

Second Opinion på «Luftkvalitet i vøgtunntlar – konsekvensutredning og førslag på nasjonelt riktvørde»



Second Opinion på «Luftkvalitet i vägtunnlar – konsekvensutredning och förslag på nationellt riktvärde»

Gunnar Lindberg

Forsidebilde: Shutterstock.com

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

Tittel: Second Opinion på «Luftkvalitet i vøgtunnlar – konsekvensutredning og ferslag pà nasjonelt riktvàrde»

Forfatter: Gunnar Lindberg

Dato: 12.2019

TØI-rapport: 1741/2019

Sider: 21

ISSN elektronisk: 2535-5104

ISBN elektronisk: 978-82-480-2289-3

Finansieringskilde Trafikverket

Prosjekt: 4676 – Second opinion På Luftkvalitet i vøgtunneler

Prosjektleder: Gunnar Lindberg

Kvalitetsansvarlig: Kjell Werner Johansen

Fagfelt: Økonomiske analyser

Emneord: Luftkvalitet
Tunnel
Samfunnsøkonomisk analyse

Title: Second opinion – Air quality in tunnels

Author: Gunnar Lindberg

Date: 12.2019

TØI Report: 1741/2019

Pages: 21

ISSN: 2535-5104

ISBN Electronic: 978-82-480-2289-3

Financed by: Swedish Transport Administration

Project: 4676 – Second opinion – Air quality in tunnels

Project Manager: Gunnar Lindberg

Quality Manager: Kjell Werner Johansen

Research Area: Department of Economics

Keyword(s): Air quality
Tunnels
Cost-benefit analysis

Sammendrag:

Vi finner at det mått på riktvàrde som utredningen ferslår, NOx/m3, er det mest relevante måttet at anvànda fôr kvaliteten i tunnelluften. Samtidig finner utredningen at små partiklar har en større hølsosekvens og det finns all anledning at fortsàtta forskningen, ocksà via nasjonale metastudier, om detta. En aggregert ansats med NOx og små partiklar kan vara ett gott mått på hølsoeffektene i framtiden. Vi ser at den mest ambitiøse nivån fortfarande er samhøllsøkonomisk lønsom og at det då med stor sannolikhet finns en skàrpt nivå som er åndå mer lønsom.

Summary:

We conclude that the proposed measure on air quality in tunnels, NOx/m3, is the most suitable today. However, it is important to follow the research on the health effect of small particles and, in the future, include these in an aggregate measure. We notice that the most ambitious level of air quality 1000 microgram NOx/m3 is, in the analysis, concluded to be socio-economic profitable to achieve. To our understanding based on all analysis in the report it exists a level under the proposed minimum level that is a good solution for the society.

Language of report: Swedish

Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalléen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Institute of Transport Economics
Gaustadalléen 21, N-0349 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

En andre analyse – en «second opinion» - at noen annen ser med nye 6yne p6 problemet og kan kvalitetssikre resultatet er en viktig oppgave. En oppgave som med fordel kan gjennomf6res mellom de Nordiske landene. TØI har f6tt i oppdrag av det svenske Trafikverket og Transportstyrelsen 6 gj6re en «second opinion» p6 analyser og m6lverdier for luftkvalitet i vøgtunneler.

Rapporten er skrevet av Gunnar Lindberg. Rebecca Thorne har kommet med gode innspill. Rapporten er kvalitetssikret av assisterende Direkt6r Kjell Werner Johansen og sekret6r Trude R6mming har konvertert innholdet fra arbeidsdokument nr 51401 (10.12.2018) til TØI rapport.

Oslo, desember 2019

Transport6konomisk institutt

Kjell Werner Johansen

Assisterende direkt6r

Innhold

Sammendrag

1	Innledning	1
1.1	Syfte	1
1.2	Metod for vår ”second opinion”	1
1.3	Valet av en fallstudie	2
2	Hälsoeffekter av tunnelluft	3
2.1	Dos-respons samband	3
3	Att finne en gräns	5
3.1	Benchmarking av risikoer	5
3.2	Samband acceptabel risiko og samhällsekonomisk lönsamhet	6
3.3	Fallstudie Förbifart Stockholm.....	7
3.4	Emissioner og halt	8
3.5	Exponering.....	9
3.6	Hälsoeffekter.....	10
3.7	Samhällsekonomiska nytteeffekter	11
3.8	Samhällsekonomiska kostnader.....	11
3.9	Samhällsekonomisk resultat.....	12
3.10	Känslighetsanalyser og investeringskostnaderna	13
4	Riktvräde	15
4.1	Individuell hälsorisk	15
4.2	En generell formel.....	16
5	Norge	18
6	Diskussion og slutsats	19
7	Referenser	21

Sammendrag

Second Opinion på «Luftkvalitet i vøgtunnlar – konsekvensutredning og f6rslag på nationellt riktv rde»

*TOI rapport 1741/2019
Forfatter: Gunnar Lindberg
Oslo 2019 21 sider*

Vi har på oppdrag av Trafikverket granskat rapporten ”Luftkvalitet i vøgtunnlar – konsekvensutredning og f6rslag på nationella riktvärden” f6rfattad av konsultfirman WSP. Rapporten behandler ett  mne som  r komplicert i flere dimensioner; främst definition av acceptabla niv r og sambanden mellom luftkvalit  og hälso. Rapporten baseres på ett omfattende forskningsprogram men redog6r ganske ytligt f6r de ber kninger som ligger till grund f6r slutsatserna; den år ikke l ttl st.

Rapportens samlede resultat  r v l avv gde og tydlige.

- De viktigaste h lsoeffektene  r små partikler;
- men vi har bare effektsamband f6r NOx og det  r det vi kan styre mot;
- vi måste se 6ver riktv rde allt ettersom sammans tningen og kunnskapen  ndres med tiden;
- den avskiljende effekten av karossen i fordon  r osäker men samtidig betydelig;
- anbefalinger eller lagf6rslag om fordonets ventilasjon i tunnlar måste være en viktig åtgärd;
- det oppkommer store h lsovinster ved f6rb ttr d ventilasjon i lange tunnlar;
- som medf6r at det  r v l motiverat   sette ett riktv rde så lågt at det ikke fullt ut kan oppr tth llas med den installerte ventilasjonsutrustningen.

Den siste punkten kan tydeligere s ges at: **det anbefalte riktv rde  r så lågt at den luftkvaliteten ikke kan erbj des i S dra L nken.**

Denna slutsatt baseres dels på en ansatt med en acceptabel risknivå som ser ganske godtykkelig ut (men dette  r sv rt), og dels på en samh llsekonomisk analyse. Den samh llsekonomiske analysen kan dessv re ikke s ges h lle godtagbar kvalitet d  man sakner viktige kostnadskomponenter. Investeringskostnadene  r kritiske i analysen men man har ikke lykkats estimere disse; man burde gjort ett betydelig st6rre arbeid f6r   kartlegge dette (men man  r 6ppen om bristen). Dette  r ekstra problematisk d rf6r at det mest tyder på  t en ”optimal” halt  r str ngere  n den mest ambiti6se nivå som utreds. F6r   finne denna ”optimale” nivå måste man analysere b ttre ventilasjonsvolymer og d rmed blir investeringskostnaden kritisk   ha informasjon om. Alternativa åtgärder f6r   klare ett så str ngt riskvärde som impliceres av analysen  r   påverke fordonens ventilasjon eller   6ke andelen nollutsläppsbilar. Analysen antar 3–4% andel elbilar; i Oslo  r motsvarende andel n rmere 20% i tunnlarne.

