längs inlandsvägarna. Vägsalt kan också påverka insjöar. Saltet kan också dra till sig djur, vilket ökar farorna för viltolyckor.

Övriga faktorer som har stor betydelse för naturmiljön är mänsklig aktivitet, ljus, ljud och hydrologiska förändringar. Många djur som t ex vargar och fåglar undviker områden som ligger nära vägar och järnvägar, vilket ofta beror på *störningar från trafik* eller från annan *mänsklig aktivitet*. Vid uppsättning av *belysning* bör man ha i åtanke att det kan påverka djuren, även om det ännu inte finns så mycket kunskap om detta.

Trafikbuller verkar olika på olika arter. Flertalet fåglar är sårbara för buller. De kommunicerar med ljud och om sången överröstas kan flera arter hålla sig borta från områden med buller. Studier visar också att reproduktionen minskar drastiskt för fåglar som häckar nära vägar. Sammantaget betyder detta att arealförlusten av en väg eller järnväg i förhållande till enskilda fågelarter kan bli mycket stor.

I nedanstående figur framgår minskningen i populationstäthet i relation till trafikbuller. Figuren visar effekten på öppen mark men mycket likartad effekt har dokumenterats i skogsmark och för järnväg.



Figur 7-29. Relativ populationstäthet av fåglar i gräsmarker vid olika bullernivåer angivet i dB(A)eq dygn. Värdet 1,0 motsvarar genomsnittstätheten i omgivningen. De färgade linjerna (inlagda av författarna) indikerar olika effektnivåer: blå=50procent försämring, röd=20procent försämring, grön=brytpunkt under vilken ingen generell effekt kan skönjas. Studier från Nederländerna presenterade av Reijnen m fl (1996). Från: J-O Helldin, Per Collinder, Daniel Bengtsson och Åsa Karlberg. 2011. Trafikbuller i värdefulla naturmiljöer.- en metod för att identifiera konfliktpunkter.

Förändringar i hydrologin orsakas av skärningar, bankar och tunnlar vilket kan leda till uttorkning av myrar och andra fuktiga biotoper. Det medför att livsmiljöerna för arter som är beroende av sådana miljöer blir mindre eller kraftigt försämrade. Vägbankar som skär av sund eller vikar kan ge en negativ inverkan på vattenomsättningen. När vägar eller järnvägar byggs i sammanhängande skog bildas skarpa kanter som kan liknas vid kanter på föryngringsytor.

Mikroklimatet i området närmast vägen eller järnvägen förändras: ljusintensiteten ökar, luftfuktigheten minskar och lufttemperaturen varierar i större grad. Detta påverkar bl.a. förekomsten av mossor och lavar.

Även under byggtiden förekommer utsläpp av föroreningar och annan påverkan på omgivande naturmiljö.

Fragmentering och konnektivitet

Infrastruktur bidrar till landskapets fragmentering genom att förstöra livsmiljöer och genom att hindrar djur att röra sig i landskapet. Skalan varierar beroende på djur. Problemet är nästan alltid likartat men har olika måttstock för olika djur. För varg är skalan 10 000 tals hektar, för utter och igelkott 100–1 000-tals hektar medan det för vissa djur som djur som vattensalamander och därgräsfjäril handlar om 1–100 ha.

Fragmenteringen kan inledningsvis påverka en art ganska lite för att plötsligt, vid ett tröskelvärde, resultera i en katastrof. I värsta fall kan arten försvinna från ett område. Antalet individer i en population varierar naturligt mellan olika år, hur stora svängningarna är beror bl.a. på områdets storlek och artens behov. Små populationer varierar mer i antal över tiden och löper större risk att utrotas än stora populationer.

Speciellt sårbara arter är:

- Sällsynta arter med små bestånd och krav på stora hemområden (t ex stora rovdjur som varg).
- Arter med specifika krav på livsmiljön.
- Arter med låg reproduktion och långsam spridning.
- Arter med dagliga eller årstidsbestämda vandringar. Groddjur är i det hänseendet särskilt utsatta när deras årstidsbestämda vandringar till och från lekdammar passerar vägar. Några arter av hjortvilt använder olika tillhåll vid olika tider på dygnet, och passerar ofta vägar och järnvägar för att uppfylla detta behov.
- Arter med långa betesvandringar.

Fragmenteringen i landskapet kan motverkas genom att i anslutning till vägen eller järnvägen skapa miljöer som ekologisk kan knyta samman annars isolerade naturmiljöer/områden.

Invasiva oönskade arter

Infrastruktur kan fungera som "inkörsport" för arter från andra delar av världen som har förmåga att överleva och sprida sig till övriga landskapet. Sådana arter saknar ofta inhemska predatorer och kan därför sprida sig kraftigt på bekostnad av livsmiljö för inhemska arter. Några aktuella exempel är vresros, parkslide, jättebjörnlöka, lupin m fl.

Nya livsmiljöer och korridorer

Anläggande av nya vägkanter och banvallar genom landskapet leder till både positiva och negativa konsekvenser. Vägkanter, banvallar och kantzonerna mot den omgivande naturen kan skapa viktiga förbindelser mellan områden. De fungerar som korridorer, längs vilka växter och djur kan sprida sig till nya platser, dit de annars inte skulle nå. Detta kan ge negativa konsekvenser för den ursprungliga floran och faunan i det exploaterade området men kan också ses som en kompensation för den barriärverkan som infrastrukturen utgör.

Korridorfunktionen kan vara betydelsefull i tätbebyggda områden som saknar sammanhängande grönområden men också på landsbygd med ett intensivt jordbruk. Vägkanter utgör viktiga livsmiljöer i dagens tätbebyggda landskap för både växter och djur. Det har uppskattats att ca en tredjedel av den svenska floran kan hittas i vägkanterna. Många av dessa är idag ovanliga i det övriga landskapet.

Infrastrukturens tekniska konstruktioner kan också bli livsmiljöer för djur och växter. Håligheter i väg- och järnvägsbankar kan användas som skydd och bo för bl.a. ödlor. Fladdermöss och vissa fåglar väljer säkra viloplats under broar. Vägkanter, banvallar och sedimentationsdammar kan emellertid också bilda "ekologiska fällor" som i vissa fall kan medföra att fler arter dödas än vad livsmiljön tillför. I många fall innebär skapandet av nya livsmiljöer dock inte att

arterna lämnar andra områden, utan att det totala antalet möjliga livsmiljöer för dessa arter ökar.

Sekundära effekter

Ny infrastruktur leder i många fall till förändringar i markanvändning i omkringliggande områden (bosättning, industrietablering, ökat resande och liknande). Samtidigt bidrar ny infrastruktur till att områden som tidigare har varit svårtillgängliga för människor används i större utsträckning. Detta kallas i MKB-sammanhang för sekundära eller indirekta effekter.

7.5.3.2 Kulturmiljö

Infrastrukturernas linjära sträckning genom landskapet eller en tätort kan hota många kulturhistoriska och sociala strukturer. Det kan sammanfattas främst i splittrade kulturhistoriska strukturer och barriäreffekter. Störning genom buller kan också vara ett hot, främst mot upplevelsevärden. Oaktsamhet kan leda till förlust av kulturmiljöer och föroreningar innebär hot mot kulturobjekt såväl ovan som under mark.

Effekterna kan sammanfattas i sex kategorier:

- Barriäreffekter
- Splittrade kulturhistoriska strukturer
- Buller
- Föroreningar
- Sekundära effekter
- Nya vägar och järnvägar som tillskott till kulturmiljön

Barriäreffekter

Barriäreffekten är ett problem för kulturmiljöer främst ur två aspekter:

- Brukningshinder:
Större vägar som saknar korsningsmöjligheter innebär hinder för brukande av mark. Det gäller för såväl mark brukad med maskiner, som för betesmark. Eftersom öppen mark är viktig för den biologiska mångfalden, får detta även konsekvenser för natur.
- Hinder för tillgänglighet.
Människor vill liksom djuren röra sig i landskapet. Barriäreffekter berör således natur-kulturmiljö och friluftsliv. För kulturmiljön berörs såväl upplevelsevärden t ex tillgänglighet av sevärdheter, som sociala värden t ex tillgänglighet till det lokala centrumet i en tätort.

Det är väsentligt att vid en vägätgård analysera graden av barriäreffekt i ett landskapsavsnitt eller tätort som berörs. Storskaliga jordbrukslandskap kan t ex vara mindre känsliga, än småskaliga. Det är också väsentligt att analysera var passager kan lösa problemen. Det är viktigt att barriäreffekter för människor och djur analyseras tillsammans. Många gånger kan passager placeras och utformas så att de passar både människor och djur.

Splittrade kulturhistoriska strukturer

Synen inom kulturmiljövården har utvecklats från att enbart fokusera på enskilda objekt till att fokusera på större helheter i landskapet. En industrihistorisk miljö är ofta vidsträckt i landskapet, med allt från den gamla fabriken till kringliggande arbetarbostäder, disponentbostad, vattenförsörjning och hyttor. Liksom en agrar miljö med gård, odlings- och betesmarker, utmarker och fäbod. Detsamma kan gälla en förhistoriskmiljö med gård, gravfält, fossilåkermark och kanske en tidig gårds kyrka. Ska en väg eller järnväg placeras i en sådan miljö krävs kunskap, kreativitet och förtänksamhet om var vägen kan placeras utan att vetenskapliga, brukar och upplevelsevården går förlorade. Det går att placera vägar och järnvägar så de blir ett gott tillskott i en känslig miljö, men då krävs kunskap om kulturhistoriska strukturer och en öppen planeringsprocess.

Buller

Buller har stor negativ effekt på upplevelsevården. Det är svårt att få en helhetsupplevelse av en kulturhistorisk miljö med stor trafikstörning. Det framförs också som ett problem. Effekten av trafikstörningar på upplevelsevården ska bedömas. Inte minst med avseende på minskade besöksantal, sämre livsmiljö och minskade intäkter från turism.

Föroreningar

Utbyggnad av infrastrukturanläggningar liksom väg- och järnvägstrafiken på dessa medför *utsläpp av föroreningar* och andra typer av påverkan på den omgivande miljön.

Luftföroreningar påverkar också material som metall, gummi, plast och kalksten så att de bryts ned snabbare. Därigenom skadas t.ex. byggnadskonstruktioner och vägnära kulturobjekt, t ex runstenar, milstolpar och väghållningsstenar vid vägar. Även föremål under jorden skadas. Även arkeologiska material under jorden har nyligen påvisats ta stor skada av luftföroreningar och salt (Hur mår kulturmiljön? Kulturmiljöbokslut 2007 Riksantikvarieämbetet).

Spridning av vägsalt medför stora problem för framförallt vägnära kulturobjekt, och fasta fornlämningar (se ovan). Effekter av salt har uppmätts på fasta fornlämningar av sten på ett avstånd av ca 200 meter från vägen.

Sekundära effekter

Ny infrastruktur leder i många fall till förändringar i markanvändning i omkringliggande områden (bosättning, industrietablering, ökat resande och liknande). Samtidigt bidrar ny infrastruktur till att områden som tidigare har varit svårtillgängliga för människor används i större utsträckning. Detta kallas i MKB-sammanhang för sekundära eller indirekta effekter. En vanlig sekundär effekt är etableringar av externa affärscentrum, vilka kan ha effekter på den lokala kulturmiljön eller kulturmiljön i en närliggande tätort.

Nya vägar och järnvägar som tillskott till kulturmiljön

Många nya vägar, järnvägar och broar har blivit lyckade tillskott till den befintliga miljön och landskapet. För alla dessa projekt gäller att de planerats med en stor känslighet och kunskap om viktiga karaktärsdrag i landskapet. Ofta har dessa projekt även haft en öppen planeringsprocess. Vid planering är det viktigt att se landskapet som en resurs och inte som ett hinder. Tänk inte enbart i termer som intrång och negativa effekter. Istället kan man fundera över hur

djur och människor även fortsättningsvis ska kunna leva, röra sig, bruka och uppleva landskapet. Hur kan projektet faktiskt bidra till att förbättra nuläget?

7.5.3.3 Friluftsliv

Vägnätets och även järnvägsnätets utformning har betydelse för framkomligheten och trafiksäkerheten för olika trafikantgrupper. Goda möjligheter att nå grönområden är centralt för nyttjandet av områdena. Ett väl utbyggt gång- och cykelvägnät till och igenom ett grönområde gör att området blir åtkomligt och framkomligt och kan nyttjas av många. Gång- och cykeltrafikanter gynnas av separata GC-banor samt portar och broar som gör det möjligt att korsa vägar trafiksäkert. Barn är en utsatt grupp som behöver trygga skolvägar för att själva kunna gå och cykla.

Buller, markintrång, barriäreffekter är exempel på effekter som kan ha en inverkan på friluftslivet. Flera kapitel och avsnitt, bl.a. tillgänglighet, barriäreffekter och buller bör läsas för att få en djupare beskrivning av respektive effektområde.

Platsspecifika förutsättningar är väsentliga för att göra projektspecifika bedömningar av konsekvenser för friluftslivet. Det är då viktigt att ha kunskap om hur friluftsområden värderas och vad som generellt är väsentliga kvaliteter och värden.

Ett friluftsområdes kvaliteter består av en mängd olika faktorer, både kvalitativa och kvantitativa, som är tätt sammanflätade. Faktorer som påverkar nyttjandet och upplevelsen av ett friluftsområde är bl.a.:

- naturgivna egenskaperna så som naturtyp och topografi
- omgivningsförutsättningar så som avstånd till bostad, större befolkningscentra,
- barriärer (större vägar m.m.) och åtkomst till området
- samband mellan olika friluftsområden

Värdet för friluftslivet är bl.a. beroende av variationsrikedom i landskapet, intressanta kulturmiljöer, geologiskt intressanta områden, anknytning till vatten och frånvaro av störningar såsom framför allt buller m.m.³⁹

Dessa faktorer kan vara ett stöd för att analysera och beskrivna ett områdes värde för friluftslivet:

- etablerad friluftsverksamhet
- upplevelsekvaliteter
- ekologiska förutsättningar
- mångsidighet
- storlek, form
- värdets beständighet
- tillgänglighet och barriärer
- framkomlighet

³⁹ Regionala och lokala friluftspaner, inledande metodstudie i Uppsala län, Naturvårdsverkets rapport 5612.

- frihet från störningar
- frånvaro av restriktiviteter
- tillgång till alternativa friluftsområden⁴⁰

Upplevelsen av landskapet är grundläggande för friluftssintresset. Regionplane- och trafikkontoret i Stockholms läns landsting (RTK) har i en kvalitativ undersökning ringat in väsentliga upplevelsevärden och egenskaper och förutsättningar som kan ge dessa.

- orördhet/mystik - områden som är opåverkade av människan
- skogskänsla – områden som ger en upplevelse av skog där man kan vandra, plocka svamp m.m.
- frihet och rymd, stora områden med goda utblickar och vida vyer
- artrikedom/naturpedagogik – goda möjligheter till naturobservationer och undervisning
- kulturhistoria – spår av mänsklig verksamhet och boende, t ex äldre bebyggelse och kulturlandskap
- aktivitet och utmaning -- egenskaper som ger möjlighet till sport och aktivitet
- service och samvaro – miljöer med, byggnader, service, goda kommunikationer

Här ges en kortare beskrivning av några effekters betydelse för friluftslivet:

Buller

När människor söker sig ut i naturen för att få rekreation och avkoppling är en god ljudmiljö (bullerfrihet) en väsentlig aspekt. Studier som Naturvårdsverket genomfört visar att naturens egna ljud upplevs som positiva medan samhällsbuller upplevs negativt. En god ljudmiljö är dock inte detsamma som tystnad. Många ljud kan vara kopplade till en viss miljö och tillför därför kvaliteter till upplevelsen⁴¹.

Vad som är en godtagbar ljudmiljö är beroende av vilken typ av område det är och vilka förväntningarna är på ljudmiljön. I grönområden nära tätorter förväntar man sig mer buller och accepterar det utan att bli störd.

Naturvårdsverket har i samarbete med flera aktörer, bland annat f.d. Vägverket, bedrivit ett projekt som heter ljudkvalitet i natur- och kulturmiljöer. I det arbetet har flera delrapporter tagits fram och en slutrapport (rapport 5440) tagits fram. Av den framgår att det inte finns generella måttetal för god ljudkvalitet i natur- och kulturmiljöer och rekreationsområden. I rapporten anges fem bullerklasser som bedöms ge sådan bullerfrihet att god ljudkvalitet ska kunna uppnås i olika slag av områden.

I avsnittet om buller redovisas gällande riktvärden för buller.

⁴⁰ Regionala och lokala friluftspaner, inledande metodstudie i Uppsala län, Naturvårdsverkets rapport 5612.

⁴¹ Utvärdering och utveckling av mått, mätetal och inventeringsmetod, slutrapport i ett samarbetsprojekt. Naturvårdsverkets rapport 5440.

Visuella effekter

Den visuella upplevelsen i ett område/landskap förändras ofta vid en nybyggnads- och i vissa fall en förbättringsåtgärd. En beskrivning av ett landskaps "visuella karaktär" och eventuellt mål för det "framtida" landskapet är ett stöd för att bedöma effekter och konsekvenser. I områden där visuella upplevelser är värdefulla kvaliteter är det särskilt angeläget att anpassa vägens lokalisering och utformning till landskapet och kvaliteterna. Betydelsefulla faktorer för visuell upplevelse är t ex vyer och utblickar, orienterbarhet, landmärken, stråk, rumsliga indelningar, karaktärer och topografi och bebyggelse.

Det kan finnas flera olika kvaliteter kopplat till den visuella upplevelsen av landskapet. Bedömningen av visuella kvaliteter kan variera beroende av vem som upplever ett landskap. Flera visuella kvaliteter redovisas i nästa avsnitt.

7.6 Vatten och naturresurshushållning

7.6.1 Inledning

7.6.1.1 Vatten

För att kunna lokalisera och anpassa väg och järnvägsåtgärder samt bedöma effekter och konsekvenser för vattnet är det viktigt att förstå vattnets kretslopp, dess komplexitet och samspelet med mark, luft, flora, fauna och mänsklig verksamhet.

Vatten är en grundförutsättning för allt liv och utgör också en livsmiljö för vattenlevande växter och djur. Vatten är vårt viktigaste livsmedel och förser oss med ovärderliga ekosystemtjänster inom en rad områden. Vattnet utgör också en teknisk förutsättning vid byggande och drift av infrastruktur.

Miljötillståndet i våra sjöar och vattendrag är totalt sett inte tillfredsställande, även om situationen varierar mellan olika vattenområden. Cirka hälften av ytvattenförekomsterna bedöms inte ha nått god ekologisk status år 2015. Påverkanssituationen skiljer sig mellan norra och södra Sverige, då övergödning främst är ett problem i de södra delarna av landet medan fysisk påverkan av miljöerna, framförallt fragmentering av vattenmiljöerna, förekommer i hela Sverige. Flera vattenförekomster påverkas av miljögifter och inga av Sveriges inlandsvatten klarar kravet för god kemisk status på grund av för höga halter av kvicksilver i fisk. De två största problemområdena avseende grundvattnets kvalitet är tillförsel av kväve (nitrat) och bekämpningsmedel, i vissa områden kan påverkan av klorid, både naturligt och på grund av mänsklig verksamhet, också vara av betydelse. Sjöar och vattendrag ingår ofta i skyddade områden men endast cirka två procent av naturreservaten är avsatta med limniska värden som motiv. Vidare har endast en mindre del av de värdefulla vattenmiljöerna ett långsiktigt skydd. Våtmarker är ekosystem som har tagit stor skada av utdikningar och annan mänsklig påverkan och havsmiljön är inte i balans och mycket kvarstår att göra för att lösa de stora marina miljöproblemen som övergödning och miljögifter.

Transportsektorns verksamhet och den infrastruktur som byggs, tillhandahålls och förvaltas har betydelse för landets vattenförvaltning. Ett mycket viktigt arbete är att planera verksamheten och förebygga eller förhindra att utsläpp av bränslen eller andra miljöfarliga ämnen från framförallt vägtrafik, men även från järnvägstrafik liksom från mark, anläggningar, byggnation, underhåll och

drift, leder till att skadliga ämnen når grund- eller ytvatten och förorenar detta, i synnerhet vid vattenförekomster av betydelse för dricksvattenförsörjningen eller i områden med stora naturvärden. Att säkra dricksvattnets kvalitet vid befintliga liksom potentiella vattentäkter längs våra vägar och järnvägar är en prioriterad uppgift för Trafikverket. En annan är att åtgärda vandringshinder för vattenlevande djur, bland annat genom att placera, utforma och underhålla väg- och bantrummor på ett naturmiljöanpassat sätt. Det är också viktigt att anläggningarna byggs och utformas så att skador inte uppstår i omgivningen på grund av ändrade vattennivåer och flöden liksom att de är robusta och dimensioneras för förekommande liksom förändrade flöden och nivåer, särskilt med beaktande av klimatförändringarna.

7.6.1.2 Naturresurshushållning

När det gäller naturresurshushållning är det främst användningen av icke förnybara material, återvinning av material, hantering av avfall och att inte miljöfarliga material förs in i infrastrukturen som är särskilt viktiga vid väg- och järnvägsbyggnad.

7.6.2 Mål och krav

Nedan redovisas internationella, och nationella mål och krav liksom interna mål och krav avseende vatten och naturresurshushållning.

7.6.2.1 Vatten

Kraven på en god hantering av vattenfrågorna syftar till att nå ett önskvärt läge som grundar sig på insikten om nödvändigheten av att skapa ett långsiktigt hållbart samhälle. Kraven grundar sig antingen på omvärldens eller egna krav. Omvärldskraven kan i sin tur delas upp i internationella överenskommelser, EU-krav, nationell lagstiftning och uppdragsgivarens krav på att tillhandahålla en transportmässig och långsiktigt hållbar funktion. De egna kraven är främst tekniska och funktionella. Dessa ska anpassas till acceptabel omgivningspåverkan. Kraven styrs av vattenmiljöns känslighet och andra aktörers intressen, t ex vattenproducenter och enskilda fastighetsägare. Till detta kommer naturligtvis krav i form av naturgivna förutsättningar, inte minst med beaktande av effekterna av ett förändrat klimat.

