

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



RAPPORT

Lönsamhetsbedömning av underhåll av vägar

2015-02-20

Titel: Lönsamhetsbedömning av underhåll av vägar
Författare: Johan Lang, Katja Vuorenmaa Berdica, Matts Andersson
WSP Sverige AB och Karin Edwardsson, VTI
Besöksadress: Arenavägen 7
121 88 Stockholm-Globen
Tel: 010-722 50 00
Email: info@wspgroup.se
Org. nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se
Omslagsbild: Johan Lang, WSP

Förord

Det kan konstateras att det finns mycket kunskap i omlopp avseende lönsamhetsbedömning av underhåll av vägar men att kunskapen har implementerats i begränsad omfattning. Denna rapport redovisar resultatet av ett projekt där syftet har varit att reda ut hur samhällsekonomiska principer ska tillämpas vid lönsamhetsbedömning av underhåll av belagda vägar och vilka principer som ska gälla.

Rapporten är framtagen av:

Johan Lang	WSP Samhällsbyggnad
Katja Vuorenmaa Berdica	WSP Analys och Strategi
Matts Andersson	WSP Analys och Strategi
Karin Edvardsson	VTI

Innehåll

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Gjort sedan tidigare	1
1.3	Syfte och mål	2
1.4	Tillvägagångssätt	2
1.5	Begreppslista	2
2	UTGÅNGSPUNKT	3
2.1	Ekonomiska faktorer	3
2.2	Kostnader	5
2.3	Lönsamhetsmått	6
3	LÖNSAMHETSBERÄKNING	8
4	VAD BEHÖVS FÖR ATT GÖRA LÖNSAMHETSBEDÖMNING? ..	12
4.1	Aktuellt tillstånd	12
4.2	Prognos av tillstånd	12
4.3	Förväntade livslängder	13
4.4	Trafik	13
4.5	Åtgärder	13
4.6	Effektsamband	14
4.7	Värdering av effekter	16
4.8	Lägsta acceptabel standard (LAS)	16
4.9	Livlinevägar	16
5	DISKUSSION	17
6	KÄLLFÖRTECKNING	19
BILAGA 1	REFERENSLITTERATUR	20

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Behovet av att utföra underhållsåtgärder behöver aldrig ifrågasättas, givet att vägen ska fortsätta att vara i bruk. En helt underhållsfri väg kan inte uppnås. För en väghållare handlar det om att välja typ av, och tidpunkt för åtgärd. Väghållaren har därmed uppgiften att välja mellan en mängd olika åtgärder som kan genomföras på ett vägnät. Åtgärderna medför kostnader för väghållare och kostnader för trafikant och omgivning (trafikkostnader), under vägens livscykel. Summan av dessa kostnader är den samhällsekonomiska totalkostnaden.

Det finns en lång erfarenhet av att använda samhällsekonomiska kalkyler vid bedömning av investeringsåtgärder. Det görs även lönsamhetsbedömningar av underhållsåtgärder. Dock saknas det idag en samlad bild över vilka principer som gäller i det senare fallet, trots att underhåll svarar för en betydande del av Trafikverkets budget.

Vid lönsamhetsberäkning är följande frågeställningar aktuella:

- Vilken åtgärd är mest lönsam att vidta givet att vägen ska åtgärdas?
- När är en åtgärd lönsam?
- Vilka sträckor är mest lönsamma att åtgärda?

1.2 Gjort sedan tidigare

I den nationella planeringen har HDM-4 (Highway Design and Management, från Världsbanken och PIARC) använts för belagda vägar. /1/ Här beräknades en nettonuvärdeskvot för att bedöma lönsamheten av olika budgetskenarios.

För identifikation av behov av beläggningsåtgärder finns en underhållsstandard som är grundad på samhällsekonomiska bedömningar.

Trafikverket har tagit fram effektsamband som beskriver effekter av mätbart tillstånd och dessa effekter kan värderas samhällsekonomiskt (se ASEK¹). Dessa effektsamband används dock i begränsad omfattning.

Vägverkets lönsamhetsmodul för underhåll av belagda vägar från 2000 är baserad på de grundläggande principer som presenterades i Andersson et al. /2/ och var initialt en programmerad delmodul i Vägverkets Pavement Management System. Dokumentationen utgörs av ett antal arbetspapper, men det finns ingen offentlig publikation och modulen driftsattes aldrig. Därefter har problemet belysts men arbetet har inte resulterat i ett samlat angreppssätt och en praktiskt tillämpbar metodik.

¹ ASEK är en arbetsgrupp för samhällsekonomiska kalkyler som leds av Trafikverket.

1.3 Syfte och mål

Det kan konstateras att det finns mycket kunskap i omlopp men att kunskapen har implementerats i begränsad omfattning. Syftet med projektet har varit att reda ut hur samhällsekonomiska principer ska tillämpas vid lönsamhetsbedömning av underhåll av belagda vägar och vilka principer som ska gälla. Därefter föreslås en metod och möjligheterna att implementera denna diskuteras, samtidigt som befintlig kunskap används och bristande kunskap identifieras. Därmed uppnås målet att etablera ett samlat angreppssätt på kort och lång sikt, som samtidigt är praktiskt tillämpbart både på strategisk och på operativ nivå.

1.4 Tillvägagångssätt

Projektet började med en omfattande litteraturinsamling/sammanställning. En mängd dokument med koppling till drift- och underhåll skannades och klassades med avseende på deras relevans i förhållande till projektets syfte och mål. Skannade dokument redovisas i Bilaga 1 Referenslitteratur. I det vidare arbetet har det mest relevanta materialet analyserats och bearbetats för att så småningom mynna ut i det samlade förslag till principer och metodik för lönsamhetsbedömning som projektgruppen har tagit fram. Dessa dokument listas i kapitlet Källförteckning och refereras till i rapporten där så är tillämpligt.

1.5 Begreppslista

Teknisk livslängd definieras enligt SS-EN 13 306 som ”användbar livstid”. I föreliggande rapport avses vägens teoretiska livslängd, med acceptabel nivå på antal underhållsåtgärder över tid, till rimliga kostnader.

Ekonomisk livslängd avser den tid som åtgärder skapar de nyttor de avses att skapa

Drift avser kombinationen av alla tekniska, administrativa och styrande åtgärder som stödjer trafikeringen av en väg- eller järnvägssträcka och som inte är underhållsåtgärder.

Underhåll avser kombinationen av alla tekniska, administrativa och styrande åtgärder under en anläggnings livstid avsedda att vidmakthålla den i, eller återställa den till, ett sådant tillstånd att den kan utföra avsedd funktion.

Förebyggande underhåll avser underhåll som genomförs med bestämda intervall eller enligt föreskrivna kriterier i avsikt att minska sannolikheten för fel eller för försämring av en anläggnings funktion.

Reinvestering avser större förebyggande underhållsåtgärd som genomförs i syfte att återställa en anläggning till ursprungligt tillstånd.