Vi diskuterer også de relevante i   bruke riskv rderinger fra trafikolykker og om det, med tanke på storleken på problemet, ikke hadde vårt vårt   g6re en separat studie av riskvärdering med koppling både mot skatning av ett relevant ”value of statistical life” og ge informasjon om acceptabla risknivåer.

1 Innledning

1.1 Syfte

Vi har som uppdrag att ge en «second opinion» (en andra värdering) av rapporten «Luftkvalitet i vägtunnlar – konsekvensutredning och förslag på nationellt riktvärde» (2018-08-16 slutversion reviderad) som är skriven av WSP på uppdrag av svenska Trafikverket och Transportstyrelsen.

Utredningen, som presenteras i rapporten, har som övergripande frågeställning ”att definiera en nivå för luftföroreningar i vägtunnlar som medför en acceptabel hälsopåverkan” (sid 10).

Som delmål i arbetet gör utredningen;

- ”en samlad bedömning om möjligheten att föreslå ett nationellt riktvärde för luftkvalitet i vägtunnlarmiljöer” (sid 10) och;
- ska identifiera kunskapsluckor (sid 11).

Metoden som använts av WSP är litteraturstudier, intervjuer, workshops och egna beräkningar.

Konsekvensanalysen, som ska följa förordning 2007:1244 om konsekvensutredning, har avgränsats till att omfatta E4 Förbifart Stockholm. Man avgränsar sig också från att analysera effekter på oskyddade trafikanter och effekter utanför tunneldynningen.

Syftet med vår ”second opinion” kan därmed formuleras:

- Är den föreslagna nivån på luftföroreningar i vägtunnlar baserad på bästa möjliga kunskap?

1.2 Metod för vår ”second opinion”

Vi har baserat vår ”second opinion” på grundlig studie av rapporten och refererat bakgrundsmaterial. Vi har där vi bedömt det nödvändigt, också gjort egna litteratursökningar.

Vi diskuterar i avsnitt 2 rapportens diskussion av hälsoeffekter av tunnelluft. I avsnitt 3 går vi igenom rapportens diskussion om hur man kan uttrycka ett riktvärde. Vi har sökt återskapa de beräkningar som genomförts för att se om resultatet är rimligt (avsnitt 4) och har sett på alternativa samhällsekonomiska ansatser i avsnitt 5. Vi har också sett på norska riktvärden för att se om de svenska värdena är rimliga i en nordisk kontext (avsnitt 7). I avsnitt 8 diskuterar vi våra resultat och konkluderar.

Vi har inkluderat experter på luftkvalitet (Dr. Rebecca Thorne) och på samhällsekonomiska analyser (Dr. Gunnar Lindberg) i arbetet. Arbetsrapporten är kvalitetssäkrad av assisterande direktör Kjell Werner Johansen. Vi har valt att skriva rapporten på svenska.

1.3 Valet av en fallstudie

Rapporten argumenterer fòr at det optimala vore at ha hølsoeffekter og kostnader fòr at opprøtthølla en bestømd nivø på ett riktvørde fòr Sveriges samtlige tunntlar fòr at bedøma effekterna av ett nasjonelt riktvørde.

Då det har bedømts omøjlighat har man valt en fallstudiebaserad ansats og vøljer ut en eller flere tunntlar fòr at kunna identifera tunnelspecifika riktvørdene som en grund fòr at fòreslø nasjonella riktvørdene. Utredningen vøljer at studera bara en tunnel, Fòrbifart Stockholm.

- Som underlag fòr ett nasjonelt riktvørde baserer sig utredningen bara på en fallstudie. Det kan tyckas ekstremt tunnt underlag. I avsnitt 4 granskar vi noggrannare de berøkninger som genomfòrts fòr denna fallstudie.
- Om det ør sà at det i Sverige inte finns tillrøckligt underlag (antal tunntlar) hade det varit rimligt at genomfòra studier av internasjonella riktvørdene og konsekvensutredninger. Vi diskuterer det i avsnitt 7.

2 Hälsoeffekter av tunnelluft

Rapporten pekar på att PM₁₀ och PM_{2,5} inte är relevant som indikator på hälsoeffekter på grund av fordonens avskiljande effekt. Ultrafina partiklar (UFP; diameter > 0,1 µm) framstår mer och mer som en central komponent i att förstå hälsoeffekter av trafik i urbana områden, men rapporten betonar att kunskap saknas om effektsambanden. Vi vet att NO₂ har kortsiktiga hälsoeffekter, men det är en mer osäker effekt på lång sikt. Som indikator fungerar NO₂ dåligt på grund av att relationerna mellan NO₂ och andra skadliga ämnen är annorlunda i tunnlar (då en mindre del NO oxideras till NO₂).

Utredningen föreslår NO_x som indikator för trafikens hälsopåverkan. Man visar att relationen mellan NO_x och NO₂ respektive avgaspartiklar förväntas vara stabil medan relationen mellan NO_x och sot kommer att utvecklas så att mängden sot per NO_x sjunker i framtiden. Nyare forskning (Grundström et.al. 2015) visar också att NO_x korrelerar bra med UFP varför NO_x är ett klokt val.

Samtidigt vet vi partiklar från vägslitage är ett problem och att inte det kan avfärdas som bara partiklar över PM_{2,5}. I takt med att antalet nollutsläppsbilar ökar kommer vägslitage att få en ökad relativ betydelse för hälsoeffekter. Att helt bortse från partiklar leder troligen till en underskattning av hälsoeffekterna.

2.1 Dos-respons samband

Det dos-respons samband (NO_x till dödsfall) som används är baserat på en studie av Nafstad m.fl. (2004) genomförd i Oslo 1974-1978. På grund av utveckling i relationerna mellan NO_x och andra föroreningar som skett sedan 70-talet rekommenderar utredningen att beräkningarna kompletteras med effektsamband för t.ex. avgaspartiklar eller sotpartiklar när sådana finns.

Det använda dosrespons sambandet från Oslo medför att en ökning av årsmedelhalten med 10 mikrogram NO_x/m³ ökar risken för dödlighet med 8%, med konfidensintervallet (95%) från 6 – 11%.

Detta dos-respons samband har inga tröskleffekter och är linjärt. Vi har också sett på rekommendationerna i WHO (2013). För NO₂ konkluderar den studien med att en ökning av årsmedelhalten med 10 mikrogram NO₂/m³ ökar risken för dödlighet med 5,5%, med konfidensintervallet (95%) från 3 – 8%. Det är alltså ett svagare samband än det från Nafstad et.al. I tillägg inkluderas här ett minimumvärde med en lägsta tröskel på 20 mikrogram NO₂/m³. Studien visar också på en risk för dubbelräkning på upp till 30% om man inkluderar PM_{2,5} också.

- Dos respons sambanden är komplexa och osäkra men utredningen ser ut att ha valt rimliga samband utifrån den kunskap som finns. Det finns all anledning att följa utredningens uppmaning att komplettera beräkningarna med information om avgaspartiklar och sotpartiklar när bättre samband finns.

Att sambanden antas vara linjära, så att kort exponering av en hög halt har samma effekt som lång exponering av en lägre halt, är ett viktigt antagande för analysen. Det medför att man kan göra enkla medelsberäkningar för halter och exponering. Det innebär också att det inte finns något tröskelvärde där effekten av en dos börjar, något som inte stämmer med resultaten i WHO (2013) för NO₂.

Om sambanden är linjära får det också konsekvens för hur man behandlar ventilationsanläggningen i en tunnel. Det är då angeläget för samhället att sänka nivån oberoende av maxhalten. Det borde innebära att man kan ha en lägre investeringskostnad (som troligen korrelerar med maxkapacitet) och istället använda ventilationskapaciteten kontinuerlig så att även extremt låga koncentrationer uppnås.