Internationella krav

Grunden inom svensk vattenförvaltning utgörs av EUs Vattendirektiv (RDV) som syftar till att skapa en helhetssyn på Europas och de enskilda ländernas vattenresurser och att få en enhetlig, sammanhållen och övergripande lagstiftning för förvaltning av vatten. Vattenförvaltningen ska utgå från avrinningsområden, dvs vattnets naturliga gränser. RDV är implementerat i svensk lagstiftning främst genom 5 kapitlet miljöbalken och vattenförvaltningsförordningen. I enlighet med RDV och nämnda lagstiftning fastställde Sveriges vattenmyndigheter år 2009 förvaltningsplaner, åtgärdsprogram och miljökvalitetsnormer (MKN) för landets vattenförekomster. Kvalitetskraven syftar till att tillståndet inte ska försämrats och att samtliga ytvattenförekomster ska uppnå hög eller god ekologisk status och god kemisk status och att samtliga grundvattenförekomster ska uppnå god kvantitativ status och god kemisk status, senast den 22 december 2015, om de inte omfattas av bestämmelserna om konstgjorda och kraftigt modifierade vattenförekomster eller av bestämmelserna om undantag/tidsfrist. Vattenförekomsternas status klassificeras med utgångspunkt från de förändringar som mänskliga aktiviteter orsakat. Vattenförekomsternas tillstånd jämförs med motsvarande vatten i orört naturligt tillstånd.

RDV och svensk vattenförvaltning omfattar alla sjöar, vattendrag, grundvatten och kustvatten. Av praktiska skäl sätts dock en nedre storleksgräns för vilka vatten som beskrivs och får fastställda miljö kvalitetsnormer - s.k. vattenförekomster. Ytvattenförekomsterna utgör ca 80 procent av inlandsvattnenytan men utgör till antal bara en liten del av alla vattenområden. Grundvattenförekomsterna inom vattenförvaltningen omfattar huvuddelen av de grundvattenmagasin med stor uttagskapacitet som finns i landet, men de utgör bara en begränsad del, endast 4 procent, av landets yta. Vattenområden mindre än vattenförekomster benämns övriga vatten.

Enligt miljöbalken ska myndigheter och kommuner inom sina ansvarsområden vidta de åtgärder som behövs enligt ett fastställt åtgärdsprogram. Trafikverket är en myndighet som omfattas av åtgärdsprogrammen enligt ovan och har det utpekade ansvaret att ta fram kunskapsunderlag och genomföra åtgärder för att undanröja eller motverka vandringshinder och dagvattens påverkan på yt- och grundvatten.

Till RDV finns kopplat dotterdirektiv – "Grundvattendirektivet" (Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/118/EG om skydd för grundvatten mot föroreningar och försämring och Direktivet om miljö kvalitetsnormer för prioriterade ämnen (Europaparlamentets och Rådets direktiv 2008/105/EG av den 16 december 2008 om miljö kvalitetsnormer inom vattenpolitikens område)

Kvalitetskrav med koppling till vatten regleras även i andra EG-direktiv än RDV. Så kallade skyddade områden omfattas av sådana vattenkvalitetskrav. Dessa områden är särskilt skyddsvärda i ett EU-perspektiv och skyddsarbetet för dessa områden behöver samordnas med vattenförvaltningsarbetet. Skyddet omfattar bland annat dricksvatten, badvatten, fiskevatten och Natura 2000-områden. Skyddet av dessa områden regleras i ett antal nationella förordningar, exempelvis Förordningen om miljö kvalitetsnormer för fisk- och musselvatten (2001:554), Badvattenförordningen (2008:218), Artskyddsförordningen (2007:845) och Livsmedelsförordningen (2006:804).

- Andra EG-direktiv med koppling till vatten och transportsektorns verksamhet är Direktivet om växtskyddsmedel (Rådets direktiv 91/414/EEG om utsläppande av växtskyddsmedel på marknaden
- Avloppsdirektivet – (Rådets direktiv 91/271/EEG om rening av avloppsvatten från tätbebyggelse)
- Havsdirektivet (Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/56/EG om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på havsmiljö politikens område)
- Översvämningsdirektivet (Europaparlamentets och rådets direktiv 2007/60/EG – om bedömning och hantering av översvämningsrisker)

Direktiven är implementerade i svensk lagstiftning genom exempelvis Havsmiljö förordningen (SFS 2010:1341) och Förordningen om översvämningsrisker (2009:956).

Nationella mål och krav

Mål

Vatten omnämns inte explicit i de *transportpolitiska målen* men omfattas genom formuleringen "Transportsektorn bidrar till att övriga miljö kvalitetsmål nås och till minskad ohälsa. Prioritet ges till de miljö politiska delmål där

transportsystemets utveckling är av stor betydelse för möjligheterna att nå uppsatta mål.”

I avsnitt 7.1.2 redovisas de nationella miljö kvalitetsmålen. Vatten, som är en tvärssektoriell, komplex och gränslös fråga, hanteras och beskrivs företrädesvis inom målen Ingen övergödning, Levande sjöar och vattendrag, Grundvatten av god kvalitet, Hav i balans samt levande kust och skärgård och Myllrande våtmarker men har tydlig koppling även till målen Bara naturlig försurning, Giffri miljö och Ett rikt växt och djurliv. Etappmål för de vattenanknutna målen saknas ännu så länge. Nedan redovisas de huvudsakliga vattenanknutna målen och ett urval preciseringar som har en tydlig koppling till transportsektorn och Trafikverkets verksamhet.

Ingen övergödning

Halterna av gödande ämnen i mark och vatten ska inte ha någon negativ inverkan på människors hälsa, förutsättningar för biologisk mångfald eller möjligheterna till allsidig användning av mark och vatten.

- den svenska och den sammanlagda tillförseln av kväveföreningar och fosforföreningar till Sveriges omgivande hav underskrider den maximala belastning som fastställs inom ramen för internationella överenskommelser,
- atmosfäriskt nedfall och brukande av mark inte leder till att ekosystemen uppvisar några väsentliga långsiktiga skadliga effekter av övergödande ämnen i någon del av Sverige,
- sjöar, vattendrag, kustvatten och grundvatten uppnår minst god status för näringsämnen enligt vattenförvaltningsförordningen och
- havet har minst god miljöstatus med avseende på övergödning enligt havsmiljöförordningen.

Levande sjöar och vattendrag

Sjöar och vattendrag ska vara ekologiskt hållbara och deras variationsrika livsmiljöer ska bevaras. Naturlig produktionsförmåga, biologisk mångfald, kulturmiljövärden samt landskapets ekologiska och vattenhushållande funktion ska bevaras, samtidigt som förutsättningar för friluftsliv värnas. Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet skall nås inom en generation.

- sjöar och vattendrag har minst god ekologisk status eller potential och god kemisk status i enlighet med vattenförvaltningsförordningen,
- ytvattentäkter som används för dricksvattenproduktion har god kvalitet,
- sjöar och vattendrags viktiga ekosystemtjänster är vidmakthållna,
- sjöar och vattendrag har strukturer och vattenflöden som ger möjlighet till livsmiljöer och spridningsvägar för vilda växt- och djurarter som en del i en grön infrastruktur,
- hotade arter har återhämtat sig och livsmiljöer har återställts i värdefulla sjöar och vattendrag.

Grundvatten av god kvalitet

Grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag.

- grundvattnet är med få undantag av sådan kvalitet att det inte begränsar användningen av grundvatten för allmän eller enskild dricksvattenförsörjning,
- grundvattenförekomster som omfattas av vattenförvaltningsförordningen har god kemisk status,
- utströmmande grundvatten har sådan kvalitet att det bidrar till en god livsmiljö för växter och djur i källor, sjöar, våtmarker, vattendrag och hav,
- grundvattenförekomster som omfattas av vattenförvaltningsförordningen har god kvantitativ status,

- grundvattennivåerna är sådana att negativa konsekvenser för vattenförsörjning, markstabilitet eller djur- och växtliv i angränsande ekosystem inte uppkommer, och
- naturgrusavlagringar av stor betydelse för dricksvattenförsörjning, energilagring, natur- och kulturlandskapet är fortsatt bevarade.

Hav i balans samt levande kust och skärgård
Västerhavet och Östersjön ska ha en långsiktigt hållbar produktionsförmåga och den biologiska mångfalden ska bevaras och hänsyn tas till kulturarvet. Kust och skärgård ska ha en hög grad av biologisk mångfald, upplevelsevärden samt natur- och kulturvärden. Näringar, rekreation och annat nyttjande av hav, kust och skärgård ska bedrivas så att en hållbar utveckling främjas. Särskilt värdefulla områden ska skyddas mot ingrepp och andra störningar.

- kust- och havsvatten har god miljöstatus med avseende på fysikaliska, kemiska och biologiska förhållanden i enlighet med havsmiljöförordningen,
- kustvatten har minst god ekologisk status eller potential och god kemisk status i enlighet med vattenförvaltningsförordningen,
- kusternas och havens viktiga ekosystemtjänster är vidmakthållna,
- naturtyper och naturligt förekommande arter knutna till kust och hav har gynnsam bevarandestatus och tillräcklig genetisk variation inom och mellan populationer samt att naturligt förekommande fiskarter och andra havslevande arter fortlever i livskraftiga bestånd,
- hotade arter har återhämtat sig och livsmiljöer har återställts i värdefulla kust- och havsvatten,
- havs-, kust- och skärgårdslandskapens natur- och kulturvärden är bevarade och förutsättningar för fortsatt bevarande och utveckling av värdena finns,
- tillståndet är oförändrat för kulturhistoriska lämningar under vattnet.

Myllrande våtmarker

Våtmarkernas ekologiska och vattenhushållande funktion i landskapet ska bibehållas och värdefulla våtmarker bevaras för framtiden.

- våtmarker av alla typer finns representerade i hela landet inom sina naturliga utbredningsområden,
- våtmarkernas viktiga ekosystemtjänster som biologisk produktion, kollagring, vattenhushållning, vattenrening och utjämning av vattenflöden är vidmakthållna,
- våtmarker är återskapade, i synnerhet där aktiviteter som exempelvis dränering och torvtäkter har medfört förlust och fragmentering av våtmarker och arter knutna till våtmarker har möjlighet att sprida sig till nya lokaler inom sitt naturliga utbredningsområde,
- naturtyper och naturligt förekommande arter knutna till våtmarkerna har gynnsam bevarandestatus och tillräcklig genetisk variation inom och mellan populationer,
- hotade våtmarksarter har återhämtat sig och livsmiljöer har återställts,
- våtmarkernas natur- och kulturvärden i ett landskapsperspektiv är bevarade och förutsättningarna för fortsatt bevarande och utveckling av värdena finns.

Trafikverket saknar uttalade mål avseende vattenmiljö. I tidigare Vägverkets strategiska plan 2008-2017 återfinns två sådana mål. Det första målet innebär att senast år 2010 ska alla stora vattentäkter (mer än 10 m³ per dygn i genomsnitt eller som betjänar fler än 50 personer per år) längs det statliga vägnätet, vilka utnyttjas för uttag av vatten som är avsett att användas som dricksvatten, uppfylla gällande svenska normer för dricksvatten av god kvalitet avseende föroreningar orsakade av vägar och vägtrafik. Det andra målet innebär att de högst prioriterade värdefulla och potentiellt skyddsvärda vattendragen

längs det statliga vägnätet ska vara åtgärdade vad gäller vandringshinder för vattenlevande djur. Vidare bör Trafikverkets vision *Alla kommer fram smidigt, grönt och tryggt* kunna betraktas som ett mål. Vilket bland annat innebär att ett aktivt arbete för ökad hälsa i transportsystemet. Ett sådant arbete är bland annat skyddet av vattenförekomster av betydelse för dricksvattenförsörjningen.

Krav

Lagkrav

Nationella vattenmiljökrav utgår framförallt från lagstiftningen, företrädesvis miljöbalken inklusive förordningar. Miljölagstiftningen anger övergripande mål och reglerar verksamheter som påverkar miljön.

Miljöbalken syftar till att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö. Här fastställs att naturen har ett skyddsvärde och att vår rätt att förändra och bruka naturen är förenad med ett ansvar att förvalta naturen väl. Miljöbalken ska tillämpas så att människors hälsa och miljön skyddas mot skador och olägenheter oavsett om dessa orsakas av föroreningar eller annan påverkan, värdefulla natur- och kulturmiljöer skyddas och vårdas, den biologiska mångfalden bevaras, mark, vatten och fysisk miljö i övrigt används så att en från ekologisk, social, kulturell och samhällsekonomisk synpunkt långsiktigt god hushållning tryggas, och återanvändning och återvinning liksom annan hushållning med material, råvaror och energi främjas så att ett kretslopp uppnås.

Allmänna krav, s.k. hänsynsregler, gäller generellt för all verksamhet och åtgärder som bedrivs inom miljöbalkens område. Hänsynsreglerna ställer krav på verksamhetsutövaren att ha den kunskap som är nödvändig för att skydda människors hälsa och miljön. Verksamhetsutövare ska med samma syfte bedriva verksamheten eller vidta åtgärder i enlighet med försiktighetsprincipen, med bästa möjliga teknik och i enlighet med produktvals- och hushållningsprincipen liksom välja en miljöanpassad lokalisering.

I miljöbalken finns bestämmelser om hushållning med mark- och vattenområden. Utgångspunkten är att mark- och vattenområden skall användas för det eller de ändamål de är mest lämpade för och att företräde ges till användning som medför en ur allmän synpunkt god resurshushållning. Utifrån denna utgångspunkt ges vissa områden status som riksintressen i ett visst avseende, exempelvis mark- och vattenområden som har betydelse från allmän synpunkt på grund av deras naturvärden eller kulturvärden eller med hänsyn till friluftslivet. På samma sätt anges sådana områden som är särskilt lämpliga för vissa anläggningar, bland annat för kommunikationer och vattenförsörjning.

Vattenområden liksom tillrinningsområden till vattenområden som är viktiga ur ett dricksvattenförsörjningsperspektiv kan också skyddas genom områdesskydd – vattenskyddsområde, med föreskrifter med restriktioner för markanvändning och verksamhet.

Vattenområden kan omfattas av olika kvalitetskrav. Miljökvalitetsnormer anger föroreningsnivåer eller störningsnivåer som är godtagbara ur ett miljö- och hälsoperspektiv och inte får över- eller underskridas. Miljökvalitetsnormerna för svenska vatten och svensk vattenförvaltning mynnar ur införandet och implementeringen av EU-direktiv, bland annat vattendirektivet, se föregående avsnitt.

Påverkan på vatten liksom hantering av vatten, såsom dagvatten, processvatten, länshållningsvatten m.m. kan utgöra miljöfarlig verksamhet med krav kopplade till verksamheten och bland annat byggande i vatten utgör s.k. vattenverksamhet. Vattenverksamhet är ett centralt begrepp inom sakområdet vatten. Med vattenverksamhet avses åtgärder i vattenområden såsom exempelvis uppförande av anläggningar, t ex broar och trummor. Bortledning av vatten, både yt- och grundvatten, t ex från en tunnel, utgör också vattenverksamhet. Likaså tillförsel av vatten, infiltration, för att öka grundvattenmängden. Muddring, utfyllnad och andra åtgärder som ändrar vattnets djup eller läge är andra exempel på vattenverksamhet. Att avvattna ett markområde, markavvattning, är också en vattenverksamhet. Med vattenområde avses det område som täcks av vatten vid högsta förutsebara vattenstånd. En grundförutsättning för att få bedriva vattenverksamhet är att dess fördelar överväger kostnaderna samt skadorna och olägenheterna av den. Vattenverksamhet kräver generellt sett tillstånd eller anmälan för att få utföras och det krävs rådighet över aktuellt vattenområde för att få bedriva vattenverksamhet. Den som äger en vattenanläggning, t ex en trumma eller bro, är skyldig att underhålla den så att skada inte uppkommer. Läs mer i Trafikverkets rutin för hantering av vattenverksamhet. I lagen med särskilda bestämmelser om vattenverksamhet (1998:812) regleras även vissa frågor med bäring på vatten, företrädesvis rådighets- och ersättningsfrågor.

Miljöbalken reglerar även verksamheter som orsakar miljöskador. Med föroreningsskada avses miljöskador som genom förorening av ett mark-, yt- eller grundvatten, byggnad eller anläggning, kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. Generellt gäller att verksamhetsutövaren är ansvarig för att genomföra avhjälpandeåtgärder.

En bärande inriktning i miljölagstiftningen är kravet på verksamhetsutövarens eget ansvar för sin verksamhet, egenkontrollen. Kravet innebär att man fortlöpande ska planera och kontrollera verksamheten för att motverka olägenhet för människors hälsa eller påverkan på miljön.

Utöver Miljöbalken och dess förordningar kan också nämnas Lagen om allmänna vattentjänster (2006:412) samt Väglagen (1971:948), Järnvägslagen (2004:519) och Plan- och bygglagen (2010:900) som alla omfattar vattenmiljöhänsyn och krav på skyddsåtgärder och försiktighetsmått.

Interna tekniska och funktionella krav

Utgångspunkten är att robustheten för vägar och järnvägar ska öka så att de så långt som möjligt klarar flöden och nivåer vid dagens extremväder och ett framtida förändrat klimat.

Krav på infrastrukturens robusthet behandlas i Nationella transportplanen 2010 - 2021, Trafikverkets Strategiska utmaningar och Trafikverkets Drift och underhållsstrategi. Funktionella krav ställs bl.a. i TRV 2011:072 - Trafikverkets tekniska krav Vägkonstruktion.

Det bör observeras att de tekniska kravdokumenten även ställer miljökrav, t ex hänsyn och åtgärder för yt- och grundvattenskydd liksom naturmiljöanpassningskrav på trummor.

7.6.2.2 Naturresurshushållning

Internationella krav

EU har tagit fram ett nytt ramdirektiv för avfall (Europakommissionens och rådets direktiv KOM (2005) 667 om avfall). I direktivet finns ett mål för återanvändning och återvinning av byggavfall, där livscykelänkandet är vägledande. Det har även utarbetats strategier för att motverka uppkomsten av avfall och öka återanvändning och återvinning. Det pågår också en utveckling av klassningsregler för att underlätta nyttjandet av bi- eller restprodukter som idag betraktas som avfall.

Nationella mål och krav

I miljöbalken kapitel 15 finns bestämmelser om avfall och producentansvar.

I den nationella avfallsplanen⁴² beskrivs mål och styrmedel som finns inom avfallsområdet samt förslag på åtgärder för att nå målen. Av de 16 nationella miljökvalitetsmålen (se avsnitt 7.1.2) är det främsta målet Giftfri miljö, Begränsad klimatpåverkan och God bebyggd miljö som rör området material och kemikaliehantering.

Trafikverkets generella miljökrav vid entreprenadupphandling Riktlinje TDOK 2012:93 innehåller krav för farliga ämnen i kemiska produkter och material och varor. Giftfria material och varor är en förutsättning för att i avfallsledet kunna ha en hög grad av återvinning och återanvändning.

7.6.3 Effekter och konsekvenser

7.6.3.1 Vatten

Effekter och konsekvenser för vatten och vattenrelaterade intressen kan uppkomma på flera olika sätt och under olika skeden. Dels kan vattnet påverkas vid nybyggnation eller vid förändring av befintliga vägar och järnvägar och dels då anläggningarna trafikerar liksom vid drift och underhåll. Påverkan kan vara tillfällig eller kontinuerlig och handlar om *vattnets kvalitet, flöden och nivåer* samt *fysiska förändringar*.

Vattnets kvalitet

Trafiken kan förorena vatten via dagvatten, via utsläpp i samband med olyckor och via luftförorening – atmosfärisk deposition. Vattenkvalitetsförsämringar kan påverka framförallt dricksvattenförsörjningen negativt, skada det biologiska livet och missgynna friluftslivet. Kontinuerlig påverkan kan sägas ske under en vägs hela livslängd, med möjlig reservation att vägen förutsätts vara våt. Denna påverkan består i att material transporteras, företrädesvis med vägdagvattnet, bort från vägen vidare till en yt- eller grundvattenrecipient. Materialet kan förkomma som lösta ämnen, som inblandning (emulsioner) eller som suspenderade partiklar. Källan till sådant material är avgaser, slitage och vittring på fordon, väg och vägutrustning, men i viss mån också våt och torr deposition av ämnen som kan ha sitt ursprung långt från vägen. Även läckage av exempelvis motorolja kan betraktas som en kontinuerlig påverkan. Den övervägande andelen av påverkan genereras av fordonen som trafikerar vägen. Man har en relativt god uppfattning om föroreningsmängder som förekommer i vägdagvatten för trafikmängder från ca 5 000 ÅDT och uppåt. Viktiga ämnen att beakta i vägdagvatten är koppar, zink, kadmium och PAH:er. Den belastning som trafiken på järnväg utgör är relativt liten och begränsas i huvudsak till

⁴² Naturvårdsverket Rapport 6502 Från avfallshantering till resurshushållning - Sveriges avfallsplan 2012-2017

metaller från hjul och strömavtagare samt eventuella läckage från lokens transformatorer. Den huvudsakliga påverkan från järnvägsanläggningen utgörs av anläggningskomponenter, förorenade områden och driftåtgärder. En viktig påverkansaspekt är den som kan ske till följd av en olycka eller vid spill av transporterat gods. Påverkan från olyckor och spill är svår att förutsäga i fråga om när och var den kommer att ske, men också med avseende på vilket eller vilka ämnen utsläppet i så fall utgörs av. De mest allvarliga konsekvenserna riskeras vid olyckor med transporter av farligt gods. Ämnen som kan medföra miljöskada behöver dock inte nödvändigtvis vara klassade som farligt gods och även driv- och smörjmedel måste betraktas som potentiella föroreningsrisker. Sannolikheten kan visserligen uppskattas för hur ofta en olycka vilken påverkar vattnet kommer att inträffa. Sådana uppskattningar bygger dock på ett fåtal observationer vilket gör uppskattningarna osäkra. Dessutom sker en ständig förändring av en rad yttre förutsättningar som alla kan påverka sannolikheten för olycka, till exempel hastighetsbegränsningar, fordonsutveckling, attityder hos förare. Risken för olyckor med vattenförorening som följd vid järnvägstrafik är generellt mycket små. Tillbud vid anläggningarna förekommer dock, exempelvis utsläpp från havererade transformatorer.

Byggskedet är komplext och effekterna varierar mellan olika projekt och över tiden. I samband med byggnation tillförs vatten för att driva verktyg, avspolning eller i samband med gjutningar. Vattnets kvalitet kommer att påverkas av byggmaterial och maskiner som används. Dränvatten som läcker in till schakter och tunnlar blir påverkat av betongkonstruktioner, injekteringsmedel och rester från sprängämnen. Det kemiska innehållet i använda material och produkter förändras kontinuerligt. Muddring, schaktning, utfyllnad och andra arbeten i vattenområden innebär ofta att det uppstår oönskad grumling i vattnet. Är sediment eller utfyllnadsmassor förorenade kommer föroreningar att spridas i vattenmassan. Olycksriskerna i byggskedet är i princip analoga med de vid utsläpp från olyckor vid trafikeringen. En viktig skillnad är dock att vattenförekomster, såsom grundvattenmagasin i exempelvis rullstensåsar, kan exponeras och utsättas för en avsevärt ökad risk för påverkan från olyckor, spill och utsläpp under tiden innan vägen eller järnvägen, inklusive vattenskyddsåtgärder, har färdigställts.