Avhjälpande underhåll avser underhåll som genomförs efter det att fel upptäckts och med avsikt att få anläggningen i ett sådant tillstånd att den kan utföra avsedd funktion.

Standard innebär utlovat, eftersträvat eller föreskrivet vägtillstånd och anges normalt som ett antal gransvärden för ett antal tillståndsvariabler.

Tillstånd innebär aktuellt tillstånd hos vägnätet. Ex. tillståndet på vägcytor mäts regelbundet för ett antal tillståndsvariabler.

Nedbrytning definieras som tillståndsförändringen hos vägen.

2 Utgångspunkt

I detta kapitel beskrivs utgångspunkter för lönsamhetsberäkning:

- Ekonomiska faktorer
- Kostnader (väghållarkostnader samt trafik kostnader)
- Lönsamhetsmått

2.1 Ekonomiska faktorer

Värdena på skattefaktorn, diskonteringsräntan och produktionsstödet nedan bestäms av ASEK. Den nu gällande ASEK-rapporten, ASEK 5, ligger på Trafikverkets hemsida.

2.1.1. Skattefaktor

En skattefaktor på 1,3 ska användas för uppräknings av åtgärds kostnader och övriga infrastruktur kostnader som finansieras genom skatter från statlig eller kommunal budget eller via skatter och avgifter som inte är brukaravgifter direkt kopplade till den aktuella investeringen. Skattefaktorn kallas inom nationalekonomisk litteratur ”marginalkostnaden för offentliga medel” och är ett mått på kostnaden (i termer av minskad produktion) som uppstår när det offentliga tar in skattemedel.

2.1.2. Diskonteringsränta

Många av de kostnader och nyttor (positiva och negativa) som uppstår till följd av en åtgärd infaller i framtiden. Människor värderar generellt sett sådant som inträffar idag högre än det som inträffar i framtiden (om till exempel ett år). För att alla nyttor och kostnader som uppkommer vid olika tillfällen under åtgärdens livslängd ska bli jämförbara diskonteras därför värdena av effekterna till ett och samma år, det så kallade diskonteringsåret. Därför kallas diskontering av intäkter och kostnader för nuvärdesberäkningar. Ju högre räntan är, desto mindre blir värdet av effekter som faller ut långt fram i tiden. En hög ränta innebär således

att projekt med stora nyttoeffekter långt fram i tiden blir relativt sett mindre lönsamma än projekt vars effekter utfaller närmare i tiden.

Diskonteringsfaktorn för respektive år under kalkylperioden beräknas med formeln

$$\frac{1}{(1 + \text{ränta})^n}$$

där n är antalet år från år noll (diskonteringsåret), som är startåret för kalkylen.

2.1.3. Produktionsstöd

Kostnader för produktionsstöd för drift och underhåll skall ingå i kalkylen. Produktionsstöd är 6 % och avser kostnader för planering och uppföljning (2 %), projektering (1 %), samt beställning och uppföljning (3 %). Detta innebär att åtgärdskostnaden multipliceras med en faktor 1,06.

2.1.4. Restvärde

Om kalkylperioden för en åtgärd är kortare än den ekonomiska livslängden så uppstår ett restvärde. Kalkylperioden är den tid för vilken man beräknar nyttor. Ekonomisk livslängd brukar inom företagsekonomi definieras som den tid som en investering är företagsekonomiskt lönsam, inom samhällsekonomi avser man den tid som investeringen skapar de nyttor den avsåg att skapa. Ekonomisk livslängd avser alltså investeringens roll, till skillnad från teknisk livslängd som avser investeringens funktionssätt.

När det gäller nyinvesteringar så används i Sverige inget restvärde i kalkylerna (det användes dock ett tag då ASEK 4:s rekommendationer gällde). Det vanligaste argumentet för att använda ett restvärde vid nyinvesteringar är att effekter långt in i framtiden är svåra att förutse. Det vanligaste motargumentet är att restvärdet inte är lättare att förutse samt att det snedvrider kalkylerna då det oftast baseras på investeringskostnaden.

Då väldigt få samhällsekonomiska analyser av underhållsåtgärder som genomförts i Sverige kan man inte säga vad som används i praktiken. De rekommendationer som finns är dock att ett restvärde ska användas. Vår rekommendation är att man istället för att använda ett restvärde bör anta att underhållsåtgärden upprepas med samma periodicitet i oändligheten. Detta innebär ett antal fördelar:

- Istället för att analysera en åtgärd analyseras en strategi. Då samma åtgärd upprepas slipper man ta ställning till den konstlade frågan ”vad görs i nästa period”.
- Användningen av ett restvärde gör att lönsamheten påverkas starkt av hur många år som kvarstår efter den sista underhållsåtgärden, vilket inte

är en reell effekt utan snarast något slumpmässigt. Anta till exempel att en 7-årig cykel ska jämföras med en 8-årig cykel med 15 års kalkylperiod. Lönsamheten för den 7-åriga cykeln straffas då av att investering 3 (som görs år 14) bara skapar nytta i kalkylen under 2 år.

- För nyinvesteringar kan ekonomisk livslängd överstiga teknisk livslängd, när den tekniska livslängden är slut kan man göra reinvesteringar. För underhållsåtgärder sammanfaller dock begreppen ekonomisk livslängd och teknisk livslängd i stort sett, vilket gör att fastställandet av en ekonomisk livslängd bestående av flera tekniska livslängder blir hypotetiskt.

Restvärde kommer alltså inte att ingå i beräkningsrekommendationerna i denna rapport.

2.1.5. Kostnadsindex

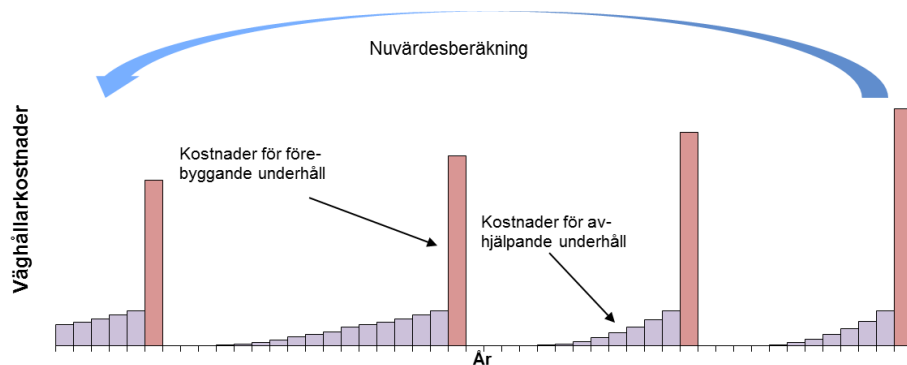
Observera att vid beräkning av kostnader måste det säkerställas att kostnader anges i samma prisnivå. Omräkning sker med konsumentprisindex (KPI) och tillväxten av real BNP per capita.