3 Att finna en gräns

Vi använder ordet riktvärde även om det i Rapporten görs en distinktion på gränsvärde, riktvärde och norm (sid 17).

En intressant ingång till problemställningen är Trafikverkets egna råd som, enligt rapporten, säger angående mål för säkerheten att: ”Tunnlar bör utformas så att risken förknippade med användningen av vägar med tunnlar inte är större än för vägar med tunnlar” (sid 18 i rapporten). Samtidigt visar man till att det för utomhusluft finns miljökvalitetsnormer för att skydda människor från oacceptabla hälsoeffekter (sid 17).

- Den logiska konsekvensen av dessa två utsagor borde vara att man använder samma norm i tunnlar som i utomhusluft.

Rapporten konstaterar att en sådan tolkning skulle vara omöjlig att uppfylla och att det i praktiken inte ser ut att regelverket tolkas på ett sådant sätt. Men det visar att samhället har tagit beslut om acceptabel risk.

Rapporten diskuterar två olika ansatser för att finna nivån på ett riktvärde;

- Acceptabel risk
- Samhällsekonomisk lönsamhet

3.1 Benchmarking av risker

Utredningen diskuterar acceptabel risk som den som baseras på miljökvalitetsnormer som pekar på en riskökning på 3% som acceptabel. Riktvärden för strålning vid hus utsatta av radon är en annan nivå utredningen diskuterar.

Det ser ut som litteraturen kring acceptabel risk visar på en godtycklig nivå av acceptabel risk. Samtidigt som fattade politiska beslut ger legitimitet till en viss nivå som diskuteras i rapporten.

- Utredningens diskussion av nivån för benchmarking ser klok ut, men vi ser att detta är en ganska godtycklig nivå.

Ett speciellt problem uppkommer vid ansatsen med acceptabel risk om det är så att denna risknivå bryts de första åren, medan utvecklingen av andelen nollutsläppsfordon medför att halten faller i framtiden, och risknivån klaras.

3.2 Samband acceptabel risk och samhällsekonomisk lönsamhet

Det är möjligt man skulle kunna komma vidare om man använder de bakomliggande sambanden från den förväntade nyttoteori som ger VSL. Det finns i rapporten ingen argumentation om den teorin som ligger bakom det riskvärde (VSL eller VOLY) som används i rapporten (och av Trafikverket).

Värdet av en riskreduktion utgår oftast från en förväntad nyttomodell (EU) i två perioder där individen förväntas maximera:

$$EU = pu(w) - (1-p)v(w) \quad (1)$$

Där p är sannolikheten av att överleva perioden med nyttan $u(w)$ och vid dödsfall blir nyttan $v(w)$ (som inkluderar arv). Betalningsviljan CV för en riskreduktion (Δp) kan introduceras som under (ekv 2), där den förväntade nyttan V är konstant:

$$V = (p+\Delta p)u(w-CV) + (1-(p+\Delta p))v(w-CV) \quad (2)$$

VSL beskriver den marginella substitutionskvoten mellan nytta och överlevnadssannolikheten. Differentierar vi ekvationen ovan får vi den betalningsvilja som i princip Trafikverket använder.

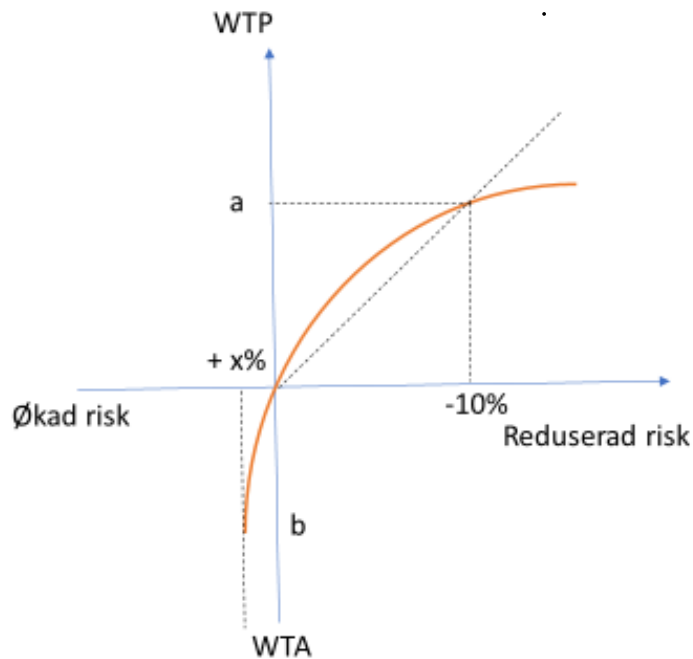
$$VSL = -dw/d\Delta p = (u(w)-v(w)) / pu'(w) + (1-p)v'(w) \quad (3)$$

De studier som härleder värdet på ett statistiskt liv utgår traditionellt från risken att dödas i trafiken. Genom hypotetiska frågor (SP-studier) frågas ett urval av befolkningen som är representativt för biltrafikanter om deras betalningsvilja för till exempel en 10% reduktion (antag $5/100000$) i sannolikheten att omkomma i en trafikolycka under ett år. Låt oss säga att betalningsviljan för denna åtgärd är 2000 kr. $VSL = 2000 / (5/100000) = 40$ mkr. Detta resultat är specifikt för just denna riskreduktion (se Hultcrantz et.al (2012) för en sammanfattning av svenska studier).

En grafisk representation ger en tydligare förklaring. Basrisken i exemplet är origo. För en förbättrad risk (ΔR) med till exempel 10% ges en betalningsvilja a (WTP). Linjen från origo visar VSL som $a/\Delta R$. Linjen är en approximation till derivatan av individens preferenser för risk.

Men skulle vi se på en riskökning, som i tunnelfallet, måste vi analysera betalningsviljan för att acceptera en riskökning $+x\%$ (WTA). Och detta samband är inte linjärt. Figur 1 visar i princip på ett riktigt samband. När risken ökar kommer kravet på en kompensation för att acceptera en riskökning att stiga raskt och därmed kommer vårt skattade VSL att stiga.

Vid en viss punkt är betalningsviljan för att minska risken i det närmaste oändlig (begränsad av tillgångar). Här finns ett värde som skulle kunna benämnas av individen "acceptabel" risk.



Figur 1 Betalningsvilja för minskad risk respektive krav på kompensation för ökad risk

I den samhällsekonomiska analysen jämför man betalningsviljan för en riskreduktion med kostnaderna för denna reduktion. Om kostnaderna är lägre än intäkterna är detta en från samhällets sida acceptabel åtgärd.

- Oberoende om vi söker acceptabel risk eller skall göra en samhällsekonomisk analys finns det anledning att göra en djupare litteraturstudie kring de resultat som framkommer i studier av nytta och riskreduktion för hälsorisker.
- Vi ser det heller inte som omöjligt att genomföra en studie som ser på detta i samband med tunnelluft, och ger ett bättre underlag vad individen kan acceptera och möjlighet att värdera en förbättring av halterna.

3.3 Fallstudie Förbifart Stockholm

I utredningen används ett nollalternativ och tre utredningsalternativ. Alternativen baseras på tidigare beräkningar av Brandt och Lucchini (2016). Där beräknas maximala halter i varje tunnelsegment för de fyra fallen (noll- och de tre utredningsalternativen). I alternativen har maximal tillåten halt (i något tunnelsegment) på 1000, 2000, 3000 och 4000 mikrogram NO_x/m³ varit basen.