Driftåtgärder, såsom saltning, sandning och vegetationskontroll, kan medföra att både grundvatten och ytvatten förorenas av kanske främst salt och bekämpningsmedel. Smältande snödrivor eller spolning kan leda till stötar/pulser av höga halter av salt och andra föroreningar. Denna typ av återkommande påverkan sker också under anläggningarnas hela livslängd, men under mer avsiktliga/kontrollerbara former.

Flöden och nivåer

Utifrån tekniska aspekter är vatten ett problem för väg- och järnvägskonstruktioner. Det handlar i huvudsak om hur och var vatten ska avledas för att inte skada konstruktionen. Höga flöden medför erosionsproblem som kan leda till skador i form av bortspolning av konstruktioner och underspolning av brostöd. Erosion kan också initiera skred och ras. Höga vattennivåer ger problem med översvämningar och leder till ökad infiltration och förhöjda porvattentryck. Höga porvattentryck är ofta den utlösande faktorn för skred och ras. Avvattning av mark och hårdgörning av mark och dagvattenbortledning kan å andra sidan påverka vattnet negativt, bland annat genom minskad grundvattenbildning. Dikning har under lång tid bidragit till en minskning av våtmarksarealen. Våtmarker och sjöar har en utjämnande effekt på avrinningen och när dessa buffringsmagasin försvinner ökar känsligheten vid

såväl höga flöden som under torrperioder. Våtmarkerna har också en viktig renande effekt och en utarmning förvärrar bland annat övergödningens problematiken. När antalet våtmarker minskar i landskapet försvinner också viktiga biotoper för många djur och växter.

Vid undermarksbyggande under grundvattenytan behöver man också ta om hand och leda bort inläckande grundvatten. Grundvattenbortledning kan även behövas i driftskedet. För att motverka inläckage av grundvatten tätar man schakt och tunnlar. Trots tätning kommer en viss mängd grundvatten alltid läcka in och grundvattennivåerna i omgivningen kan påverkas. Sänkta grundvattennivåer kan innebära risk för skador på byggnader och anläggningar med grundvattenberoende grundläggning. Skadorna kan uppkomma till följd av att marken de står på är sättningsbenägen eller att grundläggningen är grundvattenberoende. Avsänkta grundvattennivåer och grundvattenbortledning kan även påverka dricksvattentäkter och energibrunnar negativt samt även naturmiljön i form av vegetation och våtmarksmiljöer. För att motverka skada på grund av avsänkt grundvattennivå behövs ibland skyddsinfiltration av vatten. För stor infiltration i kombination med bristande kunskap om dränerande anläggningar och/eller kontroll kan leda till översvämningar, försumpning och skador. I vissa fall kan dämning av grundvatten även ske vid undermarksbyggande. Det behöver observeras att även Trafikverkets egna anläggningar kan ha en grundvattenberoende grundläggning som kan skadas av sänkta grundvattennivåer.

Anläggningar i vatten kan också påverka flöden och nivåer. Dessa utgörs av bland annat broar, kajer, bankar, bottenförlagda tunnlar m.m. Anläggningarna kan ha en dämmande effekt, medföra vattenhastighetsförändringar och ändrade flödesmönster. Resultatet kan bli förändrade erosions- och depositions-mönster. Påverkan kan ske både uppströms och nedströms.

Fysiska förändringar

Människan har i generationer förändrat vattenlandskapet i syfte att exempelvis utvinna energi, tillskapa mark för bland annat jordbruk och bebyggelse, skapa transportleder osv.

Transportsektorns fysiska påverkan på vatten omfattar byggande i vatten och anläggningar i vatten. Anläggningarna utgörs av bland annat broar, trummor, bankar, kajer och dammar. Anläggningarna, framförallt trummor, kan genom sin fysiska närvaro, om de är fellagda, utgöra vandringshinder för fisk och andra vattenlevande organismer och påverkar då den biologiska mångfalden negativt. Bland annat vandrande fisk som öring och ål påverkas negativt då de inte når sina uppväxtområden i sötvatten. Bristande kontinuitet i vattensystemen påverkar även transporten av näringsämnen, sediment och organiskt material vilket påverkar ekosystemen såväl uppströms som nedströms negativt.

Byggande i vatten utgörs av bland annat schaktning, muddring, utfyllnad, pålning eller spontning i samband med byggandet av en anläggning. Ibland är det också nödvändigt att leda om ett vattendrag, antingen tillfälligt eller permanent. Olika typer av erosionsskydd kan också vara nödvändiga. Arbeten i vatten kan också förekomma vid drift och underhåll av väg och järnväg såsom t ex rensning av diken och trummor och andra åtgärder för att underhålla avvattningsanläggningar, dagvattendammar m.m. Dagvatten kan, när förutsättningarna så medger, renas i skapade vattenområden såsom retentionsdammar, våtmarker och översilningsytor. Vattenarbetena kan framförallt innebära att vattnets djup eller läge förändras liksom bottenens beskaffenhet, struktur och materialsammansättning, vilket kan påverka det

biologiska livet, fisket och friluftslivet m.m. Ingreppen kan också påverka arkeologiska lämningar.

Bedömning, analys och exempel på åtgärder

Vattnets kvalitet

Många av de ämnen som kommer från vägar och järnvägar liksom från trafiken och som kan bedömas påverka vattnets kvalitet förekommer också naturligt. Salt är ett sådant ämne liksom flera metaller. Grumling genom suspenderade sediment är en annan naturligt förekommande kvalitetspåverkan. Vidare kan påverkan ske från andra källor, på aktuell plats eller från andra platser, och nå vattenområdet via luft, vatten, mark eller anläggningar. Därför behöver en påverkan också ställas i relation till bakgrundsvärden/halter/nivåer. Naturvårdsverket har tagit fram bedömningsgrunder för vatten.

Den andra viktiga aspekten av effekter på vattnets kvalitet är den eller de mottagande vattenområdenas, recipienternas, egenskaper. Ett vattenområdes karaktär har stor betydelse för vilka konsekvenser en miljöpåverkan kan ha. Olika vattenområden har olika känslighet ur flera olika aspekter såsom hur mycket en förorening späds ut och vid vilka föroreningskoncentrationer som vattenområdet kan betraktas som signifikant påverkat. Om den vattenvolym som påverkas är liten och vattnet omsatt (byts ut) i begränsad omfattning blir påverkan betydligt större än för en stor vattenvolym med hög omsättning. Som generell princip kan man utgå från att stora sjöar och älvar har relativt låg känslighet medan bäckar och grundvattenförekomster i allmänhet är betydligt känsligare. Känsligheten behöver dock utredas specifikt i varje enskilt fall.

Förbindelsen eller transportvägen mellan källan, det vill säga vägen, järnvägen, ett förorenat område eller annan transportinfrastruktur och recipienten kan ofta ha stor betydelse för vilken påverkan som kan ske. Med en grov generalisering kan man säga att ju längre tid det tar för vatten från källan att nå recipienten desto bättre är förutsättningarna för att föroreningar inte påverkar recipienten. Å andra sidan måste man beakta vikten av att anläggningen avvattnas och dräneras så att trafiksäkerhet och vägens hållbarhet säkras..

Trafiksäkerhetshöjande åtgärder medför generellt sett även minskad risk för olyckor med oönskade utsläpp som följd. Vissa åtgärder såsom saltning och kemisk ogräsbekämpning medför dock även en negativ påverkan på vattnets kvalitet och behöver beaktas vid bedömning.

När det gäller den kontinuerliga påverkan från framförallt förorenat vägdagvatten kan detta filtreras effektivt i stödremsa och vägslänt såvida inte jordmaterialet i stödremsa och slänt är alltför grovkornigt. Även lösta ämnen, främst då metall joner, kan när vattnet filtreras i viss utsträckning läggas fast i lerhaltiga jordar. Vatten som istället rinner till recipienten på ytan i diken eller dagvattenledningarna kan bli av med en del av sitt föroreningsinnehåll i de fall vattnet flödar tillräckligt långsamt för att sedimentering ska hinna ske. Vid häftiga regn kan dock sådana sediment sköljas ur och till slut ändå nå recipienten. Dessutom innebär en sådan ursköljning oftast en kraftig föroreningspuls som kan ha allvarigare konsekvenser än om samma föroreningsmängd kommer utspjutt över tiden.

För minsta möjliga miljöpåverkan av föroreningsutsläpp från olyckor gäller att föroreningen får minimala möjligheter att sprida sig. Här är tiden en viktig aspekt. Ju längre tid det tar för föroreningen att sprida sig desto bättre chanser till en lyckad sanering. En förorening som tillåts sprida sig till ett ytvattendrag kan i praktiken vara omöjlig att fånga in. En förorening som sprider sig på marken bör inte tillåtas att sprida sig över större områden. Samtidigt bör det

inte heller förekomma gropar där en förorening kan samlas och genom utövat tryck påskynda infiltration. En förorening bör endast tillåtas att infiltrera långsamt. Ett föroreningsutsläpp som är begränsat både till yta och till djup har goda förutsättningar att kunna saneras. Skyddsåtgärder mot förorening vid utsläpp vid olyckor kan förutom genom trafiksäkerhetshöjande åtgärder utgöras av beredskap, tätskikt, flödesstyrning, katastrofdammar, pumpar m.m. Skyddsåtgärder vid byggnation liksom vid anläggningar/anläggningskomponenter kan utgöras av material- och produktval, reningsanläggningar, tätskikt, invallningar, filtermetoder, geotextiler m.m. Försiktighetsmått vid drift och underhåll kan vara restriktioner mot användning av salt och kemiska bekämpningsmedel vid vattenförekomster av betydelse för dricksvattenförsörjningen. Ett effektivt och fungerande underhåll, kontroll och förvaltning av vidtagna skyddsåtgärder har stor betydelse för konsekvenserna av verksamheten på vattnets kvalitet.

Genom att medverka till minskat trafikarbete, effektiv användning av transportsystemet, överföring av gods till järnväg och sjöfart osv, se Luft och klimat, kan påverkan på vatten minska genom minskad atmosfärisk deposition som påverkar vattenkvaliteten via luftföroreningar från trafiken, mindre föroreningspåverkan via dagvatten och mindre risk för miljöfarliga utsläpp vid olyckor. På samma sätt kan val av miljöriktiga material och kemiska produkter innebära stora positiva effekter för vattnets kvalitet liksom även avhjälpandeåtgärder vid förorenade områden.

Flöden och nivåer

Flöden och nivåer varierar naturligt. Under det senaste årtiondet har det dock förekommit en större frekvens av riklig nederbörd och intensiv snösmältning som orsakat höga vattenflöden och vattennivåer vid flera tillfällen som medfört problem för väg- och banhållningen. Detta behöver beaktas vid bedömningar av lämplig lokalisering liksom dimensionering av avvattningsanläggningar och anläggningar i vatten, i synnerhet med tanke på kommande klimatförändringar.

Liksom vid påverkan på vattnets kvalitet har vattenområdets storlek stor betydelse för effekterna av t ex en grundvattennivåsänkning. Ett mindre grundvattenmagasin är generellt sett känsligare än ett större. Likaså är områden med liten grundvattenbildning känsligare än sådana med stor. För att bedöma effekterna av en grundvattennivåsänkning behövs, utöver kunskap om grundvattenmagasinet och grundvattenbildningen, kunskap om markens sättningsbenägenhet. Sättningskänsliga jordar är framförallt lera och organisk jord. De geologiska/hydrogeologiska förutsättningarna ställs sedan i relation till potentiella skadeobjekt. Dessa utgörs i urban miljö ofta byggnader och anläggningar med en grundvattenberoende grundläggning. Generellt kan även vattentäcker, energibrunnar samt flora och fauna påverkas negativt. Åtgärder mot grundvattennivåpåverkan är olika former av tätning av tunnlar och schakt liksom skyddsinfiltration. Kontrollen sker framförallt genom grundvattennivåmätning, sättningsmätning, porttrycksmätning. Det är viktigt att mätningarna startar i god tid före en grundvattenpåverkande åtgärd, minst ett år, för att erhålla stabila referensvärden. Precis som avseende vattnets kvalitet är underhåll, kontroll och förvaltning av vidtagna skyddsåtgärder av stor betydelse för vilka konsekvenser verksamheten får för vattnet och känsliga skadeobjekt.

Fysisk påverkan

Känslighet och motståndskraft mot fysisk påverkan varierar mellan olika vattenområden och olika platser inom ett vattenområde. Grunda vikar utgör exempelvis ofta viktiga yngel och uppväxtområden, näringsfattiga sjöar är naturligt klara osv. Vid bedömning av en verksamhet eller en anläggnings

fysiska påverkan på ett vattenområde behövs, förutom kunskap om både åtgärder i byggskede och den färdiga anläggningen, kunskap om vattenområdet, dess morfologi, kontinuitet, djup- och strömningsförhållanden, sedimenten och deras inneboende egenskaper, flora och fauna m.m. Omfattningen och effekten av kontinuitetsförändringar och barriärer i vattendragen är en viktig parameter i en konsekvensbedömning. Likaså är omfattning och effekt av förändrade djupförhållanden och morfologi för växt- och djurlivet, men även friluftslivet av betydelse vid bedömningar. Skyddsåtgärder utgörs framförallt av försiktighetsmått, t ex genom anpassning av åtgärdernas genomförande till perioder under året då flöden och nivåer är gynnsamma och det biologiska livet är mindre sårbart, d.v.s. ej under föryngringstiden, vanligtvis under vårsommar, undantag med bl.a. höstlekande fisk finns och tiderna varierar över landet. Vid grumlande arbeten används geotextil. Teknikval vid muddring och utfyllnad är ett annat försiktighetsmått liksom val av utfyllnadsmaterial. Trummor läggs så att de inte utgör vandringshinder och befintliga som ligger fel justeras/byts ut, alternativt utförs vandringsfrämjande dämning eller förbipassage. Kontroll sker exempelvis genom flora och fauna inventeringsuppföljning och grumlingsmätning. Åtgärder i vattnet kan också vidtas som kompensationsåtgärder, exempelvis genom att lägga nytt bottensubstrat, skapa meandring, ståndplatser eller strömmar o dyl. Tillskapad vattenområden såsom dagvattendammar m.m. kan, förutom positiva effekter för vattenkvaliteten, även medföra vattenmiljömässiga mervärden, både för den biologiska mångfalden och rent estetiskt.

7.6.3.2 Naturresurshushållning

I vägens och järnvägens kretslopp ingår materialflöden och nyttjande av naturresurser under anläggningarnas hela livscykel, dvs. i planeringsskede, projekteringsskede, byggskede, underhållsskede och i driftskede. Vid avveckling av väg och järnväg ingår även att beakta återställning av marken till ursprungligt ändamål och att återanvända eller återvinna byggnadsmaterial i så hög grad som möjligt. I planeringsskedet ingår också att beakta markanvändning och fragmentering av landskapet samt att anpassa anläggningen för kretslopps- och miljöanpassad skötsel och en framtida avveckling. Vid nybyggnad av väg och järnväg skall massbalans eftersträvas och naturgrus ska inte användas annat än i undantagsfall och på platser där sådan användning kan medges utan att inkräkta på vattenskydds- eller naturskyddsintressen.

7.7 Arkitektur

Trafikverket eftersträvar hög utformningskvalitet där ledstjärnorna är god funktion, hållbarhet och skönhet. För att ny och befintlig infrastruktur ska motsvara de visioner och mål som gäller behöver arbetssätt och metoder ständigt utvecklas. Utgångspunkt för att driva denna utveckling är riksdagens transportpolitiska mål och arkitekturpolitiska mål samt Trafikverkets egen vision, mål och strategier.

Trafikverkets anläggningar, tjänster och produkter spänner från storskaliga byggnadsverk till knappt märkbara inslag i vardagsmiljön. Utvecklingsbehov finns i hela kedjan från tidiga skeden genom hela planprocessen till förvaltning, från övergripande landskapsanalyser till hantering av detaljer i trafikmiljön. Såväl byggnadsarkitektur (stationer, broar m.m.) som landskapsarkitektur är centrala i sammanhanget. Den Europeiska Landskapskonventionen ställer krav på ett helhetsperspektiv i alla typer av planering som påverkar landskap. Landskapsplanering definieras i ELC, som "kraftfulla framtidsinriktade åtgärder för att förbättra, återställa eller skapa landskap". Landskapsarkitekturen utgör här självklart ett av de kraftfullaste verktygen för dessa ändamål.

7.7.1 Inledning vägarkitektur

Vägarkitektur och vägutformning handlar om samspelet mellan tekniska, funktionella och estetiska aspekter. Tekniska aspekter behandlar vägens konstruktion; att den lever upp till de krav som ställs på avvattning, bärighet, komfort m.m. samt teknisk livslängd och en acceptabel underhållsnivå. Med vägens funktion menas bl.a. framkomlighet, kapacitet, trafiksäkerhet och tillgänglighet. Estetiska aspekter handlar om form, skala, landskapsanpassning mm.

När dessa aspekter är väl avvägda och samspelar åstadkoms vägmiljöer där:

- vägen harmonierar med det omgivande landskapets karaktär genom sin linjeföring, form, skala och vägrummets utformning påverkar trafikanternas beteenden och upplevelser på ett positivt sätt
- vägen/gatan är en integrerad, naturlig och uppskattad del av landskapet/stadsbygden och människors vardagsmiljöer.

”God vägarkitektur och vägutformning” är Trafikverkets uttryck för ambitionen att skapa hög kvalitet och ett medel för att skapa en samordnad helhet där det råder balans mellan alla relevanta mål. Det är också en förutsättning för att kunna hantera vägprojekt i tätbebyggda stadsregioner och i känsliga landskap.⁴³

7.7.2 Inledning järnvägsarkitektur

När det gäller utformning och inpassing i landskapet finns betydande likheter mellan vägar och järnvägar. Det handlar i båda fallen om hur anläggningen förhåller sig till omgivande landskap, hur den upplevs av betraktare och resenärer.

Det finns också systemskillnader som måste beaktas. Järnvägens geometri är rakare och planare, vilket ställer stora krav på landskapsanpassning. Resenärens upplevelse har en annan karaktär därför att blicken framåt i stort sett saknas, och tågen dessutom bara stannar på stationerna. Systemet är överlag mer tekniskt till sin karaktär och innehåller en rad element vars form ges av specifika tekniska funktioner.

Utformningen av järnvägens byggnader utgör en väsentlig del av den arkitektoniska helheten. Med byggnader avses inte bara stationer utan även andra byggnader, t.ex. teknikhus utmed järnvägslinjerna. Även design och formgivning av informationssystem, biljettautomater, regnskydd, utemöbler och inte minst rullande materiel bidrar till järnvägens gestaltade helhet.

7.7.3 Trafikverkets strategiska utmaningar och arkitekturpolitiska mål

Trafikverket har identifierat ett antal kritiska områden – strategiska utmaningar – där det finns ett gap mellan det önskvärda tillståndet och den förväntade utvecklingen. Inom varje utmaning finns strategiska mål och strategier som är underlag för vad Trafikverket måste prioritera. Flera av dessa riktade strategiska satsningar har bäring på den fysiska miljön och infrastrukturens samspel med omgivningen både i stadsmiljöer och på landsbygd. Det är en viktig och svår uppgift att delta i detta arbete så att förändringar och förbättringar även omfattar aspekten god arkitektur.

Regeringen och riksdag har fastslagit att det offentliga byggandet ska vara förebildligt inom områden som arkitektur, form och design. För Trafikverkets

⁴³ Vägverket 2007 Fördjupningsdokument för vägarkitektur och vägutformning

del innebär det att de transportpolitiska målen skall koordineras med andra mål, t.ex. de trafikpolitiska målen.

Arkitekturpolitiska mål:

- Arkitektur, formgivning och design skall ges goda förutsättningar för sin utveckling.
- Kvalitet och skönhetsaspekter skall inte underställas kortsiktiga ekonomiska överväganden.
- Kulturhistoriska och estetiska värden i befintliga miljöer skall tas tillvara och förstärkas.
- Intresset för hög kvalitet inom arkitektur, formgivning och offentlig miljö skall stärkas och breddas.
- Offentligt och offentligt stött byggande, inredande och upphandling skall bli förebildligt i sina kvalitetskrav.
- Svensk arkitektur och formgivning skall utvecklas i ett fruktbart internationellt samarbete⁴⁴.

7.7.4 Vad är god vägarkitektur och vägutformning?

Vägar och gator utgör strukturer i landskapet och stadsmiljöer. Hur vägen förhåller sig till omgivande landskap påverkar trafikanternas upplevelse, men i ännu högre grad miljön för dem som bor i närheten. God kvalitet och god funktion ska känneteckna väganläggningen, men den ska också tåla att betraktas från olika perspektiv. När vägen är utformad i harmoni med sin omgivning upplevs den som en naturlig del av denna – en samordnad helhet. God vägutformning kan således ses i två perspektiv:

- Upplevelser från vägen av vägen och omgivningen/landskapet
- Upplevelser av vägen från omgivningen/landskapet

Det första perspektivet upplevs av dem som färdas snabbt på vägen (bilister) eller dem som färdas långsamt på eller i närheten av vägen (gång- och cykeltrafikanter). Mer om trafikantperspektivet återfinns i Kapitel 5 under avsnitt "Vibrationer och komfort". Det andra perspektivet upplevs av en tredje intressekategori, boende och övriga som betraktar vägen på håll.

Generellt gäller att god vägarkitektur innebär enkelhet, ordning och uthålliga material. En sådan kombination med hänsyn till kostnaden för vägens hela livslängd innebär en klok resurshantering och god ekonomi för väghållaren. Att skapa enkelhet i väganläggningar och hållbar utformning är en svår uppgift som kräver fackkunskap.

⁴⁴ Framtidsformer - Handlingsprogram för arkitektur, formgivning och design (Prop. 1997/98:117)

7.7.5 Vad är god järnvägsarkitektur?

Stationsmiljön med stationsbyggnad, plattformsmiljö och anslutningar inom anläggningen och mot staden är en klassisk arkitekturuppgift. Sedan järnvägsbyggandets start på 1850-talet har en rad anläggningar av hög klass skapats, många har idag också ett stort kulturhistoriskt värde. Ombyggnader av stationer och nya resecentra måste ses som en del av och en naturlig fortsättning på denna långa och viktiga arkitekturtradition. Frågan om god järnvägsarkitektur vilar på historisk grund som dock måste anpassas mot vår tids krav med allt fler tekniska system, krav på tillgänglighet mm.

Att skapa och förvalta god vägarkitektur

Arkitektur handlar om att skapa samordning mellan olika teknikområden, att tydliggöra uppgifter och att med kreativitet visa på möjligheter att skapa vackra lösningar. God vägarkitektur och vägutformning skapas i samverkan av alla som planerar, bygger och underhåller väg. Det förutsätter en gemensam målsättning och vision om slutresultatet liksom hög kompetens och ett personligt engagemang från dem som medverkar i projekt och processer. Dessutom måste visionen och de grundläggande värden som bildar helheten i vägmiljön bäras vidare av dem som planerar och utför drift- och underhållsåtgärder.