Värdering av samhällsekonomiska effekter i ASEK anges exempelvis i prisnivå 2010.

2.2 Kostnader

2.2.1. Väghållarkostnader

Under en kalkylperiod sker åtgärder vid olika tidpunkter. Löpande sker ett avhjälpande underhåll och vid vissa tidpunkter utförs förebyggande underhåll dvs. större åtgärder. Dessa åtgärder medför en kostnad som nuvärdesberäknas till ett jämförelseår. Vid kostnadsberäkningen tas hänsyn till skattefaktor och produktionsstöd och nuvärdesberäkningen sker med gällande diskonteringsränta.



Figur 1. Skiss över nuvärdesberäkning av väghållarkostnader.

$NVU = NFU + NAU$

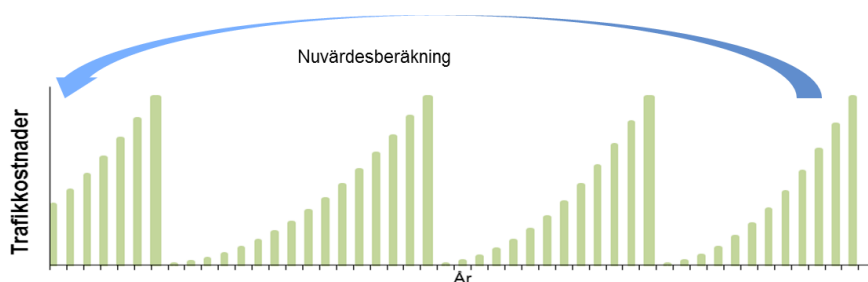
NVU Nuvärde av framtida underhållskostnader

NFU Nuvärde av framtida förebyggande underhåll

NAU Nuvärde av framtida avhjälpande underhåll

2.2.2. Trafikkostnader

Traffikkostnader omfattar kostnader för trafikant och omgivning. Effekten på trafikant och omgivning förändras då tillståndet blir sämre och därmed förändras även trafikkostnaderna. Trafikkostnaderna ökar då tillståndet blir sämre och minskar vid åtgärd, då tillståndet blir bättre. Nuvärdesberäkningen sker med gällande diskonteringsränta men ingen hänsyn behöver tas till skattefaktor.



Figur 2. Skiss över nuvärdesberäkning av trafikskostnader.

NTU Nuvärde av framtida underhållsberoende trafikskostnader

2.3 Lönsamhetsmått

Vid beräkning av lönsamhetsmått är utgångspunkten att det alltid är två alternativa åtgärder som jämförs. Inledningsvis konstaterades att för underhåll är alternativet att ”göra ingenting” inte ett realistiskt alternativ (givet att vägen ska fortsätta att vara i bruk) utan det är i princip är två utredningsalternativ som studeras.

2.3.1. Nyttor och kostnader

Nyttan beskrivs som skillnaden i nuvärdet av trafikskostnader mellan de alternativa som jämförs:

$$B = NTU_{alt2} - NTU_{alt1}$$

B är nyttor (Benefits)

NTU_{alt1} är nuvärde av framtida trafikskostnader för alternativ 1

NTU_{alt2} är nuvärde av framtida trafikskostnader för alternativ 2

Kostnaden beskrivs som skillnaden i nuvärdet av väghållarkostnader mellan de alternativa som jämförs:

$$C = NVU_{\text{alt1}} - NVU_{\text{alt2}}$$

C är kostnader (Costs)

NVU_{alt1} är nuvärde av framtida underhållskostnader för alternativ 1

NVU_{alt2} är nuvärde av framtida underhållskostnader för alternativ 2

2.3.2. Nettonuvärdesmetoden

Vid val av enstaka åtgärd eller rangordning av åtgärder utan budgetbegränsningar används lönsamhetsmättet Nettonuvärde (NNV). Matematiskt kan nettonuvärdet (NNV) skrivas som

$$NNV = \sum_{t=1}^T \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

B är nyttor (Benefits)

C är kostnader (Costs)

i är diskonteringsräntan

t är årtal

T är tidshorisont

Nuvärdesberäkningar tar i och med diskonteringsförfarandet hänsyn till eventuella skilda ekonomiska livslängder för olika åtgärdsalternativ och den underliggande tidspreferensen i samhället. Det senare brukar ta sig uttrycket att vi värderar en krona idag högre än en krona i morgon.

2.3.3. Nettonuvärdeskvot

Vid rangordning och val av åtgärder inom ramen för en begränsad budget används nettonuvärdekvoter som lönsamhetsmått. Nettonuvärdekvoten beräknas genom att nettonuvärdet divideras med åtgärdskostnaden. Resultatet blir ett mått på avkastningen per satsad krona, vilket är en viktig beslutsfaktor då det råder resursknapphet. Matematiskt kan nettonuvärdet (NNK) skrivas som

$$NNK = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

Nettonyttan av en åtgärd uttrycks med andra ord i förhållande till åtgärdskostnaden. Om kvoten är större än 0 är åtgärden samhällsekonomiskt lönsam.

3 Lönsamhetsberäkning

Vid lönsamhetsberäkning görs alltså alltid en jämförelse mellan olika alternativa åtgärder, eftersom alternativet att ”göra ingenting” inte är realistiskt när det gäller underhåll. Frågeställningen är snarare när olika alternativ ska utföras. Valet står därför mellan att utföra en åtgärd ”nu” eller ”senare”, med hänsyn till de restriktioner som finns avseende tillgängliga resurser och krav på en för trafikanten lägsta acceptabel standard.

I lönsamhetsberäkning av underhåll görs antagandet att en åtgärd inte innebär någon generering av ny trafik.

Vid lönsamhetsberäkning är följande frågeställningar aktuella:

- Vilken åtgärd är mest lönsam att vidta givet att vägen ska åtgärdas?
- När är en åtgärd lönsam?
- Vilka sträckor är mest lönsamma att åtgärda?

För att ge svar på dessa frågor används två mått: nettonuvärde (NNV) och nettonuvärdeskvot (NNK). Ett positivt nettonuvärde (NNV) betyder att nyttorna är större än kostnaderna, varvid åtgärden i fråga är lönsam. Om det inte finns några budgetrestriktioner väljs åtgärd och tidpunkt där NNV är störst. Om det finns budgetrestriktioner väljs åtgärd och tidpunkt där nettonuvärdeskvoten (NNK) är störst.