Nollalternativet är 4000 mikrogram NO_x/m³ og utgår från att detta skulle vara den nivå som kan härledas utifrån PIARCs siktreakommendation. Denna rekommendation uttrycks i koncentration av PM_{2.5} men enligt Brandt och Lucchini (2016) kan det motsvara 4000 mikrogram NO_x/m³.

- Till skillnad från tidigare utredningar utgörs alltså nollalternativet av en färdig bygd tunnel och frågan isoleras till valet av ventilation. Utredningar som har med investeringsbeslutet att göra har som nollalternativ att trafiken går på befintlig (eller förbättrad) E4 i markplanet. Valet av nollalternativ i denna utredning framstår som klokt.

I nollalternativet ingår investeringskostnader för dimensionering av ventilation för brandkrav och kostnader för drift av ventilationsanläggningen för att klara 4000 mikrogram NO_x/m³ och kostnader för underhåll.

Utredningsalternativ 1 visar sig vara hypotetiskt då den ventilationslösningen som ingår i kalkylen inte är dimensionerad för att klara den låga nivån på maxhalt. Istället för 1000 mikrogram NO_x/m³ kommer vid högsta nivå på ventilation maxhalten ligga på 1789 mikrogram NO_x/m³ (sid 22).

3.4 Emissioner och halt

Emissioner från fordon koncentreras i tunneln, men kan ventileras ut. Den halt som är relevant för hälsoeffekter är den halt som möter trafikanten och därmed måste man se på karosers avskiljande effekt för trafikanten i fordon med sluten kupé. Den avskiljande effekten beror på ventilationen i fordonet och är väl beskrivet i rapporten.

Tabell 4 i rapporten beskriver hur halten uttryckt som en maxhalt i ett tunnelsegment kan räknas om till maxhalt i hela tunneln och därefter till medelhalt per dygn i hela tunneln, slutligen kan denna medelhalt viktas samman till en trafikantviktad medelhalt.

Informationen kommer direkt från Orru och Forsberg (2016) och är i stort riktigt återgiven.

Tabell 1 Koncentration i tunnelluften

Concentration	UA1	UA2	UA3	BaU
Max level in point	1000/1789	2000	3000	3000
Max average	1145	1660	2041	2142
Average working day day	470	705	852	885
Average working day weighted by traffic	592	900	1134	1205

- Vi antar att maxhalt för nollalternativet är felsekrivet i rapporten och att den halten skall vara 4000 och inte 3000 som i rapportens tabell 4.

Under förutsättning att hälsoeffektsambandet är linjärt i förhållande till medelhalt medför denna medelvärdesberäkning inga problem.

- Det ser inte ut som det existerar några tröskeeffekter eller kritiska högsta nivåer för NO_x halter varför detta är riktigt. Hälsosambandet är emellertid osäkra (se avsnitt 3) och WHO:s samband för NO₂ visar på tröskeeffekter.

3.5 Exponering

Utifrån rapporten är det inte helt enkelt (kanske omöjligt) att förstå hur exponeringen beräknats. Vi har i avsnitt 3 konstaterat att hälsosambanden medför att det är indifferent vid beräkningar av aggregerade hälsoeffekter om en person drabbas av höga halter eller många personer av en lägre halt.

Rapporten sammanfattar principen för exponeringsberäkning med att man behöver information om haltnivåer i tunneln och antal personer som exponeras för halterna (kap 3.6.1 sid 33). Rapporten diskuterar dos-responssambanden (3.6.2) – som vi diskuterat i avsnitt 3 över - och trafikens emissioner (3.6.3) – exponering i fordon kontra bostäder (igen) (3.6.4) och exponeringen (3.6.5). Därefter sammanfattas antagandena (3.6.6) och resultatet i antal dödsfall eller förlorade levnadsår presenteras i rapportens avsnitt 3.7.

- Baserat på rapporten kan vi bara gissa oss till hur antalet dödsfall eller förlorade levnadsår är beräknade. Men genom studier av det bakomliggande materialet från Orru och Forsberg (2016) går det att rekonstruera.

Om tunneln är 18 km lång och medelhastigheten är 90 km/h och en trafikant kör igenom tunneln två gånger under en arbetsdag innebär det att trafikanten är exponerad för tunnelluften, som vi redovisat i tabell 1, under 0,4 timmar per dag eller i genomsnitt 1,7% av dygnet. Ett sådant enkelt antagande ser ut till att underskatta exponeringen jämfört med Orru och Forsberg som inkluderar påfarter och ramper i sin beräkning. Låter vi längden vara 20 km och medelfarten 64 km/h får vi samma exponering per dag som Orru och Forsberg, dvs 2,6%. Den ökade halten som trafikanterna utsätter sig för blir då som i tabell 2. Jämfört med den mer noggranne beräkningen i Orru och Forsberg överskattar vi effekten något när vi inte viktat exponeringen per tunnelsektion och trafikarbete.

Tabell 2 Ökade halter i tunnelluften NO_x mikrogram/m³

	UA1	UA2	UA3	BaU
Increased exposure per day in tunnel	15,7	23,8	30,0	31,9

Slutna fordon avskiljer halterna som trafikanten utsetts för. Storleken på den avskiljande effekten beror på ventilationen i fordonet. Vid 75% ”hastighet” på ventilationssystemet i fordonet avskiljs närmare 80% av halterna som finns i tunnelluften. Tabell 5 i rapporten redovisar den resterande halten i fordon till mellan 5% och 22%. Utredningen bortser från motorcyklister som emellertid bara beräknas utgöra 1% av trafikanterna.

- Diskussionen om fordonens avskiljande effekt ser välgrundad ut. Emellertid ser vi i beräkningarna att man sätter den avskiljande effekten i fordon med 75% ventilation lika med den avskiljande effekten i bostäder utan att utreda eller diskutera storleken på det senare (sid 38).
- Motorcyklister utgör en liten grupp. Men om vi antar att en bil har en avskiljande effekt på 90% och att motorcyklister möter samma halter som i tunnelluften X och att de utgör 1% av trafikanterna underskattas halterna som trafikanter möter med 9% $(X*(1-0,9)*(1-0,01) + X*0,01) / X(1-0,9)$. M. Grana et. al. (2017) visar på relationen 2 gånger mellan motorcykel och bil för ultrafina partiklar varför dessa antaganden kan vara en överskattning.

3.6 Hälsoeffekter

Applicerar vi det ”norska” hälsoeffektsamband som Rapporten använder får vi följande ökning i dödsrisker för en individ.

Tabell 3 Ökad dödsrisk på grund av de ökade halterna (1,13=13% ökad risk)

	UA1	UA2	UA3	BaU
Increased fatality risk (Nox)	1,13	1,20	1,26	1,28

Detta resultat är fortsatt på en individnivå för en person som kör två gånger igenom tunnel varje dag. Frågan hur många som utsätts för denna ökade dödsrisk är omöjlig att härleda ur rapporten. I rapportens avsnitt 4.2 förs ett resonemang om att det är 140 000 fordon per vardagsmedeldygn och 1,3 personer per fordon (med hänvisning till Orru och Forsberg 2016) som omräknat från vardagsdygn till medeldygn (faktor 0,9) blir 59,8 miljoner resor per år.

Baserat på Orru och Forsberg (2016) finner vi att genomsnittet av fordon per medeldygn är 36 500. Med 1,3 personer per bil blir det närmare 46000 personer som åker igenom den enkel väg (och återvänder på kvällen). Detta medelvärde inkluderar ramper med mera som delar upp flödet så låt oss sätta 50000 personer enkel resa per dag.