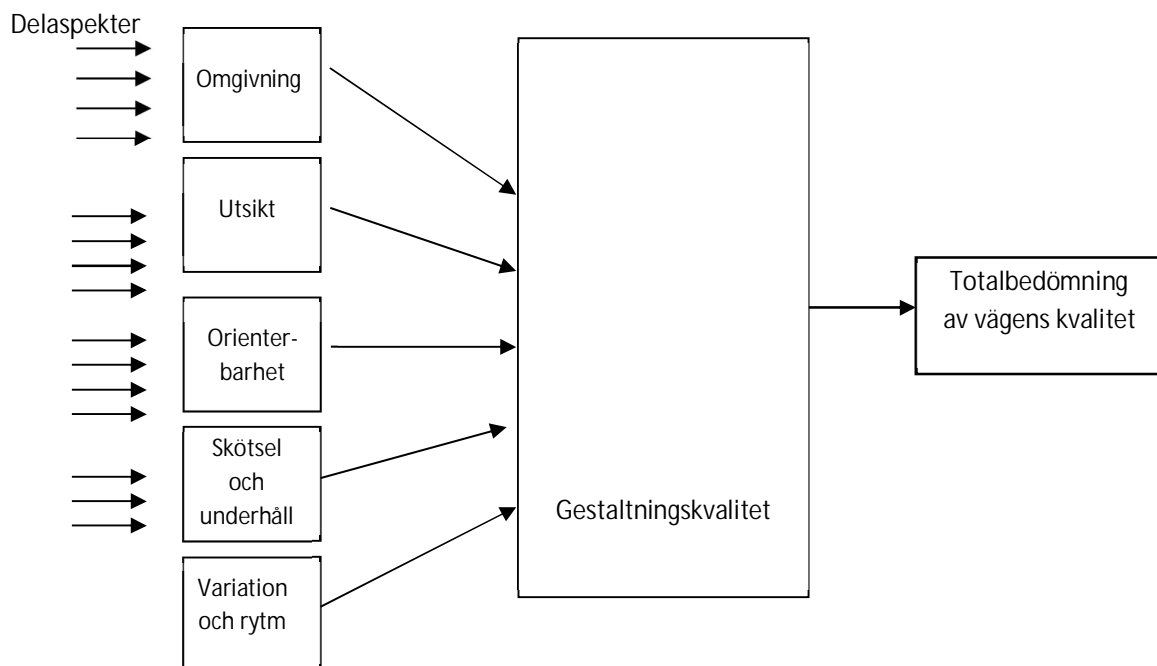
7.7.6 Att mäta arkitektonisk kvalitet

F.d. Vägverket har i ett regeringsuppdrag studerat arkitektoniska kvaliteters mätbarhet i vägmiljöer. En förstudie genomfördes där en mätmetod togs fram och testades i liten skala, en fördjupad förstudie följde där metoden utvecklades och testades på både fackfolk och brukare (trafikantperspektiv). Ytterligare en studie gjordes för att se om det med hjälp av arbetsplaner går att bedöma gestaltningskvaliteter innan ett objekt är färdigställt⁴⁵.

I korthet visar studierna att:

- Det finns tre faktorer som talar för att det går att mäta väganläggningars gestaltningskvaliteter. Den första är att olika vägsträckor får klart skilda betyg på gestaltning. Det andra är att enskilda experter är överens om vägsträckors betyg. Det tredje är att gestaltning går att mäta både på aggregerad nivå och med hjälp av olika delaspekter (se bild).
- Experter och brukare (yrkestrafikanter och privatbilister) är överens om betygsnivåer på gestaltning och rangordning av vägsträckorna utifrån upplevda gestaltningskvaliteter.
- Totaltbetyg och betyg på gestaltning samvarierar starkt.
- Vissa gestaltningskvaliteter kan med rätt underlag bedömas innan ett objekt är byggt.

⁴⁵ Vägars värde 2004:146 samt i forskningsrapporterna Mål och mått för gestaltningskvaliteter i vägmiljön. Förstudie 2004:1487 samt Mål och mått för gestaltningskvaliteter i vägmiljön. Fördjupad förstudie 2004:148.



Figur 7-30. Faktorer som påverkar gestaltningens kvaliteterna. Bild ur rapport Vägars värde 2004:146

De gestaltningensmässiga effekterna av nybyggnads- och förbättringsprojekt bör, i avvaktan på metoder och på att mätning av arkitektonisk kvalitet implementerats, beskrivas verbalt i förhållande till basvägnätet. Om exempelvis en ny förbifart ska effektbeskrivas ska redovisningen omfatta såväl den nya förbifarten som ev. vägarkitektoniska förändringar vid genomfarten.

Frågan om att mäta arkitektonisk kvalitet på motsvarande sätt inom järnvägsområdet (stationer) är inte färdigutvecklade.

7.7.7 Generellt om metod och effekter ur arkitektonisk aspekt

Utgångspunkten vid alla typer av fysisk förändring av miljön är att analysera platsen för förändring. Förändringen leder till olika effekter och konsekvenser beroende på landskapets uppbyggnad, innehåll, känslighet för förändring samt på hur väl projekteringen är genomförd för just det specifika objektet. En väl genomförd analys av och förståelse för landskapet underlättar en platsanpassad projektering och därmed en god vägutformning⁴⁶ och/eller järnvägsutformning.

Aspekter att värdera vid förändringar är:

- Kvaliteter och värden som finns i landskapet (ska dessa finnas kvar eller tas bort)

⁴⁶ Exempel på god vägutformning och vägarkitektur; *Vägen – en bok om vägarkitektur* VV publ 2006:28 förf. Benny Birgersson

- Kvaliteter som kan skapas

Åtgärder handlar om att bevara, ta bort och föra in nya uttryck, föremål eller företeelser. Att förändra en redan etablerad livsmiljö innebär att kvaliteter som byggts upp under en längre tid förstörs eller förändras. Det kan handla om vegetation eller markskikt, bebyggelse, landskapsformer mm. Vid nyanläggning eller förbättring påbörjas en ny livscykel och nya kvaliteter som ibland kan vara större kan skapas i sidoområdet. Men det kan också ta långt tid innan dessa kvaliteter upplevs av dem som bor i närheten av eller färdas på vägen. Därför ska tydliga mål för vad man vill uppnå för den fysiska miljön efter genomförd förändring finnas.

Faktorer som påverkar vägens gestaltningskvalitet är:⁴⁷

- Vägens inpassning i landskapet/stadsbilden (proportion – skala).
- Gestaltningens möjlighet att stödja vägens funktion (visuell ledning, orienterbarhet, trafikanternas förståelse för vilken hastighet vägen är utformad för osv).
- Upplevelser från vägen (utblickar, rytm, variation, intryck av natur- kulturlandskapet, bebyggelse).
- Broars och andra konstbyggnaders utformning.
- Vägutrustningens utformning.
- Effekten av miljöåtgärder (nya strukturer, terrängmodelleringar, planteringar, materialval).
- Möjlighet till framtida drift och underhåll.
- Möjlighet till framtida utveckling.

Samtliga faktorer har betydelse för de effekter och konsekvenser som de enskilda åtgärderna ger. Helhetsperspektiv på utformning är nödvändig vid samtliga typer av åtgärder.

När det gäller järnvägsanläggningen i landskapet finns avsevärda likheter mellan kvalitetsindikatorer för vägar respektive järnvägar.

När det gäller utformning av stationer och resecentra finns ett antal andra indikatorer som påverkar den arkitektoniska kvaliteten, bl.a.:

- Hur förändringen av den historiska anläggningen hanterats. Vid arkitektoniska förändringar och tillägg.
- Hur väl arkitekturen ger stöd för miljöns funktioner. Att den går att förstå och orientera sig i.
- Formgivning och design av informationssystem, möblering, ledstråk mm.

⁴⁷ Gestaltningsprogram – en vägledning VV publ 2004:41

7.8 Förbättringsåtgärder

Nedan beskrivs olika förbättringsåtgärders påverkan på buller, vibrationer, natur- kultur och friluftsliv vatten och naturresurser samt vägarkitektur.

7.8.1 Breddning av väg

Luft

Troligen bara för CO₂ och SO₂ och möjligen slitagepartiklar. För övriga endast om det påverkar val av trafiksituation.

Buller och vibrationer

Breddning av väg kan ge viss effekt på buller och vibrationer för befintlig bebyggelse som ligger mycket nära vägen genom att trafiken kommer närmare mottagaren och fordons hastigheten dessutom kan öka. Normalt sett är dock effekten försumbar om inte bebyggelsen ligger mycket nära vägen.

Exempel, buller: vid 10 000 f/d, 10 % tunga fordon, 70 km/h och mottagarens avstånd från vägmitt är 10 m ökar såväl den ekvivalenta som maximala ljudnivån med ca 1 dBA om vägens bredd ökar från 10 m till 13 m.

Natur/kultur/friluftsliv

Breddning av väg kan medföra en ökad barriäreffekt för djur och friluftslivet genom ökade hastigheter, trafikflöde och bredd. Värdefulla naturmiljöer i sidoområdet kan skadas eller bli förstörda. Vägbreddning kan också innebära att vägens karaktär förändras vilket kan påverka den visuella upplevelsen av landskapet.

Platsspecifika effekter att beakta är förlust av naturmiljöer, förändrad natur i sidoområdet, möjlighet till spridning och vandring utmed vägen, ökad barriärverkan för djur tvärs vägen, ökad störning. Speciellt viktigt är att beakta fröbanken. Ligger vägen inom det historiska odlingslandskapet är sannolikheten stor att översta jordskiktet i diket innehåller frön från ängsväxter. Beakta också möjligheten att motverka negativa effekter enligt ovan genom att skapa miljöer i vägens sidoområden som tillför positiva värden för djur och växter. Det kan vara att skapa miljöer lämpliga för djurs vandring, skapa miljöer som är artrika, skapa miljöer för ängsarter t ex genom att använda översta jordskiktet från befintligt sidoområde om det innehåller fröbank med ängsarter, skapa blomsterrika miljöer för fjärilar, skapa öppna sandiga torra sydvända slänter för bin, getingar och steklar etc.

För en väg med kulturhistoriska värden (en s.k. kulturväg) kan en breddning förstöra det kulturhistoriska värdet. Även väganknutna kulturobjekt och alléer kan skadas vid en breddning. Det är viktigt att på Trafikverket eller Länsstyrelsen ta reda på om vägen pekats ut som kulturväg och om det finns alléer, solitära träd och väganknutna kulturobjekt utmed vägen. I värsta fall kan fasta fornlämningar (t.ex. milstolpar och väghållningsstenar) behöva flyttas. Det är inte förenligt med Kulturmiljölagen (1988:950) och kräver samråd med länsstyrelsen. Alléer har kulturhistoriska, biologiska och estetiska värden. De omfattas av biotopskyddet i Miljöbalken.

Vatten och naturresurser

Breddning av väg innebär ett fysiskt ingrepp och därmed effekter förknippade med byggskede såsom dämning, dränering, grumling m.m.

En bredare väg kan innebära ökade saltmängder och ökade dagvattenmängder med ökande risk för erosion. Vägtrummor kan behöva förlängas eller läggas om.

Åtgärder som medför ökade hastigheter innebär att vägdagvatten stänker ut längre ut i sidoområdet. Ökad hastighet medför ökat slitage och följaktligen ökad påverkan på dagvattnets kvalitet via slitagepartiklar från väg och fordon. Ökad hastighet medför även ökade utsläpp till luft som i sin tur i slutändan innebär ökad påverkan på vattnets kvalitet.

Trafiksäkerhetshöjande åtgärder minskar risken för olyckor vilket innebär minskad risk för miljöfarliga utsläpp till vatten.

I samband med breddning av väg finns goda förutsättningar att samtidigt vidta åtgärder för skydd av yt- och grundvatten *där vattenskyddsbehov föreligger*. En korrekt utformad och skött stödremsa är den naturliga primära åtgärden. Likaså finns goda förutsättningar att justera eller vidta andra åtgärder vid fellagda trummor för att undanröja vandringshinder. Ökat användande av infodring med flexibelt foder (relining) vid renovering av befintliga trummor ökar risken för permanentning av vandringshinder vid fellagda trummor.

Vägarkitektur

Breddning av väg kan ge effekter i på vägen genom förändringar i skala, form vilket kan få konsekvenser för befintlig terräng och vegetation. I landsbygdsmiljö är skalan, samspelet mellan vägen och omkringliggande landskap det som starkast upplevs av trafikanterna. Möjlighet vid breddning av väg finns att förbättra utformning av ett icke tilltalade sidoområde. Effekten av breddning kan bli borttagande av befintlig vegetation innebär dock att en ny livscykel för vegetation i sidoområde påbörjas. Alla effekter och konsekvenser av breddning av väg med är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas/utformas till specifika förutsättningar.

7.8.2 Linjeföring/sikt

Luft

För CO₂ och SO₂ och delvis för övriga emissioner.

Buller

Åtgärder för förbättrad linjeföring och sikt kan öka hastigheten något men ger normalt sett försumbar inverkan på ljudnivån så länge vägen inte kommer närmare bebyggelsen. Reflexionsstolpar kan öka hastigheten nattetid, vilket kan ge något ökade maximala ljudnivåer nattetid. Eftersom natttrafiken utgör så liten del av den totala trafiken påverkas dock knappast de ekvivalenta ljudnivåerna som beräknas för trafiken över hela dygnet.

Vibrationer

Förändrad linjeföring eller sikt bedöms inte förändra vibrationer så länge inte hastigheten påverkas.

Natur/kultur/friluftsliv

Natur och kulturmiljöer nära vägen kan bli förstörda eller påverkas negativt när linjeföringen justeras, betydelsen för friluftslivets intresset är begränsad. Vägens

karaktär kan förändras vilket kan påverka den visuella upplevelsen av landskapet. En ökad framkomlighet kan medföra en ökad barriäreffekt genom ökade hastigheter. Platsspecifika effekter att beakta speciellt är linjeföringens möjligheter att lokalisera faunapassager och att skapa attraktiva miljöer i sidoområdet.

För en väg med kulturhistoriska värden (en s.k. kulturväg) kan en förändrad linjeföring förstöra det kulturhistoriska värdet. Även väganknutna kulturobjekt och alléer kan skadas vid en ändras linjeföring och siktförbättring. Det är viktigt att på Trafikverket eller Länsstyrelsen ta reda på om vägen pekats ut som kulturväg och om det finns alléer, solitära träd och väganknutna kulturobjekt utmed vägen. I värsta fall kan fasta fornlämningar (t. ex milstolpar och väghållningsstenar) behöva flyttas. Det är inte förenligt med Kulturmiljölagen (1988:950) och kräver samråd med länsstyrelsen. Alléer har kulturhistoriska, biologiska och estetiska värden. Alléer omfattas av biotopskyddet i Miljöbalken.

Vatten och naturresurser

Se ovan under "Breddning av väg". Om siktröjning/linjeföring innebär att avståndet från trafiken till växande skog ökar minskar omfattningen av skogsskador p.g.a. av saltspray.

Vägarkitektur

God linjeföring är grunden för god vägarkitektur. Åtgärder för förbättrad linjeföring kan ge effekter i form av förändringar i skala och vägens proportion. En möjlig konsekvens är förbättrad utformning av ett icke tilltalade sidoområde. En annan effekt kan vara förändring av befintlig vegetation och medförande av ny livscykel. Alla effekter och konsekvenser av linjeföring är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas/utformas till specifika förutsättningar.

7.8.3 Stigningsfält och omkörningsfält

Luft

Troligen bara för CO₂ och SO₂ och möjligen slitagepartiklar. För övriga endast om det påverkar val av trafiksituation.

Buller och vibrationer

Om nya stigningsfält och omkörningsfält innebär att vägkanten kommer närmare bebyggelsen medför det att ljudnivåerna ökar för bebyggelse som ligger nära vägen, se effekt av breddning ovan. Stigningskörfält och omkörningskörfält kan också medföra att körmönster ändras så att accelerationerna ökar och därmed att bullret också ökar. Hastigheten kan också påverkas, se effekter av detta under "hastighetsdämpning" på sidan 82.

Natur/kultur/friluftsliv

De effekter som åtgärden kan medföra, visst intrång och ökad hastighet på viss sträcka innebär normalt inga eller små konsekvenser för friluftslivet. Det medför sannolikt inga större effekter på natur- och kulturmiljö heller. Men det är viktigt att kontrollera att vägen inte är en väg med kulturhistoriska värden (en s.k. kulturväg) eller att väganknutna naturmiljöer, kulturobjekt och alléer berörs av åtgärden.

Platsspecifika effekter finns beskrivna under breddning av väg.

Vatten och naturresurser

Trafiksäkerhetshöjande åtgärder minskar risken för olyckor vilket innebär minskad risk för miljöfarliga utsläpp till vatten.

Under förutsättning att det sker genom omdisponering av befintlig vägyta förväntas inga övriga effekter.

Vägarkitektur

Se breddning av väg

7.8.4 Minskning av enskilda utfarter

Luft

Hastighetseffekten av enskilda utfarter är oftast försumbar.

Buller och vibrationer

Effekterna på buller och vibrationer av denna åtgärd är mycket svåra att beskriva generellt eftersom de är så beroende av den enskilda utformningen. De parallellvägar som ska binda ihop de enskilda utfartsvägarna kan ge ökat buller och vibrationer om de kommer nära bebyggelsen. Effekten blir mindre om de läggs nära huvudvägen.

Natur/kultur/friluftsliv

När utfarter minskas kan tillgängligheten påverkas. Det kan innebära längre sträcka att gå eller cykla för att ta sig till vägen eller passera vägen. En ombyggnad av det enskilda vägnätet kan också påverka friluftslivet, både positivt och negativt. I samband med ombyggnaden kan möjligheterna för GC-trafikanter förbättras vilket är positivt samtidigt kan vägnätets karaktär förändras vilket kan påverka den visuella upplevelsen och vägen om den är en väg med kulturhistoriska värden. Delar i det enskilda vägnätet kan också få en ändrad funktion vilket kan medföra en ökning av trafiken och buller och barriäreffekterna kan öka. Om vägarna ligger i område som används för friluftsliv kan värdet påverkas negativt. Stängda utfarter som innebär utökad sekundärvägnät kan även ge samma effekter som vid breddning av väg. Till det kommer risk för ökad fragmentering.

OM infrastrukturen har viltstängsel innebär färre utfarter också färre öppningar i viltstängslet vilket i sin tur minskar risken för oavsiktliga öppningar i stängslet, genom grindar som lämnas öppna.

Vatten och naturresurser

Trafiksäkerhetshöjande åtgärder minskar risken för olyckor vilket innebär minskad risk för miljöfarliga utsläpp till vatten.

Inga uppenbara andra effekter, eventuellt vissa positiva effekter av att sidotrummor kan elimineras och eventuella vandringshinder i vatten försvinner.

Vägarkitektur

Effekten av ett minskat antal utfarter på en sträcka kan medföra ett utökad sekundärvägnät som leder till breddning av vägrummet, dvs förändrad skala. Utformningen av sekundärvägnätet har också betydelse för både trafikanter och boendes upplevelse av vägnätet. Alla effekter och konsekvenser av minskat antal utfarter är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas/utformas till specifika förutsättningar.

7.8.5 Mittseparering

Luft

För CO₂ och SO₂ och delvis för övriga emissioner. Bör stå något om effekter om man dessutom höjer den skyltade hastigheten.

Buller och vibrationer

Vid separering med bred mittremsa som innebär att vägen måste breddas kommer trafiken närmare den befintliga bebyggelsen och kan då medföra något ökade ljudnivåer och vibrationer, se ovan vad gäller breddning av väg.

Ombyggnad till 1+1 väg innebär att man i en tvåfältig väg bygger ett mitträcke. Parkeringsfickor byggs eller vägen breddas en bit var tredje kilometer för att möjliggöra omkörning av långsamma fordon (fordon med 50 km/timme eller lägre som maxhastighet). Lastbilar som kör 80 km/h behöver inte gå in i parkeringsfickor för att släppa förbi annan trafik. Åtgärden förväntas sänka medelhastigheten och ge en jämnare trafikrytm, vilket innebär sänkta ljudnivåer och vibrationer. Effekten beror till stor del på skyltad hastighet och hur stor andel tung trafik som trafikerar vägen. Effekten blir troligtvis större på väg med stor andel tung trafik än på en väg med liten andel tung trafik. Ombyggnad till 2+1 väg eller 2+2-väg kan leda till att fler gör omkörningar och accelererar och till att hastigheterna ökar något, vilket i så fall medför något ökade ljud- och vibrationsnivåer. Effekter av olika hastigheter finns på sidan 82 under "hastighetsdämpning".

Natur/kultur/friluftsliv

Mittseparering kan medföra negativa konsekvenser för natur och kulturmiljö och friluftslivet framför allt då tillgängligheten och barriäreffekten riskerar att försämrans. En mittseparering innebär att det blir svårare att passera vägen, det kan också bli osäkrare att cykla och gå utmed vägen. Det kan även innebära ökad barriäreffekt för djurs möjlighet att röra sig tvärs vägen. Ökad hastighet kan innebära ökad barriäreffekt och fler viltolyckor. Mittseparering kan även innebära breddning av väg respektive minskning av enskilda utfarter. Effekter av detta finns beskrivet under respektive avsnitt. En mittsepareringsåtgärd kan därför behöva kombineras med gång- och cykelvägar och passager för att minimera negativa konsekvenser för friluftsliv, boende och brukare. Mittseparering kan också medföra indirekta effekter genom att sidovägnätet byggs om.

Mittseparering kan påverka djurs möjlighet att passera vägen beroende på separeringens utformning. Även större djur kan få problem eller tvekar inför mittbarriären med längre tid på vägen som följd och därmed ökad risk för viltolyckor.

Vatten och naturresurser

Trafiksäkerhetshöjande åtgärder minskar risken för olyckor vilket innebär minskad risk för miljöfarliga utsläpp till vatten. Mittsepareringens utformning har betydelse för risken för skador på fordonstankar (tung trafik). Ställineräcken (ståndarna kan skada tankarna) ska undvikas där vattenskyddsintresse föreligger.

Vägarkitektur

Mittseparering innebär att vägens karaktär förändras och barriärsverkan ökar för boende och trafikanter som hänvisas till andra vägnät. En konsekvens av mittseparering kan bli ett utökat sekundärvägnät som leder till breddning av vägrummet, dvs förändrad skala. Utformningen av sekundärvägnätet har också betydelse för både trafikanter och boendes upplevelse av vägnätet. Alla effekter

och konsekvenser av mittseparering är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas/utformas till specifika förutsättningar.

7.8.6 Vägens närmiljö

Luft

Sidoområdeseffekter bedöms ge mycket små hastighetseffekter, och därmed mycket små utsläppseffekter.