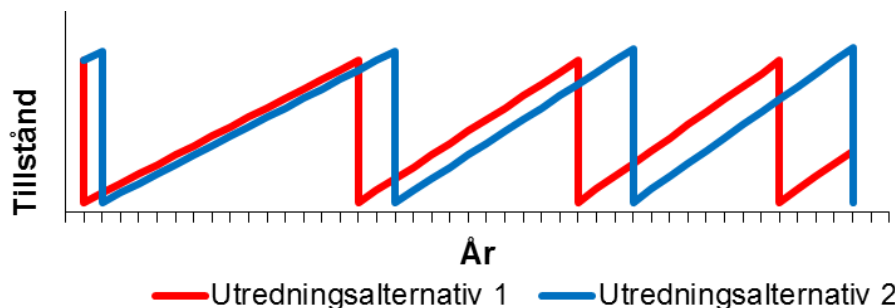
3.1.1. När och var är åtgärder lönsamma?

Bedömning av när och var åtgärder är lönsamma kan delas upp i två fall:

1. Bedömning innan mest lönsamma tidpunkt inträffat.
2. Bedömning efter att mest lönsamma tidpunkt inträffat.

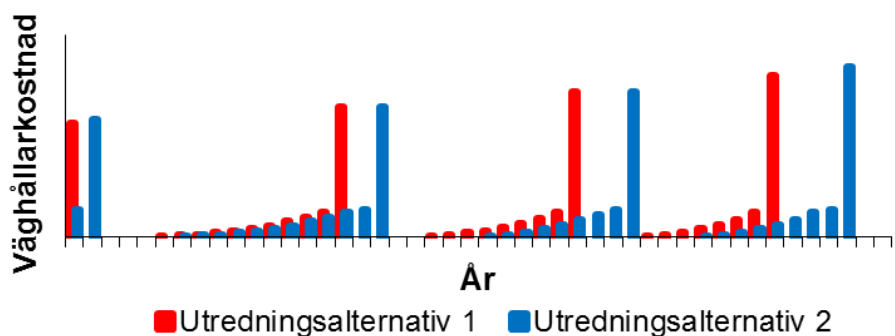
Bedömning innan mest lönsamma tidpunkt inträffat

Figur 3 visar hur tillståndet förändras för två utredningsalternativ (UA1 och UA2). Utredningsalternativet (UA1) är att åtgärda idag. Detta jämförs med ett andra utredningsalternativ (UA2) som är att skjuta på åtgärden ett år. Skjuter man en åtgärd framåt accepterar man samtidigt ett sämre tillstånd än om man skulle åtgärda idag. Detta accepterade sämre tillstånd kvarstår under analysperioden.



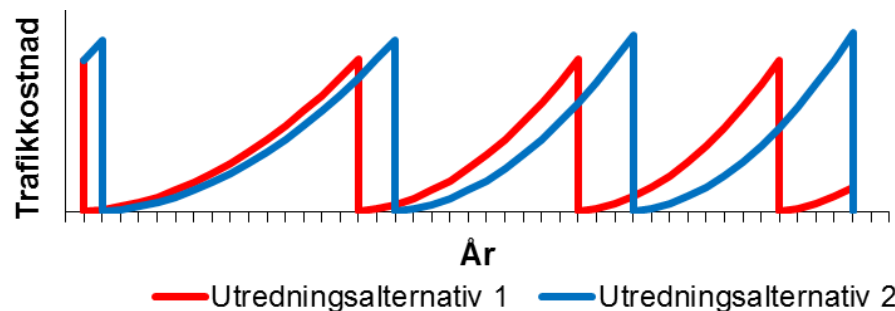
Figur 3. Illustration av tillståndsförändring över tid vid bedömning innan mest lönsam tidpunkt

Allteftersom tillståndet blir sämre (ökar) behövs avhjälpande underhåll till dess att en större åtgärd utförs. Detta medför kostnader för väghållaren (Figur 4).



Figur 4. Illustration av väghållarkostnadens förändring över tid vid bedömning innan mest lönsam tidpunkt

Allteftersom tillståndet blir sämre (ökar) påverkas trafikanter och omgivning och trafikkostnaderna förändras (Figur 5).



Figur 5. Illustration av trafik kostnadens förändring över tid vid bedömning innan mest lönsam tidpunkt

Skillnaden i nuvärdet av framtida väghållarkostnader mellan utredningsalternativ1 och utredningsalternativ2 är kostnaden (C) för att åtgärda i dag istället för om ett år. Skillnaden i nuvärdet av framtida trafik kostnader mellan utredningsalternativ1 och utredningsalternativ2 är nyttan (B) för att åtgärda i dag istället för om ett år.

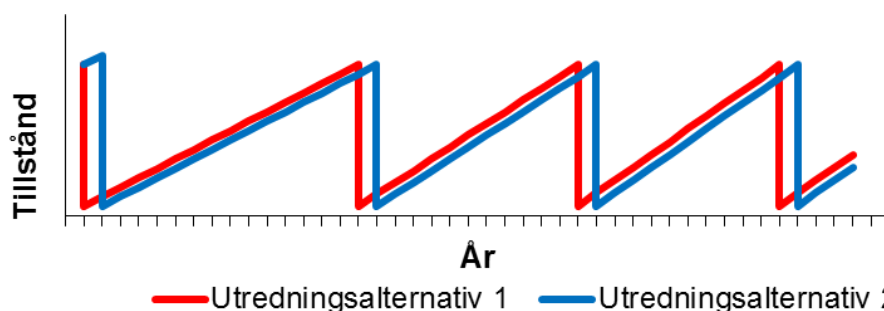
Nettonuvärdet beräknas som $NNV=B-C$. Om $NNV > 0$ är det lönsamt att åtgärda idag istället för om ett år och om $NNV < 0$ bör man skjuta på åtgärden.

Detta innebär dock inte att åtgärden per definition är lönsam att utföra om ett år, utan beräkningen görs stegvis framåt tills att $NNV > 0$.

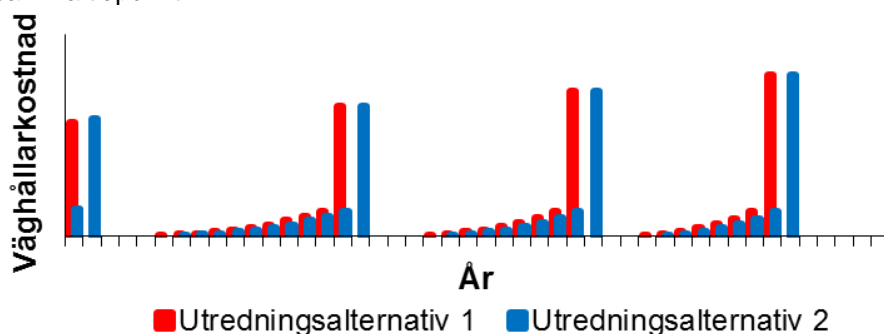
Då det finns budgetrestriktioner behöver både åtgärdssträckor, åtgärdsstyp och åtgärdsstartpunkt väljas så att budgeten utnyttjas bäst. Som lönsamhetsmått används nettonuvärdeskvot (NNK).