Basrisken för en population av personer i åldern 30 – 74 år i Stockholms län är 339/100000 för ikke-eksterna dödsorsaker i 2017 (källa: Socialstyrelsen). I Sverige som helhet var risken 411/100000. Orru och Forsberg 2016 hänvisar till äldre tal från 2011 där vi finner dödsrisken 365/100000 i Socialstyrelsens databas.

- Om det är dödsrisk från 2011 som rapporten använder, eller den nyaste från Socialstyrelsen från 2017, går inte att utläsa från rapporten; basrisken har minskat med 7% under dessa 6 år.

Baserat på data för dödsfallsrisk per åldersgrupp (i femårsintervall) och betingad levnadsålder på mellan 86 och 88 år (dvs om man överlevt till 40-44 års åldern har man en förväntad livslängd på 87 år etc.) finner vi att det viktade antalet förlorade levnadsår per dödsfall är 21,47 för Sverige som helhet år 2017 och åldersgruppen 30-74 år. Rapporten ser ut att använda en modell för denna beräkning som vi inte granskat. Brukar vi det värde vi beräknat på antalet dödsfall kan vi uppskatta antalet förlorade levnadsår.

Tabell 4 Ökat antal dödsfall och förlorade levnadsår.

	UA1	UA2	UA3	BaU
Fatalities (additional) per year	21	32	42	45
Reduction in fatalities per year compared to BAU	24	12	3	0
Lost life year	442	695	897	960
Reduction i LLY per year compared to BAU	518	266	63	0

Jämför vi detta med resultaten så som de presenteras i figur 13 och figur 14 i rapporten (sid 39) har vi återskapat i stort samma resultat.

- Vi återskapar med bas i underlagsrapporter samma antal dödsfall och förlorade levnadsår som presenteras i Rapporten.

- Underlagsrapporterna Orru och Forsberg (2016) inkluderar också ett osäkerhetsintervall i skattningarna vilket vi borde tagit med här.
- Vi ser att om vi skulle ta hänsyn till motorcyklar ökar exponeringen och antalet dödsfall med 9% men om vi tar hänsyn till en generell sjunkande basrisk så sjunker antalet dödsfall på grund av exponeringen med 7%.

3.7 Samhällsekonomiska nyttoeffekter

Baserat på hälsoeffekterna ovan kan vi beräkna den samhällsekonomiska kostanden av att trafikanter kör igenom tunneln i de olika scenarierna. Vi kan genomföra beräkningarna baserat på riskvärdering för dödsfall (VSL) eller med en riskvärdering för förlorade levnadsår (VOLY).

Att beräkna VOLY, som rapporten gör, utifrån ett värde på VSL ställer starka krav på linearitet mellan ålder och VSL. Detta samband går inte att finna i litteraturen varför den använder VOLY metoden, att beräkna den som en annuitet av VSL, är mycket osäker (Lindberg 2015). I grunden ser det ut att äldre personer inte alls har den starkt fallande betalningsvilja för säkerhet som VOLY-metoden förutsätter. VOLY beräkningen utgår från en medelålder på 40 år och därmed 40 förlorade levnadsår; det kan vara rimligt som medelålder i de undersökningar av VSL som finns i Sverige. För tre studier finner vi medelåldern 45,2, 44,3 respektive 43,0 år med ett poolat medelvärde på 44,0 (se Anderson, Levivier och Lindberg (2018)).

Utnyttjar vi det nya svenska VSL värdet på 40,5 miljoner SEK (och för VOLY räntan 3,5% och återstående livslängd 40 år) får vi följande kostnader med tunneln, eller nyttan av ändrad ventilation/koncentration.

Tabell 5 Samhällsekonomisk betalningsvilja för rening

	UA1	UA2	UA3	BaU
VSL based WTP (millionSEK)	1026	526	125	0
VOLY based (millionSEK)	1031	529	126	0

Som framgår av tabellen är skillnaden inte stora mellan metoderna. Detta är en ren tillfällighet där nuvärdefaktorn för löpande betalningar vid räntan 3,5% över 40 år är 20,4, vilket är nära de antalet förlorade levnadsår per dödsfall (21,4) som vi finner i denna population.

- Vi ser att våra mera översiktliga beräkningar ligger nära de som finns i rapporten.

3.8 Samhällsekonomiska kostnader

Rapporten tar som utgångspunkt ett nollalternativ där dimensioneringen beslutats av andra grunder än luftkvalitet (sid 43). Men i denna beslutning ingår också en del hälsoövervägande och mellan 20-50% antas vara kopplad till ”miljöventilation” (sid 45). Denna kostnad är, som rapporten betonar, relevant att ta med (sid 45).

- Dessvärre har man inte haft tillgång till investeringskostnader eller underhållskostnader. Det innebär att man underskattar kostnaderna för att upprätthålla god luftkvalitet under förutsättning att dessa kostnader uppkommer

fòr att erhålla en luftkvalitet som er båttere en i nollalternativet. Det antyds i rapporten att denna andel skulle vara 20-50% av investeringskostnaden fòr ventilasjonsanlæggninger.

Driften justeres fòr att hålla god sikt eller luftkvalitet. Hår gòr man en uppskattning av kostnaden fòr drift i de ulike alternativene. Driften uttrykkes som energiåtgång i MWh per år og baseres pà ett energipris pà 1000 kr MWh. Denna kostnad korrigeres fòr skattefaktor 1,3 då finansiering av ventilationen finansieres via generelle skatter. Elpriset er belastet med kostnaden fòr utsløppsråtter i ETS (European Trading Scheme) og har dårmed tagit hånsyn till kostnader fòr CO₂ utsløpp. Rapporten gòr i en kånslighetsanalyse ett fòrsøk att korrigere fòr koldioxidutsløppen og finner då att kostnaden borde øke med 10% om man anvender utsløppstal fòr ”medelel” og 30% om man anvender utsløppstal fòr ”marginalel” (sid 46).

3.9 Samhållsekonomisk resultat

Vi kan utirån vår beråkning jåmføre resultatet fòr ett år. Eftersom det inte finns några investeringskostnader i rapportens skattninger er det svårt att se varfòr man behòver gòre en nuvårdesberåkning øver 60 år i valet av riktvørde åven om en sådån tar hånsyn till fòråndringer i utsløppen bland annat pà grund av den tekniske utvecklingen.

Tabell 6 Årlige nytter og kostader (Mkr)

	UA1	UA2	UA3	BaU
Max level i section (mikrogramNOx/m3)	1000	2000	3000	4000
Cost for ventilation to achieve target (millionSEK)	104	48	15	0,5
Benefit (millionSEK)	1026	526	125	0,0
Net effect compared to BAU (million SEK)	921	478	110	

- I avsaknad av investeringskostnad, som delvis beror pà utredningsalternativen, går det inte att uttala sig om den samhållsekonomiske effekten av de ulike ventilasjonsnivåerne og dårmed om konsekvenser av att oppnå ett riktvørde. Avsaknad av investerings og underhållskostnad er en brist som borde åtgårdes.
- Men om vi antar at investerings og underhållskostnaden er noll får vi samme resultat som rapporten i fallstudien. Utredningsalternativ 1 er ett båttere alternativ en alternativ 2 og 3.
- Det innebår i princip att vi inte funnit den optimala nivån pà venilation, utan bara att det mest ambisiøse alternativet er mycket båttere en de andra og att det kan finnes ett ånnu ambisiøse alternativ som er ånnu mer lønsamt.

3.10 Kfønslighetsanalyser og investeringskostnaderna

Utan analys av investeringskostnaderna og en forståelse om det er betydande eller inte er resultatet intetsågende.