Buller och vibrationer

Åtgärder för säkrare sidoområden, t ex rensning av inner- och ytterslänter från fasta oeftergivliga hinder, sidoräcken och flacka slänter, innebär knappast någon påverkan på buller- eller vibrationsnivåerna om det inte innebär att skärmande vallar tas bort.

Natur/kultur/friluftsliv

Om träd, stenar m.m. tas bort, slänterna flackas eller vägkanternas förändras riskerar det att påverka vägens karaktär och upplevelsen av landskapet, särskilt för trafikanten. Väganknutna kulturobjekt och alléer kan även skadas. Det är nödvändigt att ta reda på om det finns alléer, solitära träd, artrika infrastrukturebiotoper, väganknutna kulturobjekt eller andra viktiga objekt utmed vägen. I värsta fall kan fasta fornlämningar (t. ex milstolpar och väghållningsstenar) behöva flyttas. Det är inte förenligt med Kulturmiljölagen (1988:950) och kräver samråd med Länsstyrelsen. Alléer har kulturhistoriska, biologiska och estetiska värden. Alléer omfattas av biotopskyddet i Miljöbalken och hotade arter liksom arter enligt EU:s fågel och habitatdirektiv omfattas av artskyddsförordningen..

Vatten och naturresurser

Säkrare sidoområden kan innebära större ingrepp i lokala hydrologiska kretslopp och omsättning, något som kan vara både positivt och negativt. Det kan behövas ökat utrymme för lokalt omhändertagande av dagvatten, samt förlängning eller omläggning av trummor. Att säkra ett tillräckligt stort sidoområde är viktigt i vattenhanteringssammanhang. Åtgärder för säkrare sidoområden, t ex rensning av inner- och ytterslänter från fasta oeftergivliga hinder, sidoräcken och flacka slänter kan reducera risken för utsläpp i samband med olyckor.

Vägarkitektur

Effekter av åtgärder för säkrare sidoområden kan vara förändringar av strukturer, landskapsformer och proportion av vägrummet. Möjlighet finns att förbättra utformning av ett icke tilltalade sidoområde till något bättre med ökad variation, utblickar, vegetation, materialval. Men det kan också få konsekvenser för befintlig terräng och vegetation om åtgärden medför start av ny livscykel i för vegetationen. För boende kan utformningen av sidoområdet ha stor betydelse för helhetsupplevelsen av vägen. Alla effekter och konsekvenser av säkrare sidoområde är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas/utformas till specifika förutsättningar.

7.8.7 Sidoanläggningar

Luft

Sidoområdeseffekter bedöms ge mycket små hastighetseffekter, se kapitel 4, och därmed mycket små utsläppseffekter.

Buller och vibrationer

Sidoanläggningar som t.ex. rastfickor, informationsplatser etc. innebär knappast någon påverkan på buller- eller vibrationsnivåerna om det inte innebär att skärmande vallar tas bort. Åtgärden kan dock ge viss effekt på buller och vibrationer för befintlig bebyggelse som ligger mycket nära vägen genom att trafiken kommer närmare mottagaren och att accelerationer förekommer mer frekvent.

Natur/kultur/friluftsliv

Rastplatser och rastfickor kan vara positiva för friluftslivet. Information om natur- och kulturmiljön i anslutning kan öka kunskapen om området/landskapet och även intresset att besöka området. Möjligheten att stanna till och njuta av landskapet är positivt för olika trafikantgrupper och bl.a. turister.

Rastplatser kan också innebära ett intrång och negativ påverkan i känsliga natur- och kulturmiljöer eftersom de ofta placeras i attraktiva områden. Det kan framför allt vara negativt för områden med orörd karaktär. Det är därför viktigt att hitta en bra placering. Se vidare under Vägens närmiljö 7.8.6

Vatten och naturresurser

Sidoanläggningar innebär fysiskt ingrepp och därmed effekter förknippade med byggskede såsom dämning, dränering, grumling m.m. Det finns risk för ökade dagvattenmängder, eventuellt med behov av rening, utjämning och/eller bortledning. Uppställning av fordon – läckagerisk - kan bidra till förorening av dagvatten.

Vägarkitektur

Rastplatser och rastfickor får effekt på upplevelsen av vägen. Vägens funktion ändras och upplevelsen av sidoanläggningen är beroende av dess utformning och placering i landskapet. Alla effekter och konsekvenser av sidoanläggningar är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas/utformas till specifika förutsättningar.

7.8.8 Hastighetsdämpning

Luft

Har positiv effekt för CO₂ och SO₂ och slitagepartiklar. För övriga endast om det påverkar val av trafiksituation. Kan ha positiva effekter på minskad bilanvändning vilket leder till mindre utsläpp.

Buller

Hastighetsdämpande åtgärder i form av bulor, plåtgupp, sidoförskjutning och/eller avsmalning samt förhöjda korsningar ger minskat buller genom den sänkta hastigheten men kan samtidigt öka bullret genom bl.a. accelerationer/retardationer eller ökat buller då man passerar annan beläggning än asfalt. Gatsten ger t ex 2-4 dBA högre ljudnivåer än "normal" vägbeläggning. Undersökningar har visat att även om hastighetsdämpande åtgärderna i form av t.ex. vägbulor ger mätbara sänkningar av ljudnivån kan de boende ändå uppfatta att ljudnivån ökat eftersom buller uppfattas som mer störande om det varierar med inbromsningar och accelerationer jämfört med en jämn bullernivå som kan

vara högre men uppfattas som mindre störande.⁴⁸ Detta gäller speciellt vid anläggande av enstaka hastighetssänkande åtgärder. Med en rad vägbulor med kort avstånd mellan sänks hastigheten på längre sträckor och jämnare körmonster uppstår jämfört med enstaka vägbulor.

Effekten av en sänkning av tillåten hastighet kan beräknas enligt den Nordiska beräkningsmodellen⁴⁹. Svårigheten är att bedöma vilken verklig hastighetssänkning en förändring av tillåten hastighet ger. En verklig sänkning av hastigheten med 10 km/h ger en bullerreduktion på utomhusnivån på cirka 1-2,5 dBA. En sänkning av hastigheten ger högst effekt vid utgångshastighet på 70 km/h, något sämre effekt vid 90 km/h och lägst effekt vid 50 km/h. Effekten på ljudnivån inomhus blir dock inte lika stor eftersom fasader dämpar ljud från högre hastigheter bättre än från lägre hastigheter (beroende på olika frekvenser på ljudet vid olika hastigheter).

I tabellen nedan visas exempel på vilken reduktion av ljudnivån utomhus som kan uppnås med sänkning av hastigheten i olika intervall vid olika andel tung trafik. Redovisade värden bygger på att den tunga trafiken håller en medelhastighet på högst 80 km/h. Värden inom parentes visar vilka reduktioner som uppnås om den hösta medelhastigheten för de tunga fordonen överskrider den tillåtna och istället är 90 km/h.

Hastighets-sänkning (km/h)		Korrektion för ekvivalent ljudnivå (dBA)			Korrektion för maximal ljudnivå (dBA)		
Från	Till	10 % tunga fordon	5 % tunga fordon	0 % tunga fordon	10 % tunga fordon	5 % tunga fordon	0 % tunga fordon
110	90	-1,6 (-1,4)	-1,8 (-1,7)	-2,1	-0,0	-0,0	-2,0
90	70	-2,3 (-2,9)	-2,5 (-2,9)	-2,8	-1,0 (-1,9)	-1,0 (-1,9)	-2,4
70	50	-4,0	-3,8	-3,6	-2,3	-2,3	-3,3
50	30	-1,3	-1,8	-2,4	-0,0	-0,0	-5,2

Tabell 7-21 Inverkan av hastighetssänkning på ljudnivån utomhus. Värden inom parentes visar effekt om den verkliga medelhastigheten för de tunga fordonen överskrider den lagliga på 80 km/h och istället är 90 km/h.

Som framgår av tabellen får hastighetssänkning högst effekt på den ekvivalenta ljudnivån om utgångshastigheten är 70 km/h. De maximala ljudnivåerna påverkas betydligt mindre av sänkningar av hastigheten såvida inte tunga fordon helt saknas.

Att utnyttja speciella beläggningsmaterial såsom gatsten leder ofta till lägre hastigheter men orsakar i sig högre buller. Beläggning med gatsten används dessutom oftast i stadsmiljöer där hastigheten redan är relativt låg, och då blir effekten av en hastighetssänkning dessutom relativt liten.

Vibrationer

Hastighetsdämpande åtgärder i form av bulor kan ge extremt hög transient färdvibration (mekanisk stöt) i fordon. Om stötarna är för kraftiga, kan de medföra hälsopåverkan i form av exempelvis kotkompressionsfraktur. Utvärdering av kotkompressionstryck kan ske enligt standard SS-ISO 2631-5

⁴⁸ VTI meddelande 946-2003, Hastighetsdämpande åtgärder och integrerad stadsplanering, En litteraturstudie, 2003

⁴⁹ Naturvårdsverkets rapport 4653, Vägtrafikbuller – nordisk beräkningsmodell, rev 1996

(2004). Vägbulor kan ge kraftigt förhöjda vibrationsnivåer i närliggande bebyggelse. Förändrad hastighet påverkar markvibrationer i stor utsträckning.

Natur/kultur/friluftsliv

Kan vara positiv för friluftslivet om hastigheterna dämpas på vägar som går igenom friluftsområden och kulturmiljöer. Generellt positivt för natur och kulturmiljövärden. Minskar risken för viltolyckor förutom för mycket långsamma djur som grodor och kräddjur m fl.

Vatten och naturresurser

Hasighetsdämpning innebär minskad risk för utsläpp av skadliga ämnen i samband med olyckor. Det innebär även minskade utsläpp från fordon via avgaser och slitagepartiklar. Vidare stänker vägdagvatten och ingående föroreningskomponenter inte lika långt ut i sidoområdet/omgivningen.

Vägarkitektur

Alla effekter och konsekvenser av hastighetsdämpning är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas/utformas till specifika förutsättningar.

7.8.9 (automatisk trafiksäkerhetskontroll)

Luft

Miljöeffekten är i princip proportionell mot den minskade drivmedelsförbrukningen som hastighetsminskningen för trafikarbetet innebär.

Buller och vibrationer

Automatisk hastighetsövervakning påverkar ljud- och vibrationsnivåerna genom att hastigheterna sänks. Effekterna av hastighetssänkning beskrivs i föregående avsnitt 7.8.8, Hastighetsdämpning.

Natur/kultur/friluftsliv

Kan vara positiv för friluftslivet om hastigheterna dämpas på vägar som går igenom friluftsområden. Generellt positivt för natur och kulturmiljövärden. Minskar risken för viltolyckor förutom för mycket långsamma djur som grodor och kräddjur m fl.

Vatten och naturresurser

Se ovan under rubriken "hastighetsdämpning".

Vägarkitektur

En möjlig effekt av ATK är placering av anläggningen vilket kan medföra konsekvenser för trafikanter och boende. ATK kan störa den visuella upplevelsen av landskapet och placeringen bör noggrant tänkas igenom där man så har möjlighet att göra.

7.8.10 Beläggningsåtgärder

7.8.10.1 Val av beläggning

Luft

Emissionen av partiklar ökar med minskande stenstorlek i beläggningen, till skillnad från emissionen av buller⁵⁰. Det finns ett samband mellan totalt beläggningsslitage och emissionen av inandningsbara partiklar (PM10). Hur sambandet ser ut för olika typer av beläggningar med olika stenmaterial är för närvarande inte känt. Klart är dock att större slitage leder till ökad generering av partiklar. Därmed kan det behövas en avvägning av stenmax i en beläggning för att optimera emissionen av partiklar och buller. Det har för närvarande inte gått att se någon tydlig skillnad mellan partikelemissionen från lågbullrande beläggningar (hålrumrika beläggningar) i förhållande till traditionella beläggningar⁵¹.

Buller

Mindre stenstorlek ger normalt lägre bulleremission för varje beläggningstyp⁴³. Det är också väl känt att hålrumrika beläggningar, ofta benämnda dränerande eller lågbullrande, har en ljuddämpande förmåga. Den bullerdämpande förmågan avtar vanligen över tiden eftersom hålrummen minskar p.g.a. efterpackning och slitage samt att de sätts igen av slitagerester m.m.

Standardbeläggning

Vanliga typer av beläggningar bullrar olika mycket; skelettasfalt med mindre stenstorlek än referensbeläggningen kan dämpa bullret 2-3 dBA jämfört med referensbeläggningen. Asfaltbetong kan vid låg andel tung trafik dämpa bullret med cirka 3 dBA jämfört med referensbeläggningen. Både nylagd skelettasfalt och asfaltbetong kan dämpa bullret med ytterligare 1 dBA jämfört med vad som ovan angivits. Gatsten bullrar däremot 2-4 dBA högre än referensbeläggningen. I tabellen nedan visas vilka effekter som nås med olika typer av beläggningar vid olika hastigheter och vid olika andelar tunga fordon. Angivet intervall för maximal stenstorlek gäller den högsta förekommande stenstorleken. Därmed innebär 13-16 mm att maximal stenstorlek kan vara upp till 13 mm eller upp till 16 mm.

Vägbeläggning			7.8.10.1.1.1 Korrektionsterm i dB(A) för hastighetsintervall samt andel (%) tunga fordon							
Nr.	Typ (här anges även max. stenstorlek)	Ålder [år]	40-60 km/h			61-80 km/h			81-130 km/h	
			0-5 %	6-19	20-100	0-5 %	6-19	20-100	0-5%	6-100
1a.	Skelettasfalt (ABS) (max 13-16 mm)	1-20	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref
1b.	D:o, nylagd	<1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1
2a.	Skelettasfalt, stenrik (ABS) (max 10-12 mm)	1-20	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1
2b.	D:o, nylagd	<1	-2	-1	-1	-3	-1	-1	-3	-2
3a.	Skelettasfalt, stenrik (ABS) (max 7-9 mm)*	1-20	-2	-1	-1	-3	-2	-1	-3	-2
3b.	D:o, nylagd*	<1	-3	-2	-2	-4	-3	-2	-3	-3
4a.	Skelettasfalt, stenrik (ABS) (max 4-6 mm)	1-20	-3	-2	-1	-4	-4	-2	-4	-2
4b.	D:o, nylagd	<1	-4	-3	-2	-5	-5	-3	-5	-3
5a.	Asfaltbetong, tät, ABT (max 13-16 mm)	1-20	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	0
5b.	D:o, nylagd	<1	-2	-1	-1	-3	-2	-1	-3	-2

⁵⁰ Val av beläggning med hänsyn till miljö omfattande emission av buller och partiklar, 2009, Vägverket

⁵¹ Betydelsen av bullerreducerande beläggning för partikelhalterna, Delrapport från forskningsprojekt, SLB rapport 2006:3.

6a.	Asfaltbetong, tät, ABT (max 10-12 mm)	1-20	-2	-1	0	-2	-2	-1	-2	-1
6b.	D:o, nylagd	<1	-3	-2	-1	-3	-3	-2	-3	-2
7a.	Asfaltbetong, tät, ABT (7-9 mm)	1-20	-3	-2	-1	-3	-2	-1	-3	-2
7b.	D:o, nylagd	<1	-4	-3	-2	-4	-3	-2	-4	-3
8.	Slurry Seal + andra extremt tunna beläggn.	0-5	-3	-2	-1	-3	-2	-1	-3	-1
9.	Tunnskiktsbeläggn: Se motsvarande ABS									
10.	Bituminiserad chipsten (BCS), max 13-20	0-20	+1	+1	0	+2	+2	+1	+2	+2
11a.	Ytbehandling, enkel (Y1B), max 16-20 mm	1-20	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0
11b.	D:o, nylagd	<1	+2	+1	0	+2	+1	-1	+2	+1
12a.	Ytbehandling, enkel (Y1B), max 10-12 mm	1-20	0	0	0	0	0	0	0	0
12b.	D:o, nylagd	<1	0	0	0	0	0	0	0	0
13a.	Ytbehandling, enkel (Y1B), max 6-9 mm	1-20	-1	0	0	-2	-1	0	-2	0
13b.	D:o, nylagd	<1	-2	0	0	-2	-1	-1	-2	-1
14a.	Ytbehandling, dubbel (Y2B), max 16-20 mm	1-20	0	0	0	0	0	0	0	0
14b.	D:o, nylagd	<1	0	0	-1	0	0	-1	0	-1
15a.	Ytbehandling, dubbel (Y2B), max 10-12 mm	1-20	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
15b.	D:o, nylagd	<1	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	0
16a.	Dränasfalt HABD hålrum 18-21%,14-16 mm	<1	-3	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3
16b.	D:o, 1-2 år	1-2	-1	-1	0	-1	-1	-1	-2	-2
16c.	D:o, 3-7 år	3-7	0	0	0	0	0	0	-1	-1
17a.	Dränasfalt HABD hålrum 22-27%,14-16 mm	<1	-4	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-4
17b.	D:o, 1-2 år	1-2	-2	-1	-1	-3	-3	-3	-3	-3
17c.	D:o, 3-7 år	3-7	-1	0	0	-2	-2	-2	-2	-2
18a.	Dränasfalt HABD, hålrum 18-21%,10-13 mm	<1	-4	-3	-2	-4	-4	-4	-5	-4
18b.	D:o, 1-2 år	1-2	-2	-1	0	-2	-2	-2	-4	-3
18c.	D:o, 3-6 år	3-6	-1	0	0	-1	-1	-1	-3	-2
19a.	Dränasfalt HABD, hålrum 22-27%,10-13 mm	<1	-5	-4	-3	-5	-5	-5	-6	-5
19b.	D:o, 1-2 år	1-2	-3	-2	-1	-3	-3	-3	-4	-4
19c.	D:o, 3-6 år	3-6	-2	-1	0	-1	-1	-1	-3	-3

Vägbeläggning

7.8.10.1.1.1.2 Korrektionsterm i dB(A) för hastighetsintervall samt viss andel (%) tunga fordon

Nr.	Typ (här anges även max. stenstorlek)	Ålder [år]	40-60 km/h			61-80 km/h			81-130 km/h	
			0-5 %	6-19	20-100	0-5 %	6-19	20-100	0-5%	6-100
20a.	Dränasfalt HABD, hålrum 18-21%,7-9 mm	<1	-5	-4	-3	-5	-5	-5	-6	-5
20b.	D:o, 1-2 år	1-2	-2	-1	-1	-3	-2	-2	-4	-3
20c.	D:o, 3-5 år	3-5	-1	0	0	-3	-1	-1	-3	-2
21a.	Dränasfalt HABD, hålrum 22-27%,7-9 mm	<1	-6	-5	-4	-6	-6	-5	-6	-5
21b.	D:o, 1-2 år	1-2	-3	-2	-2	-4	-4	-3	-4	-3
21c.	D:o, 3-5 år	3-5	-2	-1	0	-3	-2	-2	-3	-2
22a.	Dubbel HABD, hålrum 18-21%,10-13/16 mm	<1	-5	-4	-3	-5	-5	-5	-6	-5
22b.	D:o, 1-2 år	1-2	-3	-2	-1	-3	-3	-3	-5	-4
22c.	D:o, 3-6 år	3-6	-2	-1	0	-2	-2	-2	-3	-2
23a.	Dubbel HABD, hålrum 22-27%,10-13/16 mm	<1	-6	-5	-4	-6	-6	-6	-7	-6
23b.	D:o, 1-2 år	1-2	-4	-3	-2	-4	-4	-4	-5	-4
23c.	D:o, 3-6 år	3-6	-2	-1	-1	-2	-2	-2	-3	-2
24a.	Dubbel HABD, hålrum 18-21%,7-9/16 mm	<1	-6	-5	-4	-6	-6	-6	-6	-6
24b.	D:o, 1-2 år	1-2	-3	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3

24c.	D:o, 3-5 år	3-5	-1	-0	0	-1	-1	-1	-1	-1
25a.	Dubbel HABD, hålrum 22-27%,7-9/16 mm	<1	-7	-6	-5	-7	-7	-7	-7	-7
25b.	D:o, 1-2 år	1-2	-4	-3	-3	-5	-5	-5	-4	-4
25c.	D:o, 3-5 år	3-5	-2	-1	0	-2	-2	-2	-1	-1
26.	Gummi-asfalt. Tät (GAP)									
27.	Gummi-asfalt. Öppen (GAO)									
28.	Cementbetong, tät, slät, max 20-80 mm	0-40	+1	+1	+1	+1	+2	+2	+1	+2
29.	Cementbetong, tät, slät, max 12-18 mm	0-40	0	+1	+1	+1	+2	+2	+1	+2
30a.	Cementbetong, frilagd bal., max 22 mm	2-10	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
30b.	D:o, nylagd	<2	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1
31a.	Cementbetong, frilagd bal., max 11-16 mm	2-10	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
31b.	D:o, nylagd	<2	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-3
32a.	Cementbetong, frilagd bal., max 7-9 mm	2-10	-2	-1	-1	-2	-2	-1	-3	-2
32b.	D:o, nylagd	<2	-3	-2	-2	-3	-3	-2	-4	-3
33.	Cementbetong, slipad (slipning ej sliten)	0-5	-3	-2	-2	-3	-2	-2	-2	-1
34.	Gatsten, kullersten & storgatsten	0-90	+6	+5	+4	+6	+6	+5	+6	+6
35.	Gatsten, traditionell sten ca 10x10 cm	0-90	+3	+3	+2	+4	+4	+3	+4	+4
36.	Gatsten, förbättrad sten enl Cph-typ	0-90	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+2	+2
37.	Cementblocksten, normal	0-10	+2	+2	+2	+3	+3	+3	+3	+3
38.	Cementblocksten, bästa typ	0-10	-1	0	0	-1	0	0	-1	0

* Referensvägtyta enligt ISO 10844 (använd för fordonsbullerprovning m m) motsvaras av beläggning nr 3 ovan.

Tabell 7-22. Vägbelägningars bullerpåverkande egenskaper, uttryckt som korrektion till "normalvärde" för referensbeläggning av typ ABS16. Minustecken innebär lägre bullernivå.⁵²

Källa: Vägverket 2009 Råd för val av beläggning med hänsyn till miljö.

Publikation: 2009:124

Kommentarer till tabellen ovan:

När hastigheten är 30 km/h använder man kolumnen för 40-60 km/h men halverar alla korrektionsvärdena.

För beläggning Nr 17-18 (som Skanska provat på E18 och E4) har en extrapolering gjorts upp till 6 år med hänsyn till erfarenheterna efter 3 års användning. Det kan därmed visa sig att beläggningen inte fungerat så bra som antagits vid ökande ålder.

Beläggning 19 och 20 är dubbellagersasfalt som provats i Köpenhamn. Skillnaden mellan nr 19 och nr 20 är att nr 19 står för erfarenheter från Köpenhamn omsatta till svensk referensbeläggning och bör fungera likadant i åtminstone Skåne. Nr 20 baseras också på erfarenheter från Köpenhamn som omsatts till svensk referensbeläggning men med antagande om att igensättning samt stensläpp och slitage ökar i Sverige där dubbdäcksandelen är hög.