Bedömning efter att mest lönsamma tidpunkt inträffat

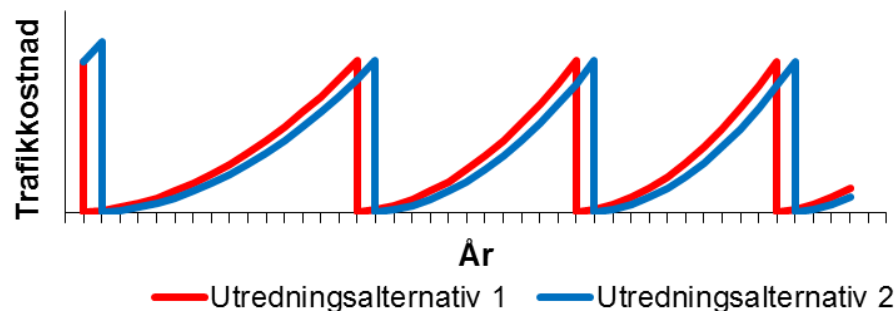
En budgetrestriktion innebär att åtgärder skjuts framåt och att åtgärd inte utförs när de är mest lönsamma. Detta ska inte medföra att ett sämre tillstånd accepteras utan enbart betraktas som en konsekvens av en budgetrestriktion idag. Tillståndsutvecklingen blir då annorlunda än vad figur 3 visar. Därmed blir också nuvärdet av framtida åtgärds kostnader och trafik kostnader annorlunda.



Figur 6 Illustration av tillståndsförändring över tid vid bedömning efter mest lönsamma tidpunkt



Figur 7 Illustration av väghållarkostnader över tid vid bedömning efter mest lönsamma tidpunkt



Figur 8 Illustration av trafik kostnader över tid då åtgärd sker efter mest lönsamma tidpunkt

3.1.2. Illustration av resultat från lönsamhetsberäkning

Lönsamhetsberäkningen ger information om när olika åtgärder är mest lönsamma att utföra på olika objekt. Detta illustreras med fiktiva värden i nedanstående tabell.

Tabell 1 Illustration av nettonuvärdeskvot (NNK) för tre olika vägsträckor med jämförelse av en större och en mindre åtgärd

Åtgärdssträcka	Åtgärdstyp	Tidpunkt				
		0	1	2	3	4
1	Liten	-0.8	-0.1	0.7	1.0	0.7
	Stor	-0.4	0.2	1.2	0.6	0.2
2	Liten	0.2	0.2	0.1	0.0	-0.3
	Stor	1.0	0.7	0.1	0.0	-0.5
3	Liten	1.5	0.9	0.5	-0.2	-0.9
	Stor	-0.1	0.3	0.2	0.1	-0.4

Generellt sett bör åtgärdssträcka, åtgärdstyp och tidpunkt väljas där nettonuvärdeskvoten är störst (rödmarkerat i tabellen). Men om budgetrestriktioner gör att man måste välja mellan att åtgärda sträcka 2 eller 3 år 0 så väljs sträcka 3 eftersom NNK är högre. Sträcka 2 skjuts framåt. I detta fall bör en, för sträcka 2, ny NNK år 1 beräknas. Denna beräkning utgår från att nästa åtgärd sker vid ett tillstånd som motsvarar detta tillstånd då åtgärd skett om man åtgärdat år 0, d.v.s. en förskjutning av en åtgärd pga. budgetrestriktion innebär inte att man i framtiden fortsätter att acceptera ett sämre tillstånd

I princip kan beräkning göras för varje i vägnätet ingående vägsträcka men om man skapar typfall av vägsträckor efter ex trafikmängd och hastighet, kan beräkning göras för dessa och användas för att identifiera ett gränsvärde i en underhållsstandard.

4 Vad behövs för att göra lönsamhetsbedömning?

Det är en mängd faktorer som påverkar lönsamhetsbedömning av vägar. Kunskapen om dessa faktorer är inte heltäckande. Det finns inte information om alla tillståndsvariabler och modeller för att bedöma trafikeffekter, trafik kostnader, åtgärdstyper, åtgärds kostnader, åtgärdseffekter mm är inte heltäckande. Detta påverkar givetvis hur pass väl en beräkning av samhällsekonomisk lönsamhet av vägar kan tillämpas.

Lönsamhetsbedömningen påverkas av följande faktorer:

- Aktuellt tillstånd
- Prognos av tillstånd med eller utan åtgärd.
- Förväntade livslängder
- Trafik
- Tillämpbara åtgärdsalternativ och dessas kostnad
- Kostnader för avhjälpande underhåll och dess förändring med tillståndet
- Kostnader för säkerhetsanordningar vid åtgärd (TMA)
- Effektsamband som beskriver hur tillståndet påverkar trafikant och omgivning
- Värdering av effekter

Dessa faktorer beskrivs översiktligt i följande avsnitt.

4.1 Aktuellt tillstånd

Aktuellt tillstånd mäts regelbundet i Trafikverkets mätningar, där det mer högt trafikerade vägnätet mäts med tätare intervaller än det lågt trafikerade. Stor vikt läggs på att uppnå bra kvalitet så att trender avseende tillståndet kan följas. Mätningar finns tillgängliga sedan 1987. Mätningarna utförs av kvalificerade konsulter. De mätstorheter som mäts beskrivs i Trafikverkets metodbeskrivning (TRVMB 150, 2014). En vid åtgärdsval viktig variabel som inte mäts är sprickor. Mätningarna utförs på barmark och visar därför inte säsongsvariationer.

Det tillstånd som mäts regelbundet är vägytevariabler relevanta för att spegla det trafikanten möter, men de avspeglar endast symptom på mer vägtekniska problem. Mätvariabler som beskriver det strukturella tillståndet finns inte tillgängliga.

Mätstorheterna presenteras för 100 m sträckor men finns även för 20 m sträckor

4.2 Prognos av tillstånd

Vid lönsamhetsbedömning är det väsentligt att kunna beskriva hur tillståndet kommer att förändras med tiden. I Trafikverkets PMS används en modell som beskriver tillståndsförändringen, men det bör påpekas att denna modell är kort-

siktig och är tillämplig för en prognosperiod på max 5 år. Detta är inte tillräckligt för att analysera hela livscyklar. Konsekvensen är att effekter på analysperiod över 5 år ofta underskattas.

Prognosmodellen är också avpassad för att hantera medelvärden för 100 m sträckor.

4.3 Förväntade livslängder

Kunskap om förväntad livslängd på en åtgärd är ett komplement till kunskap om tillståndsförändring. Baserat på uppföljning av tidigare åtgärder finns generell kunskap om förväntade livslängder, samtidigt som denna kunskap visar att variationen i hur länge en åtgärd håller är stor.

4.4 Trafik

Trafikuppgifter finns för huvuddelen av det statliga vägnätet uttryckt som total ÅDT (årsmedeldygnstrafik) och ÅDT för tung trafik. För trafiktillväxt finns generella siffror per län. Generella siffror finns också avseende dubbdäcksandel.