Vi har inte till oppdrag att utveckla analysen, men givet den erfaring med tunnlar som finns i Norge plockar vi bara fram en investeringskalkyl. Exemplet gæller en liten ”undersjøisk” tunnel i sydvæstra Norge. Tunneln er 1 km lång og kostnadsberæknas till 1,6 mdr norske kroner. Kostnaden for ventilationsanlæggninger utgør dær 1,03% av investeringskostnaden. Sætter vi en kostnad på Forbifart Stockholm på 35 mdr kr kan ventilationsinvesteringen utgøra 360 Mkr. Låter vi livslængden vara 60 år utgør den årliga kostnaden vid 3,5% rænta 15 Mkr. Følger vi antagandet som gjorts i Rapporten for Forbifart Stockholm att mellom 20-50% er relaterat til miljøventilasjon oppgær den årliga kostnaden till høgst 7 Mkr.

Låt oss sâga att vi ræknat fel og dubblera denna årliga kostnad till 15 Mkr per år og lægger det till driftskostnaden for utredningsalternativen. Vi saknar fortfarande underhållskostnader, sâg 10%. Kostnaden borde variera med riktvørde men det har vi inget underlag for att sâga något om hær. Istället lægger vi 16,5 Mkr ovanpå de estimerade driftskostnaderna for alla utredningsalternativ.

Tabell 7 Kfønslighetsanalyse investeringskostnad (Mkr)

	UA1	UA2	UA3	BaU
Max level i section (mikrogramNOx/m3)	1000	2000	3000	4000
Cost for ventilation to achieve target (millionSEK)	121	64	31	0,5
Benefit (millionSEK)	1026	526	125	0
Net effect compared to BAU (million SEK)	905	462	94	

- Rapportens slutsatser er fortsatt relevante og lønsamheten økar med økt kravnivå. Vi kan fortfarande inte uttala oss om den optimale nivån.
- Om våre antagande om investerings og underhållskostnader er i nærheten av riktige er ett samhøllekonomisk riktvrde strångere en 1000 mikrogram NOx/m3.

Rapporten gør flere interessante kfønslighetsanalyser. En fordrøining av hølsoeffekten med ett antal år reducerer nuvørde av den samhøllekonomiske effekten. Forænderingen er liten (10%). En bættre avskiljande effekt från fordon ger en større effekt. Istället for antagande att 75% av halten kommer in i kupén (og dærmed er det lika som i bostæder) brukes antagandet 25%. Vørde av utredningsalternativ 1 er redusert till næra 1/3 men rangeringen av alternativ er oforændrad.

Andelen elbilar utgør ytterligere en parameter. I utslæppsberøkingarna brukes en elbilsandel i 2030 på 3-4%. Vi observerer at i Oslo er andelen elbilar i dag 19%. I kfønslighetsanalysen utgås från att man i 2050 bara har nullutslæpsfordon og beræknar en linjær minskning till denna nivå. Vørde av utredningsalternativ 1 er redusert med 50%, men rangeringen av alternativ er oforændrad.

Tabell 8 Kfønslighetsanalyser for UA1

Alternativ	UA1 (mkr)	Jæmført med bas
Bas	16423	0 %
Fordrøjd hølsoeffekt	14829	-10 %
25% avskiljande effekt i fordon	5474	-67 %
Elektrifisering	8025	-51 %

Man kan se detta som att det finns flera andra åtgärder för att reducera hälsoeffekterna.
Man kan tänka sig att man:

- Lagstadgar om ventilationen i fordon i tunnlar (om det är möjligt har vi inte undersökt). Denna åtgärd pekar också rapporten på
- Ge positiva incitament till nollutsläppsbilar att bruka tunneln. Utredningen använder 3-4% elbilar i 2030 som beräkningsalternativ; Oslo har idag 19% elbilar i tunneltrafiken. Tunneln är avgiftsfri men i princip kan man, som i Oslo, tänka sig kraftiga incitament för elbilar i tunneln som därmed reducerar kostnaderna för ventilation och antalet dödsfall från dålig tunnelluft. Detta medför möjligen ökat antal fossilbilar i yttrafik, men det ser ut att detta problem är mindre. Man kan välja andra tekniker för tunnelventilation.
- Rening av tunnelluft diskuteras i många sammanhang men ser ut att kosta mer än ventilation (Statens vegvesen (2012))

4 Riktvärde

Av fallstudien framkommer att ett riktvärde med en maxhalt i något segment på 1000 mikrogram NO_x/m³ är samhällsekonomiskt lönsamt även med våra grova antaganden om investeringskostnader. Om vi skulle gå under riktvärdet 1000 mikrogram NO_x/m³ skulle vi behöva genomföra investeringar i tunnelventilation, eller införa alternativa åtgärder som begränsa fordonsventilationen eller andelen fordon med nollutsläpp. Den kan mycket väl vara lönsamt men det är inte säkert bara för att det finns en stor årlig netto nytta av att förbättra luften.

Rapporten sätter två krav på ett riktvärde:

- Det skall inte uppstå en oacceptabel riskhöjning; det vill säga att riskhöjningen troligen, enligt Rapporten, skall hålla sig under 7-10% av risken för förtidig död;
- Och man skall välja ett lägre riktvärde om det är samhällsekonomiskt motiverat

4.1 Individuell hälsorisk

Rapporten redovisar risknivå per person i den mest utsatta gruppen för de olika alternativen. Riskökningen uppskattas till 7%,10%,14% respektive 16% för de tre utredningsalternativen och för nollalternativet. Dessa tal är lägre än de som presenteras i Orru och Forsberg (2016) och de som vi presenterar i tabell 2 och följande riskökning i tabell 3.

Vi bedömer att exponeringen blir längre och därmed den dos arbetspendlare utsätter sig för blir högre. Därmed finner vi att riskökningen är högre, med reservation för att vi missuppfattat exponeringsberäkningar.

Rapporten presenterar beräkningar som visar att den risk som accepteras för radon i bostäder medför en riskökning med 2,6%. Miljökvalitetsnormer för luftkvalitet i gaturum innebär att man accepterar en riskökning på 3% för de som vistas där varaktigt.

Valet av 7-10% är ganska svagt begrundat men ger möjlighet att bibehålla dagens ventilationsplaner med största kapacitet (UA1) som alternativ. Vi noterar att rapporten pekar på att tillämpa ett så lågt riktvärde som 1145 mikrogramNO_x/m³ skulle ”medföra ventilationskostnader som är så höga att det spontant har betraktats som ”orimliga” av branschföreträdare” (sid 67). Vilka som är branschföreträdare diskuteras inte.

- I alla alternativ är riskökning på grund av tunneln större än den riskökning som accepteras för radon i bostäder eller för miljökvalitet i gaturum.
- Rapporten rekommenderar en högsta nivå på riskökning som är 7-10%.
- Det råkar vara den nivå som det mest avancerade utredningsalternativet (nästan) klarar av i Rapportens bedömning.
- Våra beräkningar visar att också den mest ambitiösa nivån på ventilation klarar inte den föreslagna nivån på acceptabel risk.