Tyst asfalt

Nya typer av dränasfalt kan ge bullerreduktion utomhus på upp mot 8 dBA när de är nylagda. Effekten minskar dock snabbt med åldern och kan efter cirka 6 år vara nästan helt borta. Effekten inomhus är lägre eftersom det lågfrekventa ljudet dämpas sämre samtidigt som fasaderna också dämpar detta ljud sämre än

⁵² U Sandberg, VTI, Vägytans inverkan på trafikbulleremission och rullmotstånd, 2007-03-09

mer högfrekvent ljud. Effekten blir också lägre vid låga hastigheter eftersom andra bullerkällor (motorbuller), som inte påverkas av vägbeläggningen, då står för en större andel av bulleremissionerna jämfört med vid högre hastigheter.

Exempel: Vid 10 000 f/d varav 10 % tunga fordon, 10 m avstånd från vägmitt och hård mark dämpar en dränasfalt ljudet med 4,2 dBA vid 50 km/h och med 4,5 dBA vid 90 km/h jämfört med referensbeläggningen. Fasadens dämpning försämrats dock så effekten inomhus blir endast en reduktion med 2,0 dBA vid 50 km/h och med 3,5 dBA vid 90 km/h. På längre avstånd från vägen, 60 m, blir effekten av dränasfalten ungefär hälften så stor både utomhus och inomhus jämfört med 10 m från vägmitt.

Vibrationer

Resultaterande vibrationer i såväl byggnader som i vägfordon är direkt proportionella mot vägbanans ojämnheter. Vågojämnheter kan förebyggas genom underhåll av dränerings- och avvattningsystem, samt tätande av sprickor i vägbeläggningen. Traditionell omasfaltering kan minska vibrationer i vägfordon med 50 – 70 procent. Sådan åtgärd medför däremot ingen effektiv lagning av långvågiga ojämnheter och oönskade tvärfallsförändringar, därför brukar 30 – 50 procent av vibrationerna kvarstå. För att eliminera krängningar och lågfrekventa vibrationer måste även nämnda typer av vägskador lagas, vilket kräver att asfaltfräsar respektive asfaltläggare omsorgsfullt tvångsstyrs enligt en sektionsbunden projektering⁵³.

Genom att välja en slitlagertyp och en produktionsmetod som resulterar i en vägyta med minimal Megatextur, dvs. "vågor" med 50 - 500 mm längd som alstrar tämligen högfrekventa vibrationer och buller. Exempelvis leder separationer i beläggningssytan till Megatextur. Dubbel ytbehandling (Y2) med fin kilsten i det övre lagret medför regelmässigt lägre Megatextur och därmed mindre vibrationer och buller, jämfört med enkel ytbehandling (Y1).

Vatten

Beläggningssval som minskar olycksrisken innebär minskad risk för miljöfarliga utsläpp i samband med olyckor. Beläggningens påverkan genom ev. ökad hastighet, se ovan. Porös asfalt, s.k. tyst asfalt, har en viss renande funktion när det gäller vägdagvatten – skötsel/underhåll viktigt. Flödesstyrning som en del i vattenhanteringen kan byggas in i beläggningen.

7.8.10.2 Beläggning av grusväg

Buller

Beläggning och justering av grusväg kan eventuellt öka hastigheten något men detta ger relativt liten effekt på ljudnivåerna, se effekterna av olika hastigheter i föregående avsnitt 7.8.8, "hastighetsdämpning".

Vibrationer

När en grusväg justeras och beläggs, minskar som regel ojämnheter kortare än ca 3 – 5 m. Tendenser till "tvättbräde", potthål och liknande former av Megatextur kan också elimineras. Detta minskar vibrationer till närboende samt i fordon högst avsevärt. Något ökade fordons-hastigheter kan öka vibrationerna

⁵³ VV publ 1999:100 Vägbanemodell för datorstödd utformning av underhållsbeläggningar

något. Minskade korta ojämnheter och Megatextur, jämte något ökad hastighet, ger dock i normalfallet en stor nettominskning av vibrationer.

Gamla grusvägar har sällan hög bärighet, varför de med tiden deformeras. Det gäller även sedan en beläggning lagts på. En grusvägbana jämnas enkelt till genom hyvling. Analogt är det viktigt att beläggningen justeras och läggs om med rimliga intervall. På många gamla grusvägar som tidigare fått beläggning, har denna efter tiotals år nu fått rivas bort helt. Detta p.g.a. vibrationsproblem av ojämnheter efter uteblivet vägunderhåll.

Natur/kultur/friluftsliv

En beläggning av en väg med kulturmiljövärden kan ändra karaktären och upplevelsen av vägen och landskapet. Det är viktigt att ta reda på om vägen pekats ut som kulturväg.

Innebär åtgärden breddning av väg och/eller nya släntlutningar och dikning se under breddning av väg. Beläggning och ökad hastighet kan innebära ökad barriäreffekt för djur och ökad risk för viltolyckor. Beläggning kan innebära mindre damning från vägen vilket i sin tur kan påverka påväxtvegetation på träd negativt. Lavar på alléträd kan vara känsliga för minskad mineraltillförsel genom mindre damm från vägen.

Beläggning av väg kan förbättra framkomligheten till friluftsområden.

Vatten och naturresurser

Beläggning av grusväg innebär ökade dagvattenmängder som i vissa fall kan behöva omhändertas, generellt små effekter.

Vägarkitektur

Vid en beläggning av grusväg blir effekten en mer framkomlig väg. Detta kan få konsekvenser för kringboende med ökade hastigheter och en ändrad vägkaraktär. Hänsyn måste tas till landskapet och anslutning till omgivningen vid utformning av diken, val av ev. vägutrustning, släntbeläggningar samt övriga vägarkitektoniska aspekter som bidrar till upplevelsen av helheten. Alla effekter och konsekvenser av beläggning av grusväg är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas/utformas till specifika förutsättningar.

7.8.11 Fysiska åtgärder i korsning

Luft

Med prioritering av lastbilar i korsningar utmed trafikleder med mycket tung trafik, kan cirka hälften av stoppen för lastbilarna tas bort, vilket minskar transportkostnader och utsläpp.⁵⁴ Trafiksignalers effektivitet har stor betydelse för utsläpp av skadliga ämnen från trafiken, särskilt från tunga fordon. Bra fungerande signaler kan vara ett sätt att få ner mängden avgasutsläpp. Trafiksignaler kan ha stor lokal inverkan på miljön. Normalt samvarierar miljöeffekterna starkt med framkomlighetseffekterna, t.ex. genom att ökad andel stopp ger ökat koldioxidutsläpp. Vid försöken med AUT i samordna trafiksignaler kunde man visa på en minskning av bränsleförbrukningen med 12 procent och utsläppen av kväveoxider med 14 procent⁵⁵ Bättre, trimmade,

⁵⁴ Kronborg, Movea, (2000) Sverige behöver bättre trafiksignaler.

⁵⁵ Tapani, VTI, (2003) Trafikledning för bättre miljö

samordnade trafiksignaler i Stockholm skulle kunna minska bränsleförbrukningen med 10-20% och därmed vara det billigaste sättet att minska koldioxidutsläppen från stockholmstrafiken.

Ur ett hållbarhetsperspektiv bör det även nämnas att lysdiodlampor har en mindre miljöpåverkan och energiförbrukning än äldre ljuskällor.

Buller

Fysiska åtgärder i korsning kan ge stor inverkan på bullernivåerna vid enskilda fastigheter, speciellt om man bygger om en fyrvägs korsning till två stycken tvåvägs korsningar eller bygger om en plankorsning till planskildhet med nya på- och avfartsramper. Effekterna är dock helt beroende av fastigheternas placering. Ombyggnad till cirkulationsplats kan sänka ljudnivåerna genom ett jämnare körmonster med färre kraftiga accelerationer och inbromsningar. Detta dock under förutsättning att inte den fysiska utformningen gör att effekten kompenseras av att trafiken kommer närmare bebyggelsen. På samma sätt kan ombyggnad till trafiksignal inverka på körmonster, vilket i sin tur påverkar ljudnivåerna. Effekten bedöms dock som liten och är dessutom beroende på samordning sker av signaler i flera korsningar etc. Ombyggnad till extra körfält kan innebära ökade ljudnivåer om trafiken flyttas närmare bebyggelsen, se effekt av breddning av väg ovan.

Vibrationer

Fysiska åtgärder i korsning kan påverka vibrationsnivåerna vid enskilda fastigheter. Ombyggnad till cirkulationsplats kan sänka vibrationsnivåerna genom ett jämnare körmonster med färre kraftiga accelerationer och inbromsningar som ger horisontella påkänningar och skjuvpåkänningar i vägbeläggningen. Minskade vibrationer vid källan kan dock motverkas om den fysiska åtgärden leder till att vägbanan/trafiken flyttas närmare bebyggelsen. På liknande sätt kan ombyggnad till trafiksignal inverka på körmonster, vilket i sin tur påverkar vibrationerna. Effekten bedöms dock som liten. Tillbyggnad av extra körfält kan innebära ökade vibrationer till byggnader, om trafiken flyttas närmare bebyggelsen.

Natur/kultur/friluftsliv

De effekter som eventuellt kan få negativ betydelse för natur, kulturmiljö och friluftslivet är intrånget, det är dock liten risk för negativa konsekvenser. En korsningsåtgärd kan innebära förbättrad framkomlighet för vissa grupper, t.ex. gång och cykeltrafikanter, som kan vara positivt för friluftslivet. Se även under rubriken "breddning av väg".

Vatten och naturresurser

Säkerhetshöjande åtgärder - se ovan, bl.a. under rubriken "breddning av väg".

Vägarkitektur

Effekten av fysiska åtgärder i korsning varierar beroende på åtgärderna omfattning. Om ytterligare mark tas i anspråk för åtgärder påverkar detta befintligt sidoområde med eventuell vegetation, marksikt mm. Detta kan ge både negativa och positiva konsekvenser beroende på hur väl utformad åtgärden är. Visuella upplevelsen av vägrummet ändras vid kraftiga förändringar, t.ex. införande av cirkulationsplatser. Alla effekter och konsekvenser av fysiska åtgärder i korsning är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas/utformas till specifika förutsättningar.

7.8.12 Bärighetshöjande åtgärder

Luft

Bara för CO₂ och SO₂.

Buller

Bärighetshöjande åtgärder kan innebära att fler och tyngre fordon trafikerar vägen vilket medför ökat buller.

Exempel, buller:

Om en väg som tidigare endast trafikerats av personbilar (2 000 f/d, 50 km/h, 8 m bred väg) genom åtgärden kommer att få 10 % tung trafik innebär det att den ekvivalenta ljudnivån 50 m från vägmitt ökar med 2 dBA och att den maximala ljudnivån ökar med 8 dBA.

Vibrationer

Höjd bärighetsklass, t ex från BK 3 till BK1, är ett beslut som kan innebära att fler och tyngre fordon trafikerar vägen, vilket medför ökade markvibrationer.

Höjd bärförmåga, är en teknisk vägförbättring som ger minskade markvibrationer dels direkt genom minskade sviktvariationer vid "mjuka fläckar", dels indirekt genom att vägbanans ojämnheter (som är främsta vibrationskällan) inte växer till lika snabbt som innan åtgärden.

Natur/kultur/friluftsliv

Kan ändra vägens karaktär och påverka den visuella upplevelsen av landskapet. Kan även medföra en ökad trafik, framför allt av tunga fordon vilket kan vara negativt för friluftslivet eftersom det kan innebära ökade bullerstörningar och barriäreffekter. Framkomligheten till friluftsområden kan förbättras, t ex vissa årstider då vägen tidigare varit avstängd.

För en väg med kulturhistoriska värden (en s.k. kulturväg) kan bärighetsåtgärder påverka det kulturhistoriska värdet. Även väganknutna kulturobjekt och alléer kan skadas vid en bärighetsåtgärd. Det är nödvändigt att ta reda på om vägen pekats ut som kulturväg och om det finns alléer, solitära träd, artrika infrastrukturen, väganknutna kulturobjekt eller andra viktiga objekt utmed vägen. I värsta fall kan fasta fornlämningar (t. ex milstolpar och väghållningsstenar) behöva flyttas. Det är inte förenligt med Kulturmiljölagen (1988:950) och kräver samråd med länsstyrelsen. Alléer har kulturhistoriska, biologiska och estetiska värden. Alléer omfattas av biotopskyddet i Miljöbalken och hotade arter liksom arter enligt EU:s fågel och habitatdirektiv omfattas av artskyddsförordningen.

Vatten och naturresurser

Tillskott av tung trafik ökar risk för större utsläpp av farliga ämnen i samband med olycka. Samtidigt innebär högre bärighet minskad olycksrisk till följd av bättre vägstandard

Vägarkitektur

Vid bärighetshöjande åtgärder kan markskikt och befintlig vegetation påverkas och försvinna vilket innebär att en ny livscykel måste påbörjas. Tillägg i form av nya material kan påverka intrycket av vägen i en annars enhetlig miljö (exempel färgsättning asfalt/grus). Hänsyn måste tas till landskapet och anslutning till omgivningen vid utformning av diken, val av ev. vägutrustning, släntbeläggningar samt övriga vägarkitektoniska aspekter som bidrar till upplevelsen av helheten. Alla effekter och konsekvenser av bärighetshöjande

åtgärder är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas/utformas till specifika förutsättningar.

7.8.13 Åtgärder för att minska barriärer

7.8.13.1 Fysiska åtgärder för GC på sträcka

Buller och vibrationer

Fysiska åtgärder för gång- och cykeltrafik på sträcka ger ingen effekt på buller och vibrationer om inte körbaneytan för biltrafiken minskas till förmån för cykeltrafiken. Då flyttas biltrafiken något längre bort från bebyggelsen och ljud- och vibrationsnivåerna för närbelägna fastigheter kan minskas något.

Förhållandena blir de omvända jämfört med åtgärden "Breddning av väg" som beskrivits ovan. Byggs cykelbanan på mark som tidigare varit mjuk kan dock bullret komma att öka något genom att marken mellan vägen och mottagaren blir hård och därmed minskar markens ljuddämpande förmåga.

Natur/kultur/friluftsliv

Innebär ökad framkomlighet och trygghet för oskyddade trafikanter vilket är positivt för friluftslivet. Det kan bli lättare att ta sig till vissa områden, särskilt för barn. Se även under breddning av väg.

En separat cykelbana innebär markintrång. Känsliga natur- och kulturmiljöer kan påverkas negativt och indirekt friluftsvärdet. På en väg med kulturhistoriska värden (en s.k. kulturväg) kan en GC-väg påverka det kulturhistoriska värdet. Även väganknutna kulturobjekt och alléer kan skadas. Det är nödvändigt att ta reda på om vägen pekats ut som kulturväg och om det finns alléer, solitära träd, artrika infrastrukturen, väganknutna kulturobjekt eller andra viktiga objekt utmed vägen. I värsta fall kan fasta fornlämningar (t.ex. milstolpar och väghållningsstenar) behöva flyttas. Det är inte förenligt med Kulturmiljölagen (1988:950) och kräver samråd med länsstyrelsen. Alléer har kulturhistoriska, biologiska och estetiska värden. Alléer omfattas av biotopskyddet i Miljöbalken och hotade arter liksom arter enligt EU:s fågel och habitatdirektiv omfattas av artskyddsförordningen.

Vatten och naturresurser

Om separat GC-väg anläggs är de flesta fysiska effekter aktuella såsom barriärer, vandringshinder, dränering, dämning och grumling i byggskede. Se även under rubriken "breddning av väg".

Vägarkitektur

Utformning av GC-väg ska även harmonisera med linjeföring och landskap. Effekter i form av positiva upplevelser för långsamgående trafikanter och boende vid väl utformade GC-vägar. Se för övrigt under breddning av väg. Alla effekter och konsekvenser av GC-väg på sträcka är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas/utformas till specifika förutsättningar.

7.8.13.2 Fysiska åtgärder för GC i korsning.

Buller och vibrationer

Fysiska åtgärder för gång- och cykeltrafik i korsningen ger ingen effekt på buller och vibrationer om inte åtgärder vidtas för att minska bilisternas hastighet.

Natur/kultur/friluftsliv

Fysiska åtgärder för GC i korsning innebär en minskad barriärverkan och ökad tillgänglighet vilket är positivt för friluftsvärdet. Det blir lättare för oskyddade trafikanter att ta sig till vissa områden vilket är särskilt viktigt för vissa grupper t ex barn. Åtgärderna innebär sannolikt sällan effekter för natur- och kulturmiljö.

Vatten och naturresurser

För nya tunnlar eller broar är ingreppet uppenbart och påtagligt. Effekterna är analoga med de under rubriken "fysiska åtgärder för GC på sträcka". Tunnlar/undergångar och schakt under grundvattenytan kan innebära avsänkta grundvattennivåer med risk för skador på byggnader och anläggningar med en grundvattenberoende grundläggning liksom på vattentäkter, energibrunnar och vegetation som är beroende av bibehållna grundvattennivåer.

Vägarkitektur

Se fysiska åtgärder i korsning

7.8.13.3 Tunnlar i tätort

Luft

Lokalt kan åtgärden innebära väsentliga förbättringar vad gäller trafikens hälsopåverkan, främst då en tunnel innebär att en högtrafikerad väg i en tätbefolkad omgivning avlastas eller kanske helt kan stängas för biltrafik.

Buller

Åtgärden kan innebära lokala förbättringar vad gäller buller främst då en tunnel innebär att en högtrafikerad väg i ett tätbefolkat område avlastas.

Vibrationer

Det är viktigt att väg som ansluts mot tunnel grundläggs noggrant och har en kraftigt dimensionerad överbyggnad. I annat fall uppstår markvibrationer p.g.a. sviktvariation mellan bergtunnelns stumma botten och en signifikant mjukare vägbank.

Natur/kultur/friluftsliv

Innebär vanligtvis positiva effekter för natur- och kulturmiljö och friluftsliv eftersom det minskar barriärverkan och den direkt fysiska påverkan. Undantaget gäller vid anläggande av tunnlar i ny vägsträckning. I dessa fall kan effekterna lika gärna vara negativa. Kumulativa effekter, vid t. ex tunnelmynningar måste alltid analyseras.

Vatten och naturresurser

Tunnlar och schakt under grundvattenytan kan innebära avsänkta grundvattennivåer med risk för skador på byggnader och anläggningar med en grundvattenberoende grundläggning liksom på vattentäkter, energibrunnar och vegetation som är beroende av bibehållna grundvattennivåer. Ändrade grundvattennivåer och gradienter kan även innebära att markföroreningar mobiliseras och sprids.

Vägarkitektur

Utformningen av tunnel och anslutningar till omgivande terräng ska ske med anpassning till landskapet/stadens utformning. Alla effekter och konsekvenser av tunnlar är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas till specifika förutsättningar.

7.8.14 Trafikregleringsåtgärder för biltrafik.

Buller

Trafikregleringar som påverkar ljudnivån kan t.ex. vara förbud för tunga fordon nattetid, enkelriktningar eller avstängning av gator.

Förbud mot tunga fordon nattetid ger framför allt effekt på de maximala ljudnivåerna som är betydligt högre vid passage av ett tungt fordon än vid passage av en personbil.

Exempel:

På 10 m avstånd från gatumitt på en gata som är 8 m bred och där medelhastigheten är 50 km/h är den maximala ljudnivån då de 5 % mest bullrande tunga fordon passerar 82 dBA men endast 73 dBA då de 5 % mest bullrande personbilarna passerar.

Om man genom enkelriktning kan halvera trafiken på den aktuella gatan/vägen minskar den ekvivalenta ljudnivån med 3 dBA. Den maximala ljudnivån påverkas inte men inträffar mer sällan. Flyttas trafiken till en hårdare trafikerad gata/väg kan ökningen av den ekvivalenta ljudnivån på denna bli avsevärt mindre än 3 dBA. Inte heller på denna gata/väg kommer den maximala ljudnivån att påverkas men kommer att inträffa oftare. Införs totalt förbud mot fordonstrafik försvinner bullret från gatan helt och endast bakgrundsbuller från omkringliggande gator finns kvar.

Trafikreglering i form av lokal hastighetsgräns inverkar på ljudnivåerna, se Tabell 7-24. Reglering i form av stopp/väjningsplikt kan ge inverkan på körmönster vilket i sin tur kan påverka bullernivåerna. Vid stopplikt blir accelerationerna och retardationerna kraftigare än vid väjningsplikt. Skillnaden i ljudnivå mellan de båda regleringsformerna bedöms dock som relativt liten. Förbättrad vägvisning kan påverka bullernivåerna om skyltarna är stora och placeras så att de reflekterar ljudet till omgivningen.

Vibrationer

Genom att dirigera tung trafik till mindre känsliga stråk eller stänga vägförbindelsen för tung trafik kan problem med vibrationer minskas. Exempel på sådana miljöer är vägar omedelbart intill byggnader, vägar med lösjord (lera - silt) i undergrunden, vägar med dålig bärighet eller med redan ojämn vägbana. Detta gäller i synnerhet under tjällossningen.

Natur/kultur/friluftsliv

Uppsättning av skyltar och stolpar innebär sällan några negativa konsekvenser för friluftslivet. Placering av skyltar kan dock påverka den visuella upplevelsen av landskapet och vägrummet.

Vatten och naturresurser

Trafiksäkerhetshöjande åtgärder, se ovan, t ex breddning av väg. I övrigt inga påtagliga effekter. Generellt är dock skyltar en källa till zink och kadmium.

Vägarkitektur

En möjlig effekt vid trafikregleringsåtgärd för biltrafik är placering av vägvisningstavlor i utblickar vilket medför konsekvenser för trafikantupplevelsen. Skyltar och tavlor upplevs också av boende i vägens närhet och kan påverka den visuella upplevelsen av landskapet. Alla effekter och

konsekvenser av trafikregleringsåtgärder är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas/anpassas till specifika förutsättningar.

7.8.15 Visuell och audiell ledning

Buller och vibrationer

Förbättrad visuell ledning genom bredare och heldragna linjer eller ökad våtreflexion i mörker kan leda till att hastigheterna ökar. Effekten på ljudnivån bedöms dock som liten. Som komplement till förbättrad visuell ledning kan bullerräfflor (räfflor frästa i beläggningen) utnyttjas för att minska risken för insomningsrelaterade olyckor. Bullerräfflor kan dock påverka ljudnivåerna markant, speciellt vid höga hastigheter. Därför bör bullerräfflor inte placeras på närmare avstånd än 200 m från bostadsområden och sjukhus.⁵⁶ Frästa bullerräfflor kan vid höga hastigheter öka de maximala ljudnivåerna nära vägen med 5-17 dBA.⁵⁷ Räfflade linjer ger betydligt mindre ökning av ljudnivån i närområdet men ökar heller inte ljudnivån inne i fordonen lika mycket (vilket ju är avsikten med åtgärden). Väggräfflor har föranlett anmälan om arbetsskadetillbud hos driftentreprenören, i form av färdvibration och buller i plogbilar som måste grensla räfflor; ärende under utredning.