Det som saknas är uppgifter om trafiksammanställning (ex. typ av tunga fordon), säsongsvariationer och variationer över dygnet.

4.5 Åtgärder

4.5.1. Åtgärdssträckor och representativt tillstånd

Åtgärdssträckor överensstämmer sällan med de 100 m sträckor för vilka tillståndet beskrivs utan längre sträckor skapas som ett åtgärdsobjekt. Om dessa längre åtgärdssträckor är homogena så finns inget problem, men eftersom tillståndet på en längre sträcka varierar är det missvisande att använda medelvärden som representativt tillstånd. Det innebär att hänsyn tas till att delar av en åtgärdssträcka har ett sämre tillstånd.

4.5.2. Åtgärdskostnader förebyggande underhåll

Vid analys av enskilda vägsträckor kan kända åtgärdskostnader användas. Vid analys av många vägsträckor (nätverksanalys) behövs en kostnadsmodell.

Det finns en kostnadsmodell som använts vid nätverksanalys.

4.5.3. Åtgärdskostnader avhjälpande underhåll

En nyligen åtgärdad vägsträcka har normalt ingen kostnad för avhjälpande underhåll men efter ett antal år kan skador som kräver underhåll uppstå. Kostnaden för detta avhjälpande underhåll ökar till dess att en större åtgärd utförs. Ett

flertal opublicerade modeller för att beräkna kostnaden för avhjälpande underhåll finns.

4.5.4. **Kostnader för säkerhetsanordningar vid åtgärd**

Vid åtgärd krävs säkerhetsanordningar vid arbetsplats. Dessa anordningar innebär kostnader som kan bli betydande, speciellt för högtrafikerade vägar.

4.5.5. **Åtgärdseffekter**

Med åtgärdseffekter avses den tillståndsförändring som en åtgärd ger. Denna är momentan vid åtgärdstillfället, men också långsiktigt eftersom åtgärden påverkar den framtida tillståndsförändringen. Det finns modeller som i begränsad omfattning beskriver detta. Dessa modeller är baserade på analys av utfall av utförda åtgärder.

4.6 **Effektsamband**

Effektsamband beskrivs i Trafikverkets Effektsamband 2012.

4.6.1. **Bränsleförbrukning**

Bränsleförbrukning beror till stor del på rullmotståndet som i sin tur beror på egenskaper som textur och längsgående ojämnheter. Bränsleförbrukning påverkas också av fordonens egenskaper, (motor, luftmotstånd mm), typ av däck, kontaktryck liksom av vägens linjeföring. Det sistnämnda är givetvis svårt att påverka med drift och underhåll. Den modell som beskrivs i effektsambanden är baserad på HDM-4.

4.6.2. **Däckslitage**

Däckslitage påverkas av faktorer som vägytans textur, backighet och kurvatur, spår, ojämnheter mm. Den modell som beskrivs i effektsambanden är baserad på HDM-4.

4.6.3. **Reservdelsförbrukning**

Reservdelsförbrukningen är en del av den totala fordonskostnaden och beror främst på fordonsålder (uttryckt i körsträcka) och vägens jämnhet. Den modell som beskrivs i effektsambanden är baserad på HDM-4.

4.6.4. **Värdeminskning**

Vägens jämnhet påverkar kapitalkostnaden främst på två sätt:

- fordonens restvärde
- fordonens värdeminskning

Den modell som beskrivs i effektsambanden är baserad på HDM-4.

4.6.5. **Trafiksäkerhet**

Ett flertal undersökningar om sambandet mellan vägytans tillstånd och trafiksäkerhet har utförts men visar sällan entydiga resultat och ingen modell beskrivs i effektsambanden.

4.6.6. **Komfort**

Det är viktigt att beakta vad man lägger in i begreppet komfort. En definition är: Bekvämlighet, välbefinnande och trygghet i vid mening – både fysiskt och psykiskt.

Komfortbegreppet är komplext men brukar i vägsammanhang begränsas till komfort beroende på långsgående ojämnheter. Undersökningar visar på god överensstämmelse mellan ojämnheter och trafikanters upplevda komfortkänsla. Det finns också undersökningar av trafikanternas betalningsvilja för bättre komfort men det saknas en koppling mellan betalningsvilja och mätvariabler.

4.6.7. **Restid**

Den hastighet en förare väljer beror av ett flertal faktorer som exempelvis linjeföring, väglag, ljusförhållande, vägytans tillstånd, hastighetsgräns, hastighetskameror, trafikflöde, väder etc. Den hastighet en förare väljer påverkar flera andra effekter som exempelvis olycksrisk, bränsleförbrukning, restid, fordons slitage.

4.6.8. **Buller**

Buller genereras främst från däckkontakten med vägytan samt från kraftöverföringen i fordon. Korrektioner behöver göras för olika typer av och tillstånd för beläggningar. Men det buller kringboende exponeras för kräver ytterligare information om befolkningstäthet, geografin i området, körbeteenden och väder och vind.

4.6.9. **Avgaser**

Avgaser har i huvudsak samma förklaringsvariabler som bränsleförbrukning.

4.6.10. **Saltförbrukning**

En spårig eller i övrigt ojämn beläggningssyta anses allmänt medföra konsekvenser för vinterväghållningens effektivitet och kostnader. Effektiviteten av plognings- och saltningsåtgärder minskar på grund av att plogskären kommer åt

is och snö på vägytan i mindre utsträckning och efter saltning kvarstår det mer modd på vägytan.

4.6.11. Partiklar

I vägområdet finns partiklar med olika ursprung, t ex partiklar från omgivande markområden och industrier, men också framför allt från vägtrafiken och från vägens underhåll, t ex i form av sandningssand. Vägtrafikens bidrag till partiklar i utomhusluften är väsentligt.

4.6.12. Störningar i samband med åtgärd

De flesta underhållsåtgärder innebär en störning i form av förseningar, fordonskostnader, buller etc. Dessa effekter beskrivs inte i effektsambanden

4.7 Värdering av effekter

Värdering av effekter görs enligt ASEK 5.1 (Arbetsgruppen för samhällsekonomiska kalkyler och analysmetoder inom transportsektorn).

Observera att vid beräkning av trafik kostnader måste hänsyn tas till att kostnader normal anges i prisnivå för 2010. Uppräkning sker med konsumentprisindex (KPI) och tillväxten av real BNP per capita.

4.8 Lägsta acceptabel standard (LAS)

Lägsta acceptabel standard kan betraktas som ett substitut för ett med lönsamhetsbedömning kalkylerat lönsamt tillstånd, som används för att kunna ta hänsyn till effekter som är svåra att prissätta. Exempel på detta är tillstånd på vägar som påverkar regional utveckling, näringsliv, tillgänglighet, fritid, turism etc., där det är motiverat att frångå kalkylerad lönsamhet. Ett annat motiv att använda ett lägsta acceptabelt tillstånd är att det för vägar med mindre trafik kan vara svårt att generera kalkylerbara effekter. Det är dock ändå motiverat att upprätthålla en lägsta acceptabel standard.