4.2 En generell formel

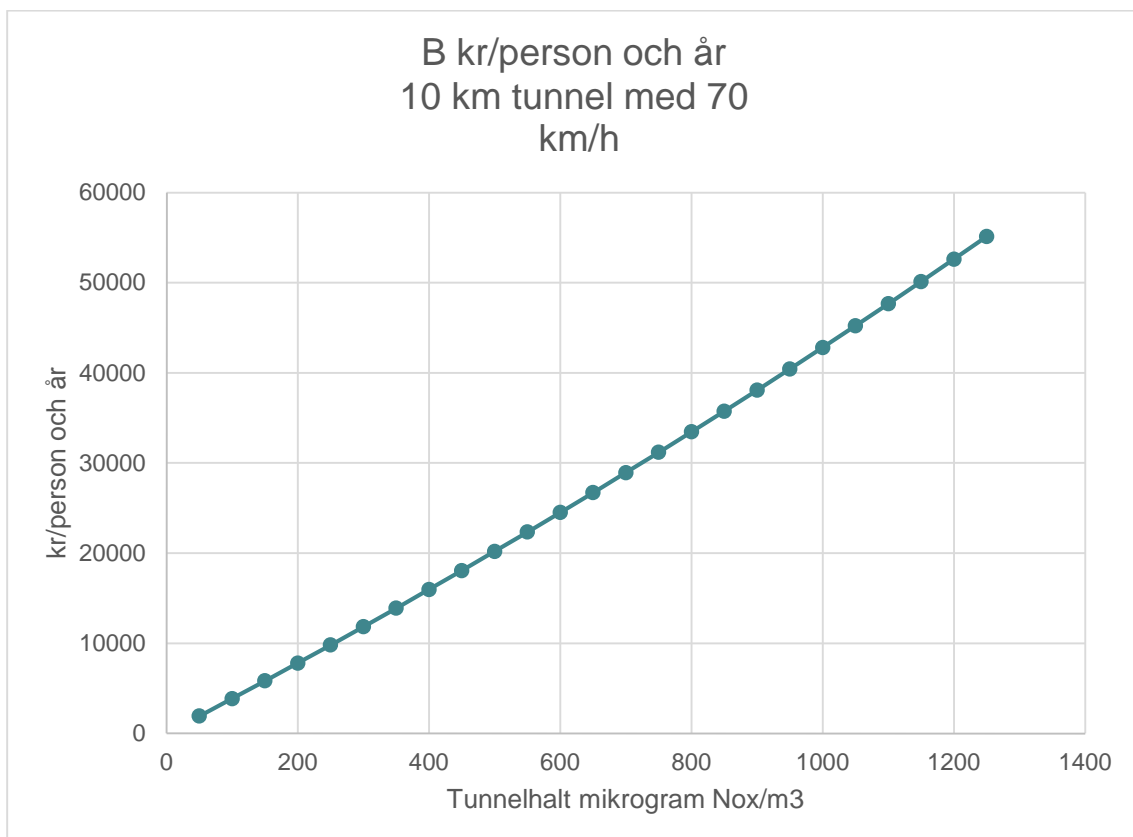
I rapporten argumenteres f6r att ”sambandet mellom halt og effekter är unikt f6r varje tunnel”. Det kan så vara men den metode som användes i rapporten f6r F6rbifart Stockholm  r i många delar generell. Vi kan skrive ett generellt uttrykk f6r betalningsvilan (B) att undvika en specifik koncentration (DosT) i tunneluften uttrykk i kroner per person og  r f6r en tur og retur resa.

$$B = (1,08^{(DosT \cdot A/10)} - 1) \cdot b \quad (4)$$

$$b = BasRisk \cdot VSL$$

$$A = [\text{distans (km)} / \text{hastighet (km/tim)}] / 24$$

- DosT: koncentrationen av NOx i tunneluften uttrykk som gjennomsnitt utanf6r fordonet i ett  rsmeldedygn (mikrogram/m³)
- A: andel av dygnet som trafikanten utsetts f6r dosen
- Distans: tunnelns l ngd i km
- Hastighet: gjennomsnittsfart i tunneln
- b: nasjonell faktor f6r basrisk og VSL = 166312
- BasRisk: individuell ikke-ekstern d6dsrisik (411/100000)
- VSL: Value of statistical life (40,5 mkr)



I formeln har vi använt nasjonell d6dsrisik som  r h6gre än den i Stockholm. Skall vi korrigerer f6r det reduserer vi värdet med 18%. Vi har også valt en ”standardtunnel” på 10

km med hastigheten 70 km/h. Den marginella betalningsviljan (MB) för rening av tunnelluft från koncentrationen 1200 mikrogramNO_x/m³ per person kan då räknas som differensen mellan nytta vid varje nivå och vid koncentrationen 1200.

Vi kan enkelt räkna ut den marginella betalningsviljan (MB) som derivatan av betalningsviljan B med avseende på DosT. Den marginella betalningsviljan för rening r i de närmaste konstant och blir 160 kr per person och r för varje 10 mikrogram NO_x/m³ som halterna sjunker under frutstning att VSL r detsamma som vid trafikolyckor.

kar vi exponeringen i modellen till en längre tunnel som motsvarar Förbifarten blir den marginella betalningsviljan ca 400 kr per person och r för varje 10 mikrogram NO_x/m³ som halterna sjunker

Den kostnad som ligger till grund för rapportens ventilationskostnad, dvs driftkostnaden, ger en marginell driftskostnad för varje förbättrad 10 mikrogram NO_x/m³ på 2 Mkr per r (vi har då tagit förändring i ventilationskostnad från tabell 7 och delat med förändring i halt från tabell 2 * 10). Delar vi driftskostnaden på den exponerade population, ca 50000 blir marginella driftskostnaden per år och person ca 40 kr för varje förbättrad 10 mikrogram NO_x/m³.

Både en risknivå-baserad ansats, den samhällsekonomiska fallstudien och en mer generell modell (med samma kostnader som i fallstudien) visar att en ”lämplig” nivå på ett riktvrde ligger under de 1000 mikrogram NO_x/m³ som är det mest ambitiösa alternativ som utretts.

5 Norge

I Norge finns detaljerade v gnormaler f6r tunnlar (Statens vegvesen (2010)). Ventilationsanl ggningar skall monteras i tunnlar med en längd 6ver 1000 m när trafiken  r st6rre  n 1000 ÅDT. Anläggningen skall dimensioneras f6r en situation tio år efter 6ppnings ret. Luftkvaliteten skall 6vervakas med mätutrustning f6r CO och NO₂ (eventuellt NO). Ventilationssystemet dimensioneras utifrån krav till luftkvalitet och krav till brandventilaion. Kraven på luftkvalitet beskrivs i tabellen under och innehåller flera olika komponenter.

Tabell 9 Dimensionerande koncentrationer tunnlar, Norge.

Tabell 10.3 Dimensjonerende konsentrasjoner av NO₂, NO, CO og siktforurensning

	Dimensjonerende konsentrasjoner	Forutsetninger
NO_x	C _{NO_x} = 15 ppm	Verdien er basert på en antatt NO ₂ -andel på 10 % av NO _x . Ved st6rre NO ₂ -andel må NO _x -nivået senkes for � innfri kravet til NO ₂ -konsentrasjon.
NO₂	C _{NO₂} = 1,5 ppm	Dersom NO ₂ -konsentrasjonen overstiger 0,75 ppm midt i tunnelen skal det utl6ses alarm på VTS, og ventilasjonsanlegget b6r reguleres automatisk til maksimal kapasitet. Tunnelen skal stenges for trafikk hvis konsentrasjonen i midtpunktet ikke faller under 0,75 ppm i l6pet av 15 minutter.
NO	C _{NO} = 13,5 ppm	Verdien er basert på en antatt NO ₂ -andel på 10 % av NO _x
CO	C _{co} = 50 ppm	Dersom CO-konsentrasjonen overstiger 50 ppm skal tunnelen straks stenges for trafikk. Grunnen er at denne konsentrasjonen bare oppstår ved brann, stillest�ende k6 eller ved alvorlig feil i ventilasjonsanlegget.
Sikt	C _{sikt} = 1,5 mg/m ³	Vekt av svevest6v (PM ₁₀), det vil si partikler som er mindre enn 10/1000 mm.