Natur/kultur/friluftsliv

Vägmarkering med bullereffekt kan innebära högre bullernivåer och ökade störning i friluftsområden. Åtgärden är troligen av begränsad betydelse.

Vatten och naturresurser

Bullereffekt (kam eller rumble flex) är positivt för minskad olycksrisk. Generellt medför minskad olycksrisk också minskad risk för utsläpp av farliga ämnen i samband med olycka.

Vägarkitektur

Visuell ledning kan få effekter på vägens karaktär (införande av belysning, vägmarkering) och utformning. Positiva effekter och ökad visuell ledning kan uppnås genom plantering av vegetation. Alla effekter och konsekvenser av visuell ledning är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas/anpassas till specifika förutsättningar.

7.8.16 Viltåtgärder

Buller och vibrationer

Viltåtgärder som t ex viltstängsel och siktröjning kan ge något höjda hastigheter men effekten på buller och vibrationer blir i de flesta fall liten.

Natur/kultur/friluftsliv

Enbart viltstängsel utan kombination med passagemöjlighet kan innebära ökad barriäreffekt för stora djur och människor genom att det innebär barriärer för viltet. Detta kan påverka djurens förutsättningar negativt, och leda till försämrade jaktmöjligheter. En ökad fragmentering av landskapet kan innebära

⁵⁶ O Rantatalo, P-E Wikström, Examensarbete, Utformning och implementering av trafiklugnande åtgärder i tätortsmiljö, 1998

⁵⁷ V Alatyppö, I Hyypä, J Valtonen, Vägförvaltningen, Vägförvaltningens utredningar 21/2005, Buller och vibrationer med räfflade linjer, Helsingfors, 2005

försämrade möjligheter för djuren vilket indirekt kan ha betydelse för friluftsvärdet. Viltstängsel bör därför kombineras med passager. Ett viltstängsel kan också utgöra en barriär i ett område av betydelse för friluftslivet.

Vatten och naturresurser

Trafiksäkerhetshöjande åtgärder, se ovan, t ex breddning av väg. Siktröjning kan öka exponeringen för erosion.

Vägarkitektur

Viltåtgärder i form av stängsel kan få effekter på upplevelsen av vägen och vägrummet både för trafikanter och boende. Siktröjning kan få både positiva och negativa effekter på trafikantupplevelsen. Viltstängsel kan förändra vägrummets skala, särskilt i kombination med röjning. Alla effekter och konsekvenser av viltåtgärder är beroende av platsen och hur väl åtgärden anpassas/utformas till specifika förutsättningar.

7.8.17 ITS-åtgärder

Luft

Parkeringsinformationssystem

En utvärdering av parkeringsinformationssystemet P-In i Göteborg⁵⁸ visade på en minskad bränsleförbrukning på ca 125 m³/år genom en minskad söktrafik, till övervägande del inom parkeringsanläggningarna. Det var något mindre än väntat och viss kritik mot beräkningarna har också framförts⁵⁹. Utvärderingen visar att antalet bilister som inte hittar parkering vid första försöket utan måste åka vidare till ytterligare anläggningar minskat från 11 procent till 9 procent. Den genomsnittliga körsträcken från första tänkta parkeringsplats till slutgiltigt vald parkeringsplats (söktrafiken) har för dessa bilister minskat med ca 200 meter. Ur ett stadsmiljöperspektiv visade utvärderingen att antalet kantstensparkeringar minskade med ca 200 per dag tack vare att fler sökte sig till parkeringsanläggningarna. Trafikanterna är nöjda med systemet och 40 procent av de intervjuade bilister som parkerar använde sig av systemet.

Trafikstyrd VH på sträcka/harmonisering

Flera studier av trafikstyrd variabel hastighet påvisar positiva effekter medan andra beskriver att effekten är relativt begränsad.

Vid normal användning kan följande effekter väntas om systemet aktiveras vid mer än 70 % kapacitetsutnyttjande ($v/c > 0,7$) och reducerad funktionalitet medför att harmonisering sker vid 75 % av teoretiskt möjliga tillfällen:

- Minskad kökörning genom förhindrat eller försenat sammanbrott
- Minskad bränsleförbrukning uppskattas till 5-30% med VH/harmonisering beroende på hastighetsgräns.

⁵⁸ Trafikkontorets rapport 3:2001. Utvärdering av P-In, Parkeringsinformationssystem i Göteborg.

⁵⁹ Kronborg et al, 2002, fungerar transportinformatik i praktiken? TFK rapport 2002:18

- Hastigheten i kö antas ligga på 50 km/h i samband med överbelastningar

Ett kalkylark har tagits fram för att underlätta beräkningarna. Beräkningar avser enbart koldioxidutsläpp. Underlaget redovisas i Strömgren och Lind (2017)⁶⁰.

- 1) Trafikarbete som berörs av åtgärden beräknas genom att räkna upp trafikflödet till årsvärde och multiplicera med sträckans längd (normalt $\text{ÅDT} \cdot 365 \cdot \text{längd (i km)}$).
- 2) Normal bränsleförbrukning vid jämn hastighet på sträckan beräknas enligt tidigare avsnitt i Kap 7 Miljö. Beräknat utfall beror av hastighetsbegränsning samt andel lastbilar.

Vf	liter/mil pb	liter/mil Lb
30	0,277	2,892
40	0,277	2,892
50	0,277	2,892
60	0,277	2,892
70	0,276	3,077
80	0,297	3,083
90	0,323	3,362
100	0,350	3,749
110	0,381	3,749
120	0,416	3,749
130	0,451	3,749

Tabell 7-23 Bränsleförbrukning vid jämn hastighet

- 3) Bränsleförbrukningen vid tät trafik med jämn hastighet beror av andelen enligt Tabell 7-23. Se vidare Lind och Strömgren (2011)⁶¹.

Andel tät trafik med aktivt system antas till 75 % av teoretiskt möjliga tillfällen.

- 4) Bränsleförbrukningen blir något lägre i tät trafik när fordons hastigheten minskar jämfört med frifordons hastigheten.
- 5) När köer uppstår ökar bränsleförbrukningen kraftigt. Hastigheten vid köavveckling antas till 50 km/h vid överbelastningar i tät trafik. Bränsleförbrukningen blir något lägre vid köer efter kapacitetssammanbrott jämfört med kökörning efter olyckor.

⁶⁰ Strömgren, P. och Lind, G. (2017) Samhällsekonomisk kalkyl avseende motorvägsstyrnings-system (MCS). Förslag till metodik. Movea.

⁶¹ Lind, G. och Strömgren, P. (2011) Säkerhetseffekter av trafikledning och ITS. Arbetsrapport 2. Skiss till trafiksäkerhetsmodell. Movea.

ÅMD	Maximal genomströmning per timme	% av ÅMD	v/c=0,7	% av ÅMD	Andel tät trafik	Andel överbelastning
MV 4f						
15000	3900	52,0	2730	36,4	< 1 %	< 1 %
30000	3900	26,0	2730	18,2	< 1 %	< 1 %
45000	3900	17,3	2730	12,1	< 1 %	< 1 %
60000	3900	13,0	2730	9,1	9 %	< 1 %
75000	3900	10,4	2730	7,3	28 %	4 %
90000	3900	8,7	2730	6,1	51 %	14 %
MV 6f						
75000	5700	15,2	3990	10,6	3 %	< 1 %
90000	5700	12,7	3990	8,9	12 %	< 1 %
105000	5700	10,9	3990	7,6	23 %	2 %
120000	5700	9,5	3990	6,7	39 %	7 %
135000	5700	8,4	3990	5,9	54 %	16 %
MV 8f						
90000	7400	16,4	5180	11,5	1 %	< 1 %
105000	7400	14,1	5180	9,9	5 %	< 1 %
120000	7400	12,3	5180	8,6	15 %	< 1 %
135000	7400	11,0	5180	7,7	23 %	2 %
150000	7400	9,9	5180	6,9	36 %	5 %
165000	7400	9,0	5180	6,3	48 %	11 %

Tabell 7-24 Skattad andel aktiv trafikledning (andel tät trafik) för olika typer av motorvägar

Vf	liter/mil pb	liter/mil Lb	tillämpning vid kövarning	tillämpning vid tät trafik
40	0,872	9,100	kö vid olycka	
50	0,675	7,043		kö vid tät trafik

Tabell 7-25. Bränsleförbrukning vid kökörning

- 6) Effekten av VH/harmonisering antas vara att andel kökörning i rusningstrafik kan reduceras. Reduktionen uppskattas enligt Tabell 7-26 till 20 % vid VH 100 km/h.

Hastighetsgräns	Reduktion kökörning
70	5,0 %
80	10,0 %
90	15,0 %
100	20,0 %
110	25,0 %
120	30,0 %

Tabell 7-26. Minskad bränsleförbrukning tack vare harmonisering vid olika hastighetsgränser

- 7) Med ledning av detta beräknas minskad bränsleförbrukning tack vare VH/harmonisering.
- 8) Koldioxidinnehållet i bränslet antas uppgå till 2,36 kg/liter för personbilar och 2,54 kg/liter för lastbilar. Därigenom kan minskat koldioxidutsläpp beräknas.

Exempel:	
5,2 km 8-fältig motorväg, ÅMD 153000 f/d, 6% lastbilar och hastighetsgräns 70 km/h.	
1) Trafikarbete som berörs	= 293,9 Mapkm
2) Normal bränsleförbrukning	= 0,51 liter/mil
3) Andel tät trafik	= 28,5%
4) Bränsleförbrukning vid tät trafik och jämn hastighet	= 4,2 miljoner liter
5) Bränsleförbrukning vid kökörning	= 1,06 liter/mil
6) Minskning av förbrukning tack vare harmonisering	= 5%
7) Total minskning av bränsleförbrukning	= 0,44 miljoner liter per år
8) Genomsnittligt koldioxidinnehåll	= 2,37 kg/liter
Vilket ger totalt minskat koldioxidutsläpp	= 1,1 miljoner kg CO ₂

Kövarning/rekommenderad hastighet

VTI har i samband med framkomlighetsstudier av MCS i Stockholm också analyserat effekterna ur miljösynpunkt. Resultaten kan sammanfattas med att bättre miljö uppnås genom den lugnare körningen. Systemet i Stockholm indikerar även minskade avgasutsläpp i form av maximalt 5 procent minskning av CO₂, motsvarande ca 100 ton per år.

Vid normal användning kan följande effekter väntas:

- Andel sekundärolyckor uppskattas till 15 %.
- Konsekvens av sekundärolyckor uppskattas minska med 10-50%
- Frekvensen allvarliga incidenter på statliga vägnätet uppgår till 0,872 per miljon fkm.

- Fordonshastigheten i kö antas ligga på 40 km/h i samband med olyckor och allvarliga incidenter.

Ett kalkylark har tagits fram för att underlätta beräkningarna. Beräkningar avser enbart koldioxidutsläpp. Underlaget redovisas i Strömgren och Lind (2017)⁶².

- 1) Trafikarbete som berörs av åtgärden beräknas genom att räkna upp trafikflödet till årsvärde och multiplicera med sträckans längd (normalt ÅDT*365*längd (i km)).
- 2) Normal bränsleförbrukning vid jämn hastighet på sträckan beräknas enligt tidigare avsnitt i Kap 7 Miljö. Genomsnittlig förbrukning beror av hastighetsbegränsning samt andel lastbilar.

Vf	liter/mil pb	liter/mil Lb
30	0,277	2,892
40	0,277	2,892
50	0,277	2,892
60	0,277	2,892
70	0,276	3,077
80	0,297	3,083
90	0,323	3,362
100	0,350	3,749
110	0,381	3,749
120	0,416	3,749
130	0,451	3,749

Tabell 7-27 Bränsleförbrukning vid jämn hastighet

- 3) När köer uppstår vid incidenter ökar bränsleförbrukningen kraftigt. Hastigheten vid köavveckling antas till 40 km/h vid överbelastningar i samband med olyckor och allvarliga incidenter.

Vf	liter/mil pb	liter/mil Lb	tillämpning vid kövarning	tillämpning vid tät trafik
40	0,872	9,100	kö vid olycka	
50	0,675	7,043		kö vid tät trafik

Tabell 7-28 Bränsleförbrukning vid kökörning

- 4) 5 % av trafikarbetet på motorvägar antas beröras av köerna i samband med trafikolyckor och 15 % av dessa utgörs av sekundärolyckor, som kan påverkas genom kövarningar. Därmed kan bränsleförbrukning pga. sekundärolyckor beräknas.

⁶² Strömgren, P. och Lind, G. (2017) Samhällsekonomisk kalkyl avseende motorvägsstyrnings-system (MCS). Förslag till metodik. Movea.

- 5) Sekundärolyckor uppskattas enligt ovan minska med 10-50% tack vare MCS/kövarning.
- 6) Med ledning av detta beräknas minskad bränsleförbrukning tack vare kövarning/rek. hastighet.
- 7) Koldioxidinnehållet i bränslet antas uppgå till 2,36 kg/liter för personbilar och 2,54 kg/liter för lastbilar. Därigenom kan minskat koldioxidutsläpp beräknas.

Exempel:

5,2 km 8-fältig motorväg, ÅMD 153000 f/d, 6 % lastbilar och hastighetsgräns 70 km/h.

1) Trafikarbete som berörs	= 293,9 Mapkm
2) Normal bränsleförbrukning	= 0,51 liter/mil
3) Bränsleförbrukning vid olyckor och allvarliga incidenter	= 1,37 liter/mil
4) Bränsleförbrukning pga. sekundärolyckor	= 0,3 miljoner liter
5) Minskning av sekundärolyckor pga. kövarning	= 6 %
6) Minskning av förbrukning tack vare kövarning	= 0,02 miljoner liter
7) Genomsnittligt koldioxid innehåll	= 2,37 kg/liter
Vilket ger totalt minskat koldioxidutsläpp	= 0,04 miljoner kg CO ₂

Påfartsreglering (vid motorväg)

Påfartsreglering kan eventuellt medföra förbättrad miljö genom att kösituationerna reduceras. De studier som undersökt effekten av påfartsreglering har i många fall inte studerat miljöeffekterna explicit 63 64. Kunskaperna om miljöeffekterna till följd av påfartsreglering är därmed bristfällig 65. Om åtgärden minskar köerna på huvudvägen, samt att de negativa effekterna på ramper och omgivande lokalvägnät bedöms bli marginella, kan miljöeffekterna beskrivas som en positiv ej prissatt effekt i den samlade effektbedömningen.

Buller

ITS-åtgärder på väg i form av reglerbar hastighetsanpassning kan ge effekt på ljudnivåerna, se ovan under rubriken Hastighetsdämpning. Påfartsstyrning för motorväg genom påfartskontroller gör att den genomgående trafiken flyter bättre. Effekten på buller är dock liten. Även trafiksignalstyrning av kollektivtrafik för prioritering genom korsning eller samordnad trafiksignalstyrning för att skapa "gröna vägen" påverkar trafikflödet, men även denna effekt på bullersituationen är liten.

Natur/kultur/friluftsliv

Troligen ingen påverkan på friluftsintrasset. Nedgrävning av kablar mm kan innebära samma effekter som vid breddning av väg.

Vatten och naturresurser

⁶³ Pyne, M. & Tarry, S. (2004). UK - M6 Motorway Ramp Metering 1986-1997. The European Commission, Directorate General Energy and Transport, TEMPO Programme.

⁶⁴ van der Veen, F. & Taale, H. (2011), Evaluation of Ramp Metering on the A10 Amsterdam Ring Road. EasyWay (Evaluation Expert Group (EW EEG) Document – EEG/11/7)

⁶⁵ Hoye, Alena. (2013). Verktøy for virkningsberegning av ITS-tiltak. Oslo: TØI (TØI rapport 1289/2013).

Generellt medför minskad olycksrisk också minskad risk för utsläpp av farliga ämnen i samband med olycka.

Vägarkitektur

Se trafikregleringsåtgärder.

7.8.18 Kollektivtrafikåtgärder

Luft

Utsläppen påverkas av antalet fordon som tvingas bromsa, vänta och accelerera i samband med rött ljus. Kollektivtrafikprioritering vid trafiksignaler kan därmed ge såväl positiva som negativa effekter på miljön. Genom bättre flyt för kollektivtrafiken minskar dessa utsläpp samtidigt som utsläppen från bil- och lastbilstrafik riskerar att öka om kollektivtrafikprioritering leder till fler och längre stopp för dessa trafikantgrupper. Å andra sidan kan de totala utsläppen minska om en snabbare och pålitligare kollektivtrafik leder till en överflyttning av trafikanter från bil till kollektivtrafik.

Buller

Omläggningar av busslinjer som medför att dessa trafikerar gator som inte tidigare haft tung trafik kan innebära att såväl de ekvivalenta som de maximala ljudnivåerna ökar kraftigt. Samtidigt minskar ljudnivåerna om busslinjen tas bort från en gata som i övrigt inte trafikerar av tung trafik. Anläggande av hållplats kan för fastigheter belägna nära hållplatsen ge upphov till ökat buller, både från accelerationer/retardationer men även gnissel och pys-ljud då dörrar öppnas och stängs. Det är stor skillnad mellan hur mycket olika bussar bullrar, och bullerstörningen i anslutning till hållplatser och nya busskörfält beror därför mycket på vilken typ av buss som utför trafiken. Bullerstörningen är också beroende på var busshållplatsen placeras; anläggs den i uppførsbacke kommer bullret att bli kraftigt då bussen ska accelerera då den lämnar hållplatsen.

Vibrationer

Tunga fordon som tvingas bromsa och accelerera i samband med rött ljus skapar markvibrationer. Kollektivtrafikprioritering vid trafiksignaler kan därmed minska vibrationerna. Omläggningar av busslinjer som medför att dessa trafikerar gator som inte tidigare haft tung trafik, kan innebära att människor i byggnader som tidigare skonats från vibrationer nu störs. Samtidigt minskar störningar på den gata busslinjen tas från, i synnerhet om den i övrigt inte trafikerats av tung trafik.

Natur/kultur/friluftsliv

Ger en ökad tillgänglighet för vissa trafikantgrupper som kan vara positivt för friluftslivet om det blir lättare att ta sig till ett friluftsområde.

Vatten och naturresurser

Hållplatser och bussfält innebär liknande effekter som de som beskrivits ovan under rubrikerna "sidoanläggningar" och "breddning av väg". Infartsparkering kan medföra stora hårdgjorda ytor som medför dagvattenbelastning (behov av rening, bortledande, utjämning). Ev luftföroreningsminskningar positivt för vattenkvaliteten

Vägarkitektur

Se under rubriken "sidoanläggningar".

7.8.19 Miljöåtgärder

7.8.19.1 Bulleråtgärder

Det finns flera åtgärder som minskar störningen av buller från vägtrafik. Nedan beskrivs effekter och konsekvenser av de åtgärder vilkas syfte i första hand är att minska bullret.

Tyst asfalt

Lär mer om effekter av tyst asfalt och standardbeläggningar i avsnitt 7.8.10, Beläggningsåtgärder.

Fasadåtgärder

Fasadåtgärder för förbättrad ljudmiljö inomhus kan innebära byte av fönster, insättning av tilläggsruta eller insättning av ventilationsdon. Beroende på förutsättningarna kan fasadåtgärder ge en bullerreduktion på över 10 dBA.

Ljudnivån inomhus bestäms av ljudisoleringen hos eventuella uteluftsdon och hos fönster samt fönsterstorlek och rummets storlek. RW (vägt reduktionstal enligt SS ISO 717) anger på ett standardiserat sätt ljudisoleringen hos t.ex. ett fönster.

Exempel:

Med ett fönster, RW=44 dB, som är 20 % av rummets yta och ett uteluftsdon med RW 49 dB fås en skillnad i ljudnivå inomhus jämfört med utomhus på 36 dBA.⁶⁶

I tabellen nedan visas exempel på vilken fasadisolering mot trafikbuller som man kan uppnå med olika typer av fönster. Notera dock att fasadens dämpning blir lägre vid kombination med andra skyddsåtgärder och bullerdämpande åtgärder som tyst asfalt, skärmar eller hastighetsdämpning, se ovan respektive nedan under dessa rubriker.

Trafikbullerisolering dBA	Ljudisolering Rw dBA	Typ av fönster
30 dBA	36 dB	standard
35 dBA	41 dB	standard
40 dBA	49 dB	standard
45 dBA	55 dB	Specialfönster med fönster i separata bågar på stort avstånd.

Tabell 7-29. Krav på ljudisolering hos fönster för att uppnå viss trafikbullerisolering⁶⁷ hos fasad

Ett byte av fönster enligt ovan kan reducera ljudnivån inomhus med cirka 15 dBA och med specialfönster kan reduktionen bli ännu större. En extra båge på avstånd i befintligt fönster eller en tillsatsruta kan reducera ljudnivån med 8-15 dBA respektive 3-8 dBA. Enbart justering av fönster och tättningslist kan reducera ljudet med 2-4 dBA.⁶⁸

Öppna ventiler kan väsentligt försämra fasadens ljudisolerande förmåga. Då kan ljuddämpning i ventiler vara en åtgärd för att förbättra fasadisoleringen. Krav på dessa kan anges i form av minsta ljudisolering (RW-värde) samt att ange att 10

⁶⁶ Länsstyrelsen i Stockholms län, Miljöförvaltningen Stockholms Stad, Trafikbuller och planering III Ljudkvalitetspoäng, Sundbyberg, 2006

⁶⁷ BUSE, version 2005_värdering1, version 1.0

⁶⁸ Svenska Kommunförbundet, Skönheten och oljudet, Solna, 1998

kvadratmeteryta använts som referensyta vid mätningen. I tabellen nedan visas exempel på vilka reduktioner man kan uppnå med olika typer av ventiler.

Trafikbullerisolering dBA	Ljudisolering Rw dBA
35 dBA	38 dB rel 10 m ²
40 dBA	43 dB rel 10 m ²
45 dBA	48 dB rel 10 m ²

Tabell 7-30. Krav på ljudisolering hos ventiler för att uppnå viss trafikbullerisolering⁶⁹

Vid riktigt höga ljudnivåer spelar fasadens uppbyggnad också roll, och det hjälper då kanske inte bara att byta fönster och se över ventiler utan man kan behöva se över hela fasadkonstruktionen.

Vid fasadåtgärder som dimensioneras med hänsyn till höga maximala ljudnivåer bör man också vara uppmärksam på att vid stor mängd tunga fordon är risken stor att flera tunga fordon passerar samtidigt. Den beräknade maximala ljudnivån i den Nordiska beräkningsmodellen bygger på passage av endast ett tungt fordon. Passerar t.ex. tre tunga fordon samtidigt visar det beräknade värdet upp mot ca 5 dBA för låg ljudnivå. Vid stor mängd tunga fordon bör man därför överväga att välja något bättre ljudisolering än vad beräkningarna visar att det krävs.