4.9 Livlinevägar

I lönsamhetskalkyler är trafikmängden dominerande vid bedömning av nyttor, vilket innebär att högtrafikerade vägar i princip alltid prioriteras före lågtrafikerade vägar. Ett intressant angreppssätt finns i Skottland, där man myntat begreppet ”lifeline roads” /3/. Dessa ”livlinor” definieras som transportlänkar utan ersättningsalternativ, eller där ersättningsalternativet innebär betydligt ökade restider eller kostnader, och där en försämring i transportlänkens kvalitet, tillförlitlighet eller tillgänglighet påtagligt påverkar den sociala och ekonomiska livskraften i det berörda samhället/området.

Detta kan exempelvis medföra att lägsta acceptabel standard på en "livlineväg" är högre än för en väg som inte klassas som "livlineväg", även om trafikmängden är likvärdig.

5 Diskussion

Lönsamhetsberäkning kan mycket väl leda till att vissa vägsträckor aldrig blir kalkylmässigt lönsamma att underhålla. Detta innebär dock inte att dessa vägsträckor inte underhålls utan att det ändå finns en bedömning att vägsträckan behövs i samhället. En orsak till att inte en sträcka är kalkylmässigt lönsam är att kunskap om de faktorer som behövs för lönsamhetsberäkning är bristfällig. Begrepp som lägsta acceptabel standard och livlinevägar är därför nödvändiga att beakta.

Lönsamhetsberäkning av underhåll är beroende av att det finns rätt information och både tekniska och ekonomiska modeller. Men, även om det finns brister så är det väsentligt att utveckling av beräkningsstöd görs snabbt för börja tillämpa lönsamhetsberäkning för underhåll. Detta kan göras med befintlig kunskap, men det finns en klar potential till förbättringar. Då förbättringar utvecklats kan dessa successivt införas i beräkningsstödet.

Andra viktiga punkter:

- Hantering av restvärde: Vi hanterar restvärde enligt andra principer än de gängse
- Vi beräknar lönsamheten för att utföra en åtgärd idag istället för att åtgärda ett år senare. Därmed är beräknade lönsamhetsmått inte direkt jämförbart med nettonuvärdekvot vid investering

I praktisk tillämpning är lönsamhetskalkyl för varje enskilt objekt inte realistiskt utan det rimliga är att med lönsamhetskalkyl generera gränsvärden i en underhållstandard där det är möjligt. Där det inte är möjligt att identifiera en kalkylmässig lönsamhet används lägsta acceptabel standard som beslutsriterium.

Att göra en jämförelse mellan vägsträckor som är kalkylmässigt lönsamma och vägsträckor som inte klarar en lägsta acceptabel standard är svårt. Dessa två kategorier bör istället hanteras åtskilt.

I Tabell 2 presenteras en översikt av de faktorer som inverkar vid lönsamhetsberäkning av underhåll. Tabellen har en kolumn med en bedömning av befintlig kunskap och en kolumn med bedömning av prioritet för vidare utveckling.

Tabell 2. Översikt av faktorer i lönsamhetsbedömning. Status och prioritet har bedömts med färgkoder enligt nedan.

Status	Tillfredsställande kunskap	Bristande kunskap	Saknad kunskap
Prioritet	Inget primärt utvecklingsbehov	Utvecklingsbehov finns	Stort utvecklingsbehov

	Faktorer	Status	Prioritet	Kommentar
Tillstånd	Aktuellt tillstånd	Yellow	Red	Vägytetillstånd mäts regelbundet på barmark, men inte strukturellt. Variabler som sprickor och friktion saknas
	Prognos av tillstånd	Yellow	Red	De prognosmodeller som används för vägyta är rätlinjiga vilket är otillräckligt. Mer avancerade modeller kräver mer information (som inte är tillgänglig generellt)
Trafik	Personbilar	Green	Green	Kunskapen om personbilstrafik är förhållandevis god även om mätintervallet är långt
	Tunga fordon	Yellow	Yellow	Kunskapen om antalet tunga fordon är förhållandevis god för högtrafikerade vägar även om mätintervallet är långt. För lågtrafikerade vägar är kunskapen sämre. Mått på tung trafik ger ingen uppdelning i fordonstyper
	Trafiksammansättning	Yellow	Red	Bristande kunskap om ex. typ av tunga fordon
	Trafiktillväxt	Green	Green	Generella tillväxtsiffror
	Åtgärdssträckor	Yellow	Red	
Åtgärder	Representativt tillstånd	Yellow	Red	
	Kostnader förebyggande underhåll	Green	Yellow	Baseras på faktiska kostnader
	Kostnader avhjälpande underhåll	Yellow	Yellow	Ej publicerade dokument
	Säkerhetsanordningar	Yellow	Yellow	
	Åtgärdseffekter	Yellow	Red	Ej publicerade dokument
	Förväntade livslängder	Yellow	Yellow	Examensarbete
Effektsamband	Bränsleförbrukning	Yellow	Yellow	Baserat på HDM 4, värdering enligt ASEK
	Däckslitage	Green	Green	Baserat på HDM 4, värdering enligt ASEK
	Reservdelsförbrukning	Green	Green	Baserat på HDM 4, värdering enligt ASEK
	Värdeinsparning	Green	Green	Baserat på HDM 4, värdering enligt ASEK
	Trafiksäkerhet	Yellow	Red	Bristande kunskap
	Komfort	Yellow	Yellow	Finns kunskap
	Restid	Yellow	Green	Baserat på HDM 4, värdering enligt ASEK
	Buller	Yellow	Green	Kunskap finns
	Avgaser	Yellow	Green	Kunskap finns
	Saltförbrukning	Yellow	Yellow	
	Partiklar	Yellow	Green	Kunskap finns
Ekonomiberäkning	Störning i samband med åtgärd	Yellow	Red	
	Restvärde	Yellow	Red	Grundläggande för beräkningsmetodiken. Föreslagen metod behöver kvalitetssäkras.
	Lönsamhetsmått	Yellow	Yellow	Definition av måtten finns i litteraturen, men tillämpning för underhåll behöver bestämmas. Ex. hur olika utredningsalternativ definieras.
	Representativt tillstånd	Yellow	Red	Då objekten som kalkyleras är sammanslagningar av flera mätenheter behöver en metod för att definiera detta bestämmas.
	Skattefaktor	Green	Green	ASEK har rekommendation
	Diskontering	Green	Green	ASEK har rekommendation
	Produktionsstöd	Green	Green	ASEK har rekommendation
	LAS	Yellow	Red	Finns några tekniska rekommendationer. Dessa behöver underbyggas och motiveras. Då detta styr icke sek lönsamt underhåll är det grundläggande för planeringen.
	Livlinevägar	Yellow	Red	Viktigt för LAS.
	Beräkningsstöd	Yellow	Red	Finns några modeller nu, men det gäller att ta fram en som faktiskt kan användas i planeringen.