I tillegg till detta finns, enligt skriftlig kommunikation med Statens vegvesen, databaser med information om kostnader f6r ventilationsanläggningar.

6 Diskussion och slutsats

Mycket av beräkningarna och analyserna kommer från bakgrundsmaterial sammanställt i samband med utredningar av Förbifart Stockholm. Här framkommer i rapporten inte något nytt. I tillägg måste det konstateras att beräkningarna i rapporten är svåra att följa utifrån det som presenteras. Men arbetet är säkert en nödvändig process för att sätta sig in i materialet och på så sätt kvalitetssäkra de bedömningar som gjorts tidigare. Delar av vår ”second opinion” har av samma skäl redovisat tidigare antaganden och beräkningar.

I valet av mått på ett riskvärde argumenterar utredningen tydligt för att idag är NO_x/m^3 det mest relevanta måttet att använda för ett riktvärde. Detta baserar sig på stabiliteten som signalsubstans och existensen av hälsokostnadsamband. Samtidigt finner utredningen att små partiklar har en större hälsokonsekvens och det finns all anledning att fortsätta forskningen, också via internationella metastudier, om små partiklars hälsokonsekvenser. En aggregerad ansats med NO_x och små partiklar kan vara ett gott mått på hälsoeffekterna i framtiden.

Den samhällsekonomiska analysen kan vi återskapa, men den är egentligen oanvändbar av två orsaker; dels finns inte någon investeringskostnad med i kalkylen. Vi testar med extremt grova antaganden och finner att slutsatserna kan hålla också utan dessa; men rapporten gör inget försök att finna dessa kostnader. Den andra orsaken är att vi ser att den mest ambitiösa nivån fortfarande är samhällsekonomiskt lönsam och att det då med stor sannolikhet finns en skärpt nivå som är ändå mer lönsam. Men i avsaknad av investeringskostnader kan vi inte uttala oss om det. Om vi hade haft investeringskostnaden hade vi tvingats göra en kalkyl över en längre tidsperiod och ta med utvecklingen i andelen nollutsläppsbilar. I avsaknad av det har vi inte tagit ställning till den utvecklingen. Utredningen borde få i uppdrag att finna investeringskostnader för tunnelventilation för att dels kunna göra en riktig samhällsekonomisk analys men också för att kunna ta ställning till strängare riktvärden.

När analysen kompletteras med en risknivåbaserad ansats finner också rapporten att en ”lämplig” nivå på ett riktvärde ligger under de 1000 mikrogram NO_x/m^3 , som är det mest ambitiösa alternativ som utretts.

Allt av analys som rapporten presenterar, och som vi kontrollerat, pekar på ett riktvärde under den nivå som utretts.

Rapportens samlade resultat i avsnitt 6.1 är därför väl avvägda och tydliga.

- De viktigaste hälsoeffekterna är små partiklar;
- men vi har bara effektsamband för NO_x och det är det vi kan styra mot;
- vi måste se över riktvärdet allt eftersom sammansättningen och kunskapen ändras med tiden;
- den avskiljande effekten av karossen i fordon är osäker men samtidigt betydelsefull;
- rekommendationer eller lagförslag om fordonets ventilation i tunnlar måste vara en viktig åtgärd;
- det uppkommer stora hälsovinster vid förbättrad ventilation i långa tunnlar;
- som medför att det är väl motiverat att sätta ett riktvärde så lågt att det inte fullt ut kan upprätthållas med den installerade ventilationsutrustningen.

Av det av utredningen presenterade alternativen (tabell 16) på ett riktvärde bedömer vi at det mest aktuella är;

- a) Dos per passage – som ”bara” är beroende av beräkning av luftföroreningar.
- b) Individuell riskhöjning – kan enkelt kopplas till dos per passage men är förknippat med så specifika kunskapsluckor att det vore klokt att behandla det separat, även om det är ett viktigt samband som måste förstås
- c) Samhällsekonomisk lönsamhet – som visar om det för samhället som helhet är en god nivå på rening.

De kritiska måtten är **individuell riskhöjning** och **samhällsekonomisk lönsamhet**. Med det material som finns i rapporten pekar dessa båda mått på att vi borde ha ett strängare krav än vad som analyserats. Naturligtvis kan vi komma i en konflikt vid ett strängare krav där den individuella risken fortsatt är hög, jämförbart med alternativ, samtidigt som åtgärden blir samhällsekonomiskt olönsam. Utredningen visar dock att vi inte analyserat ett sådant resultat.

Det antyds i rapporten att man accepterar den risknivåhöjning som finns i förbifarten. Det begränsande värdet skulle då vara det samhällsekonomiska resultatet.

Vi skisserar också en generell modell som säger att:

- *samhället skall erbjuda den luftkvalitet som kan åstadkommas med en rening av luften i tunnlar som kan genomföras upp till den marginella kostnaden 150 kr per 10 mikrogram NO_x/m³ per år och passagerare för 10 km tunnel med medelhastigheten 70 km/h.*

Modellen tar inte hänsyn till ändring i fordonsflottan över tid och betalningsviljan vid investeringskostnader blir därmed lägre. Om det däremot handlar om vald effekt på installerad ventilation kan det samhällsekonomiska måttet användas direkt.

7 Referenser

- COMEPA (2018) The Effects of Long-Term Exposure to Ambient Air Pollution on Cardiovascular Morbidity: Mechanistic Evidence- A report by the Committee on the Medical Effects of Air Pollutants.
- Grana, M., N.Toschi, L.Vicentini, A. Pietroiusti (2017) Exposure to ultrafine particles in different transport modes in the city of Rome. *Environmental pollution* 228, sid 201-210.
- Grundström, M., C.Hak,D.Chen,M.Hallquist,H.Pleijel (2015) Variation and co-variation of PM10, particle number concentration, NOx and NO2 in the urban air – Relationship with wind speed, vertical temperature gradient and wather type. *Atmospheric Environment* 120, sid 317 – 327.
- Henrik Andersson, Elodie Levivier, Gunnar Lindberg (2018) Private and public willingness to pay for safety: A validity test. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 123, 2019, Pages 170-175.
- Lars Hultkrantz, Mikael Svensson (2012) The value of a statistical life in Sweden: A review of the empirical literature, *Health Policy*, Volume 108, Issues 2–3, 2012, Pages 302-310.
- Lindberg, G (2015) Accidents. In Nash C. (ed) (2015) *Handbook of Research Methods and Applications in Transport Economics and Policy*. Edwar Elgar.
- Luftkvalitetsförordningen (2010:477). Svensk författningssamling. Hämtad från: http://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/luftkvalitetsforordning-2010477_sfs-2010-477
- Nafstad, P. Håheim, LL. Wisloff, T. Gram, F. Oftedal, B. Holme, I. Hjermann, I. Leren, P. (2004). Urban air pollution and mortality in a cohort of Norwegian men. *Environmental Health Perspect*, sida. 610-615.
- Orru, H. Forsberg, B. Assessment of long-term health impacts of air quality with different guideline values for NOx in the planned by-pass tunnel Förbifart Stockholm. Institutionen för folkhälsa och klinisk medicin: Umeå Universitetet.
- Statens vegvesen (2010) *Vegtunneler, normaler*. Håndbok 21. Statens vegvesen Oslo mars 2010.
- WHO (2013) Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. New emerging risks to health from air pollution – results from survey of experts.

Transportøkonomisk institutt (TØI) Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 90 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel på internett og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gaustadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no