Bullerskärmar och bullervallar

Bullerskärmar och bullervallar kan reducera ljudnivån utomhus med cirka 10-15 dBA förutsatt att de är 2-3 m höga, bebyggelsen är i ett plan, bebyggelsen ligger nära skärmen/vallen och i nivå med vägen. Reduktionen inomhus är något lägre, speciellt vid lägre hastigheter, eftersom bullerskärmar dämpar höga frekvenser bättre än låga (och fasaden samtidigt också dämpar ljud med högre frekvenser bättre än ljud med lägre frekvenser). Ju högre skärmen är desto mindre blir dämpningen i fasaden och därmed blir effekten inomhus lägre än den utomhus.

Exempel:

Vid 10 000 f/d varav 10 procent tunga fordon, en skärm 10 m från vägmitt, hård mark och ett avstånd av 20 m från vägmitt dämpar en 2 m hög skärm ljudet med 12 dBA vid 50 km/h och med 13 dBA vid 90 km/h. Fasadens dämpning minskas dock så effekten inomhus blir endast en reduktion med 10 dBA vid 50 km/h och med 12 dBA vid 90 km/h. På längre avstånd från vägen, 60 m, blir ljudnivån utomhus visserligen något lägre men fasaden dämpar bullret ännu sämre och ljudnivåerna inomhus blir desamma som 20 m från vägen.

Effekten av bullerplank och bullervallar blir normalt bäst om de kan placeras så nära vägen som möjligt eller så nära mottagaren som möjligt, t ex i direkt anslutning till uteplats. Sämst effekt får man i regel om skärmen placeras mitt emellan vägen och mottagaren. När det gäller att klara riktvärden på en enstaka uteplats är skärm i direkt anslutning till uteplatsen ofta en mer kostnadseffektiv lösning än att placera bullerskärmen längs vägen.

I tabellen nedan visas exempel på ungefär vilka ljudreduktioner som kan uppnås utomhus på olika avstånd från vägmitt med hjälp av olika höga skärmar.

⁶⁹ BUSE, version 2005_värdering1, version 1.0

Inomhus är dock effekten mindre än tabellen visar. Effekten inomhus är t.ex. 2-4 dBA mindre än nedan redovisat vid 60 m avstånd och 2-4 m hög skärm. Vid 20 m avstånd är effekten 1-2 dBA lägre. Den Nordiska beräkningsmodellen ger lika stor skärmreduktion oavsett vilka hastigheter fordonen kör i.

Skärnhöjd:	Korrektion för ekvivalent ljudnivå (dBA) avstånd från vägmitt:				Korrektion för maximal ljudnivå (dBA) avstånd från vägmitt:			
	10 m	25 m	50 m	100 m	10 m	25 m	50 m	100 m
1 m skärm	-0	-5	-5	-2	-0	-5	-4	-2
2 m skärm	-9	-11	-9	-4	-10	-12	-11	-6
3 m skärm	-16	-16	-12	-7	-18	-17	-14	-9
4 m skärm	-21	-20	-15	-9	-22	-21	-18	-11

Tabell 7-31. Exempel på ljudreduktion utomhus på olika avstånd från vägmitt med olika höga skärmar (förutsättningar: mjuk plan mark, 10 procent tunga fordon, skärm placerad i vägkant av 13 m bred väg)

Bulleråtgärders påverkan på andra miljöområden

Hur bulleråtgärder påverkar andra miljöområden beror till stor del på utformningen. Bullerskärmar och bullerdämpande åtgärder kan påverka friluftsliv, natur- och kulturmiljö samt vägarkitektur.

7.8.19.2 Vibrationsåtgärder

Mest effektivt är att eliminera vibrationerna vid källan. Detta sker genom att öka vägens bärförmåga samt lägga en jämn beläggning. Ojämnheter med ca 5-40 m våglängd ger kraftfulla lågfrekventa resonanser i såväl lastbilar som i lösjord under och bredvid vägen. Vanlig omasfaltering är inte effektivt för att laga så långa "vågor", eftersom asfaltmaskinerna själva "rider med" i vågorna. En effektiv ojämnhetsreparation förutsätter noggrann/högupplöst inmätning, detaljerad projektering av asfaltarbetena samt tvångsstyrning av asfaltmaskinerna. En sådan arbetsprocess finns sedan många år inarbetad vid omasfaltering av banor och stationsplattor på flygfält, och har i viss mån etablerats även vid större vägbeläggningsprojekt. Det är viktigt att liknande processer införs även vid förvaltning av mindre trafikerade vägar och gator med närliggande bebyggelse.

Genom att installera vibrationsdämpande markslitsar mellan väg och byggnad kan problem med vibrationer minskas. I undantagsfall kan man anlägga speciell vibrationsisolering mellan väg och byggnad, t ex en grav fylld med polystyren. Vibrationsisolering kan i vissa fall vara bra, men i andra fall ger det ingen förbättring.

En annan riktad vibrationsåtgärd är att isolera byggnaden. Detta görs huvudsakligen vid nybyggnad, och förekommer vid vibrationsstörningar från tågtrafik. Man ställer då byggnaden på vibrationsisolatorer. Det kan även vara möjligt att isolera känslig apparatur i byggnaden.

Vibrationsåtgärders påverkan på andra miljöområden

Vibrationsåtgärder bedöms inte påverka andra miljöområden.

7.8.19.3 Åtgärder för natur- och kulturmiljö samt friluftsliv

Åtgärder för friluftslivet kan syfta till att öka tillgängligheten och minska barriäreffekterna, t ex anpassningar av gång- och cykelsystem, planskilda

korsningar/passager för GC-trafik, rastplatser, särskild turistvägar m.m. Åtgärder kan också syfta till att inte försämra kvaliteter av betydelse för kulturmiljön och friluftslivet, t ex genom att anlägga bullerskydd, minimera intrång, anpassa vägens lokalisering och utformning. Åtgärder kan också vidtas för att minimera negativa effekter för fisket, t.ex. undanröja vandringshinder och plantera vegetation.

Åtgärder kan också vidtas för att ersätta funktioner och värden för friluftslivet. T ex kan stigar och elljusspår anläggas/läggas om, parkmiljöer/grönområden kan utökas, tillgängligheten till "andra/nya" områden kan förbättras m.m. Åtgärder kan vidtas för att ta tillvara och utveckla förutsättningar och kvaliteter i den lokala kulturmiljön. Karaktärsdrag i kulturmiljön kan utnyttjas för bättre anpassning av vägåtgärder. Detta är särskilt tydligt vid tätortsåtgärder, där åtgärden ska anpassas till ortens karaktär och skala.

Åtgärder i speciellt värdefulla natur- och kulturmiljöområden ska säkerställa dessa värden och om möjligt stärka dem. Åtgärder för att minska barriäreffekten är viktiga för både natur- och kulturmiljö. För kulturmiljö gäller detta såväl passager för att underlätta brukande, som tillgänglighet av sevärdheter, som sociala värden t.ex. tillgänglighet i en tätort.

Faunapassager

Faunapassager skall ge positiva effekter för djur och växter genom minskad barriäreffekt, ökad möjlighet till vandring och spridning, minskad risk för viltolyckor, minskad störning, förbättrade eller nya livsmiljöer och/eller minskad fragmentering. Bullerplank och vattenskyddsåtgärder kan innebära effekter för djur och växter motsvarande breddning av väg.

Faunapassager finns av flera typer:

- Ekodukter/landskapsbroar och. Broar eller tunnlar som passar alla typer av djur men. I praktiken är det en bro eller tunnel som byggs. Det är viktigt att läge och plantering av vegetation planeras utifrån det den naturliga miljön så att djuren lockas till passagen. Utformningen skall anpassas till landskapet.
- viltbroar/viltportar framförallt viktiga för de större djuren
- Torra trummor/torra strandpassager. Denna typ av passager är för mindre djur som t.ex. grävling, utter, igelkotte och räva. Torra trummor eller strand passager vid broar och vattenförande trummor är den bästa lösningen. Strandpassager skall i första hand vara av sten och grus.
- Grodtunnlar. För groddjur är specialbyggda tunnlar kombinerade med fångstarmar den bästa passagen. Kan också fungera för många andra små djur beroende på utformning
- Biotopåtgärder. Genom att skapa lämpliga miljöer i anslutning till vägarna kan barriäreffekten för djur minska avsevärt. Exempelvis kan en ridå av höga träd utmed lämpliga platser längs vägen avsevärt minska risken för fåglar att dödas och minska infrastrukturens barriärverkan för fladdermöss, vissa fåglar och fjärilar . Planteringar medför även att man, genom att locka djuren till trygghet, kan leda dem att passera vägen till en särskild plats.

Skapa önskad vegetation

Att skapa önskad vegetation i samband vägar och trafikytor kan tjäna många olika syften. Viktiga syften är:

- att skapa en trevligare närmiljö
- att skärma av bostäder och andra vistelseytor från insyn eller utsyn av trafik
- att reparera sår i landskapet till följd av vägutbyggnader
- att skapa bättre lokala klimatförhållanden, särskilt vad gäller vind
- att bidra till minskad luftförorening, nedsmutsning och minskat buller.
- Skapa miljöer för ökad artrikedom
- Skapa miljöer för hotade arter

Skapa och underhålla alléer

Att skapa och underhålla alléer är en mycket viktig åtgärd som avsevärt stärker de natur, kulturhistoriska och estetiska värdena. Vegetation utmed vägen förskönar vägen och ger en bättre inpassning i landskapet. Men den innebär också höjd trafiksäkerheten om den är rätt placerad. En riktigt utformad plantering fungerar som optisk ledning för trafikanten och underlätta tolkning av vägens sträckning. Den kan underlätta hastighets- och avståndsbedömning, samt minska risken för bländning och ljusstörning till omgivningen. Vegetation kan dämpa vindhastigheten och minska snödrev.

Träd alltför nära vägbanan kan vara en hastighetsrisk. En avvägning måste alltid göras mellan säkerhetsintressen och natur- och kulturmiljövärden. När det gäller befintliga alléer kan man i vissa fall välja skyddsräcken för att skydda träden.

Vägar med kulturmiljövärden och väganknutna kulturobjekt

I alla Trafikverkets regioner finns utpekade kulturvägar och väganknutna kulturobjekt. De är utvalda för att tillgängliggöra kommunikationshistorien. De är del av kulturarvet och bidrar till att skapa identitet och bidrar till turismen. Åtgärder kan vidtas för att tydliggöra dessa vägar och objekt. För kulturvägarna gäller det främst att vara uppmärksam vid andra typer av åtgärder t ex breddning, ändrad linjeföring eller bärighetsåtgärder så att man inte skadar vägens kulturhistoriska särdrag. Väganknutna kulturminnen, t ex runstenar, milstenar och väghållningsstenar är ofta fasta fornlämningar och omfattas av Kulturmiljölagen (1988:950). De får inte skadas eller flyttas utan Länsstyrelsens tillstånd. Men de berättar om vägens funktion och ålder och kan lyftas fram med hjälp av röjning och restaurering. Utgör de en hastighetsrisk, kan skyddsräcken sättas upp för att skydda minnesmärkena.

Åtgärder för natur- och kulturmiljö och dess påverkan på andra miljöområden

Åtgärderna påverkar vägens arkitektur. Hur de påverkar beror av platsen och hur väl åtgärden anpassas/utformas till specifika förutsättningar.

Vegetationsåtgärder kan påverka buller, men när det gäller vegetationens dämpande förmåga finns det många olika uppgifter i litteraturen. De senaste åren har man dock insett att vegetation spelar en ganska liten roll för ljuddämpningen. Tätt välplanerat vintergrönt buskage med ett djup på minst 100 m kan minska ljudnivån med 1-2 dBA.⁷⁰ Normalt sett räknar man knappast med att vegetationen bidrar till lägre ljudnivåer utan effekten uppnås oftast genom att marken vid vegetationen blir mjuk och därmed ger ökad

⁷⁰ Svenska kommunförbundet, Skönheten och oljudet, Solna, 1998

markdämpning. Den upplevda effekten av ökad vegetation kan dock vara betydligt större än den faktiskt mätbara.

7.8.19.4 Åtgärder för fula och slitna vägmiljöer

Vägmiljöer i eller i anslutning till tätorter påverkar trafikanternas uppfattning om tätorten. Den bild som förmedlas i en tätortsentré eller genomfartsmiljö presenterar och representerar också ortens identitet. Denna miljöbild är samtidigt ett uttryck för väghållarens förmåga att klara de lokala förutsättningarna i form av vackra, funktionella och beständiga lösningar. Slitna och fula vägmiljöer fungerar ofta dåligt därför att de skapar otrygghet hos trafikanten och, framförallt, hos dem som lever i miljön.

Det finns ur många aspekter behov av samverkande och samordnade åtgärder för att klara de nya krav som ställs utifrån trafiksäkerhet, tillgänglighet med mera. Till detta kommer kommersiella krav, där lokala affärsintressen har anspråk på vägmiljön som skyltfönster. Koordinerade åtgärder är därför både kostnadseffektiva och tidsbesparande. Upprustning av fula och slitna vägmiljöer kan med fördel samordnas med andra åtgärder, t.ex. trafiksäkerhets- eller tillgänglighetsåtgärder för att uppnå en fungerande helhetslösning.

Vägarkitekturåtgärders påverkan på andra miljöområden
I anslutning till tätorter bör, där möjlighet finns, en anpassning till samhällets kulturmiljö genomföras.

7.8.19.5 Åtgärder för vatten

Åtgärder för vattnets kvalitet syftar till att skydda vattenförekomster, både de som används och de som har potential att användas som vattentäkt, liksom de med stora naturvärden, från föroreningar orsakade av väg eller järnvägsverksamhet, särskilt olyckor och incidenter med tunga fordon och läckage från deras bränsletankar men även från farligt gods och från drift. Vid val av åtgärd är det viktigt att man kan belägga åtgärdens syfte. Vill man rena dagvattnet eller vill man förhindra att det förorenas?

Riktade miljöåtgärder vid en vattentäkt kan bestå av en mängd olika åtgärder, ofta i kombination med varandra, exempelvis tätning av diken med PAHD-duk, insamling av vägdagvatten genom anläggandet av kantsten och dagvattensystem varefter dagvattnet leds till någon form av dagvattenanläggning, trafikreglerande åtgärder, beredskapsplaner m.m. Dessa åtgärder syftar i de flesta fallen till att reducera risken för skada av vattentäkt till följd av utsläpp i samband med olyckor⁷¹. I samband med att riktade miljöåtgärder för en vattentäkt vidtas förekommer det att man samtidigt vidtar åtgärder för rening av dagvatten. Åtgärderna medför:

- reducerad risk för förorening av vattentäkt
- reducerad saltpåverkan på vattentäkt
- reducerad påverkan från kemiska bekämpningsmedel
- reducerad dagvattenpåverkan på vattentäkt

⁷¹ Detta omfattar inte bara olyckor med farligt gods eftersom risken kan vara lika påtaglig med gods som inte är klassat som farligt. Det vanligast förekommande förloppet är tunga trafik vars bränsletankar springer läck i samband med olycka.

- reducerad dagvattenpåverkan på ytvattenförekomster
- risker i samband med byggskede är extra aktuella eftersom arbetet utförs i känsligt område som dessutom under byggtiden till och med är mer exponerat än innan åtgärden vidtas.

Vattnets kvalitet påverkas även vid byggande i vattenområden. Åtgärder som vidtas är framförallt skydd/beredskap mot utsläpp från maskiner och material, val av metoder för att minimera grumling, i synnerhet där sedimenten är förorenade, liksom omhändertagande av dränvatten/processvatten. Val av tidpunkt på året kan vara betydelsefullt för att minimera påverkan på det biologiska livet.

Genom att medverka till minskat trafikarbete, effektiv användning av transportsystemet, överföring av gods till järnväg och sjöfart osv, se Luft och klimat, kan påverkan på vatten också minska genom minskad atmosfärisk deposition som påverkar vattenkvaliteten via luftföroreningar från trafiken, mindre föroreningspåverkan via dagvatten och mindre risk för miljöfarliga utsläpp vid olyckor. På samma sätt kan val av miljöriktiga material och kemiska produkter innebära stora positiva effekter för vattnets kvalitet liksom även avhjälpandeåtgärder vid förorenade områden.

Åtgärder mot förändrade flöden och nivåer utförs för att minska risken för skador på byggnader och anläggningar, vattentäcker och energibrunnar, flora och fauna och andra intressen som är beroende av bibehållna flöden och nivåer. Åtgärderna utgörs framförallt av tätning av tunnlar och schakt mot inläckande grundvatten vid undermarksarbeten samt skyddsinfiltration för att upprätthålla grundvattennivåerna.

Åtgärder mot fysiska förändringar syftar framförallt till att åtgärda barriärer – bristande kontinuitet i vattensystemen, och omfattar framförallt riktade miljöåtgärder mot vandringshinder i vattendrag. Åtgärderna består i att trummor läggs om, alternativt att vandringsfrämjande dämning genomförs och innebär framförallt förbättrade möjligheter för flora och fauna att förflytta sig i vattendraget.

Vattenåtgärders påverkan på andra miljöområden
Vid geografisk lägesbestämning av fördröjningsmagasin och våtmarksanläggningar måste man alltid sträva efter att placera magasinerna i ett läge med lokal prägel, eftersom det har betydelse för kulturmiljön. Eftersom man dikat ut en stor mängd vattensamlingar under 1800- och 1900-talen kan man med fördel gå tillbaka och studera äldre kartor för att förstå var vattensamlingar tidigare låg.

Skyddsräcken och betongkantstöd påverkar vägens arkitektur, medan vattenåtgärder bedöms ha liten påverkan på andra miljöområden.

7.9 Källor

Litteratur

Barn, miljö och hälsa. Rapport från Skåne, Blekinge, Halland och Kronobergs län 2006.

Betydelsen av bullerreducerande beläggning för partikelhalterna, Delrapport från forskningsprojekt, SLB rapport 2006:3.

Bullerskärmar av trä. Träinformation Sverige AB, 1998.

Dagvattenbelastning på sjöar och vattendrag i förhållande till andra föroreningskällor 2001:114, Vägtagvatten – råd och rekommendationer för val av miljöåtgärder 2004:195.

Emissionsmodell för vägtrafikgenererade slitagepartiklar som bidrar till PM10. Slb x:2012 (under arbete)

Handbok vägtrafikens luftföroreningar, *Vägverket 2001, rev*

Ljudlandskap för bättre hälsa. MISTRA.

Luftguiden, handbok om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft. Handbok 2011:1, Naturvårdsverket.

Granlund, J., Lenngren, C.A., Lindström, F. & Mårtensson, B. (2005). Measuring Pavement Deflection Variance at Highway Speeds. 7'th Int Conf on Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields, Trondheim, Norge.

Naturen som kraftkälla, om hur och varför naturen påverkar hälsan, Naturvårdsverket

Planera för god ljudmiljö – en första vägledning. Boverket, 2000.

Riktvärden för trafikbuller i andra miljöer än för boende, vård och undervisning. Redovisning av regeringsuppdrag. 2003-08-14, Dnr 544-1916-02 Rv

Riktvärden för trafikbuller vid nyanläggning eller väsentlig ombyggnad av infrastruktur förslag till utveckling av definitioner. Redovisning av regeringsuppdrag. 2001-12-20, Dnr 540-355-01 Rv

SIMAIR: Modell för beräkning av luftkvalitet i vägars närområde- slutrapport. SMHI Rapport Nr. 2005-37, SMHI och Vägverket.
Skönheten och oljudet – handbok i trafikbullerskydd. Svenska kommunförbundet, 1998.

Trafikbuller i värdefulla naturmiljöer. en metod för att identifiera konfliktpunkter. J-O Helldin, Per Collinder, Daniel Bengtsson och Åsa Karlberg. 2011. TRIEKOL

Trafikbuller och planering, Stockholms stad och Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000

Trafikbuller och planering II, Stockholms stad och Länsstyrelsen i Stockholms län, 2004

Trafikbuller och planering III, Stockholms stad och Länsstyrelsen i Stockholms län, 2006

Tystare parker och friluftsområden. Om metoder att dämpa vägtrafikbuller vid källan. Gröna bilister, Vägverket samt Miljöförvaltningarna i Stockholm och Göteborg 2006.

Undersökning av hälsoeffekter av buller från vägtrafik, tåg och flyg i Lerums kommun. Öhrström och Barregård, Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet och Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum, 2005.

Undersökning av däcktyp i Sverige, kvartal 1, 2011. Trafikverket publikation 2011:143

Vilda djur och infrastruktur – en handbok för åtgärder 2005:72

Val av beläggning med hänsyn till miljö, *Vägverket PUBLIKATION* 2009:124

Vägsaltets effekter på mark- och vattenkemin i små skogsområden i sydöstra Sverige 2000:35

Vägverkets sektorsredovisning 2005, publikation 2006:22

Vägytans inverkan på trafikbulleremission och rullmotstånd. U Sandberg, VTI, 2007-03-09

Åtgärder för att minska emissionerna av partiklar från slitage och uppvirvling från vägtrafiken, Redovisning av regeringsuppdrag, SA80A 2006:15982

Övriga källor:

Johan Tranquist Statens folkhälsoinstitut

Naturvårdsverkets hemsida

http://www.itm.su.se/reflab/kontroll_MKN.html Referenslaboratoriet för tätortsluft

www.luftkvalitet.se Information, data och verktyg för bedömning av luftkvalitet, SMHI svarar för innehållet i samband med en rad andra aktörer.

ⁱ Regeringsförklaringen 2019:

<https://www.regeringen.se/48f68a/contentassets/6e0630547665482eaf982c4777f42f85/regeringsforklaringen-2019.pdf>

ⁱⁱ <https://www.regeringen.se/artiklar/2017/06/det-klimatpolitiska-ramverket/>

ⁱⁱⁱ <http://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/reduktionsplikt/>

^{iv} <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/skrivelse/2018/04/skr.-201718230/>

^v I dagsläget utgör gång, cykel och kollektivtrafik ca 20 procent av det totala persontransportresandet i landet. Enligt Trafikverkets basprognos 2018 beräknas det totala persontransportresandet öka med 32 procent till 2040. Om andelen gång, cykel och kollektivtrafik samtidigt ska fördubblas till 40 procent innebär det att det inte finns utrymme för någon ökning av persontransportarbetet med personbil. Det kommer då gå från 110 miljarder personkm 2014 till 109 miljarder personkm 2040. I beräkningen har förutsatts att övriga persontransporter vid sidan av gång, cykel, kollektivtrafik och personbil är oförändrade (5,8 miljarder pkm).



TRAFIKVERKET

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1.
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

www.trafikverket.se