6 Källförteckning

- /1/ J Lang (2013): Analyser inom drift- och underhållssidan på väg. Konsultstöd för analyser till ny Nationell plan i åtgärdsplaneringen 2014-2025. WSP Sverige AB
- /2/ M Andersson, L Hultkrantz & J-E Nilsson (2000): Drift och underhåll av det statliga vägnätet på samhällsekonomiska grunder. TFK MR 126
- /3/ S Johansson (2004): Socio-economic impacts of road condition on low volume roads. ROADDEX

Bilaga 1 Referenslitteratur

Titel	Författare	Utgiven	Publicerad av
131002 Samlad effektbedömning _1_13	-	2013	Trafikverket
2010-11-29 Utredning Drift och underhåll Väg, arbetsmaterial	-	2010	TRV/McKinsey
Analys inom drift- och underhållssidan på väg. Konsultstöd för analyser till ny Nationell plan i åtgärdsplaneringen 2014-2025	J Lang	2013	WSP Sverige AB
ASEK-2 Översyn av samhällsekonomiska kalkylprinciper och kalkylvärden på transportområdet	-	1999	SIKA
Assessment and Analysis of Road Network Performance Using Long-Term Surface Condition Data	J Lang	2010	WSP Sverige AB
Asset Management for Roads – an Overview	-	2005	PIARC
Asset Management Practice	-	2008	PIARC
Bristanalys av kapacitet och effektivitet i transportsystemet	-	2012	Trafikverket
Comparison of Pavement Management in the Nordic Countries	J Lang et al.	2012	WSP Sverige AB
Deliverable Nr 4 – ToolBox, Demonstration of Decision Making Tool for Optimising Lengths for Maintenance	E Benbow, M Harrington & R Karlsson	okt-13	ERA-NET ROAD
Deliverable Nr 5 – ToolBox, Selection of Maintenance Candidates, Summary Report	L Sjögren & E Benbow	nov-13	ERA-NET ROAD
Drift, underhålls och reinvesteringskostnader för väg och järnväg perioden 2026-50	H Zarghampour	2012	Trafikverket
Economic Evaluation of Pavement Maintenance	-	dec-99	PSMS
Effektkatalog för trafikksikkerhetstiltak	A Erke & R Elvik	2006	TØI
Effektsamband för transportsystemet - Fyrstegsprincipen – Steg 2 – Drift och underhåll ²	-	2012	Trafikverket

² Kap 1 Introduktion, Kap 2 Vinterdrift, Kap 4 Drift och underhåll av grusväg, Kap 6 Drift och underhåll av järnväg

Effektsamband för transportsystemet – Samhällsekonomiska analyser i transportsektorn – Beräkningsmetodik och gemensamma förutsättningar ³	-	2012	Trafikverket
Effektsamband för transportsystemet – Samhällsekonomiska analyser i transportsektorn – Beräkningsmetodik och gemensamma förutsättningar ⁴	-	2013	Trafikverket
Effektsamband för transportsystemet. Drift och underhåll – Kap 3 Drift och underhåll av belagda vägar	K Natanaelsson	2012	Trafikverket
Experienced Durability of Maintenance Treatments	J Lang & K Svenson	2012	Uppsala Universitet/WSP
FORMAT ⁵ – Optimerat vägunderhåll	A Bolling, L Sjögren & L-G Wågberg	2006	VTI Notat 15 – 2006
FORMAT: Final Technical Report	-	mar-05	FORMAT Project
FORMAT WP4 Report: Basic Models for Financial Evaluation of Pavement Deterioration and Additional Costs at Road Works	F Brillat et al.	jan-03	FORMAT Project
FORMAT WP4 Report: Calibration and Validation of the Integrated CBA Model	F Brillat et al.	dec-04	FORMAT Project
FORMAT WP4 Report: Integrated Prototype Spreadsheet, User's Manual	F Brillat et al.	jan-04	FORMAT Project
Funktionsupphandling av väg- och banhållning. Problem och möjligheter	H Hedström, A Ihs & L Sjögren	2005	VTI meddelande 971
Förslag till index för att beskriva belagda vägytors tillstånd	J Lang, J Berglöf & L Sjögren	2012	WSP Sverige AB
Förslag till nationell plan för transportsystemet 2014-2025	-	2012	
Förslag till nationell plan för transportsystemet 2014–2025 Underlagsrapport – drift, underhåll och reinvesteringar	H Zarghampour	2013	Trafikverket

³ Kap 3 Prognos och prognosmodeller, Kap 5 Riktlinjer och resultatredovisning, Referenser, Bilaga 1 Förändringsfaktorer för uppräkningsfaktor mellan olika år

⁴ Kap 2 Teori, Kap 4 Kalkylhandledning

⁵ FORMAT = Fully Optimised Road Maintenance

Förslag till nationell plan för transportsystemet 2014–2025 Underlagsrapport – samhällsekonomiska analyser och samlad effektbekrivning nationell plan	C Sachse	2013	Trafikverket
Health Issues Raised by Poorly Maintained Road Networks	J Granlund	2008	ROADDEX III
Infrastrukturpolitik på samhällsekonomisk grund	J-E Nilsson et al.	2009	VTI
Introduktion till samhällsekonomisk analys	G Bångman	2012	Trafikverket
Kalibrering av HDM 4 - Nedbrytningsmodeller och effektmodeller	J Lang & N Grivet	2013	WSP Sverige AB
Kalkylark för analys av strategier	M Andersson	2007	VTI
Kartläggning av effektsamband drift och underhåll	J Berglöf & S N Skovgaard	2009	WSP Sverige AB
Komfortvärdering av beläggningsunderhåll - Stated choice studier med bilister om värdering av olika nivå på beläggningsunderhåll	J Berglöf et al.	2012	WSP Sverige AB
Lærebok: Drift og vedlikehold av veger	J Aurstad et al.	2011	Statens Vegvesen
Life cycle assessment of roads and pavements. Studies made in Europe	A Carlson	2011	VTI rapport 736A
Livscykeloptimering, LCC. Aktuella initiativ i Sverige	R Karlsson	?	VTI (PDF)
Lågtrafikerade vägar. En litteraturstudie utifrån nytta, standard, tillstånd, drift och underhåll	K Edvardsson	2013	VTI rapport 775
Lönsamhetsberäkning av beläggningsunderhåll	J Lang	2000	Trafikverket
Maintenance Backlog – Estimation and Use	A Weninger-Vycudil et al.	maj-09	ERA-NET ROAD
Manual kalkylverktyg vännen	-	2007	Trafikverket
Manual Vännen 07. Excelverktyg för Drift- och Underhållskalkyler	R Karlsson	2008-02-11	
Marginalkostnader för drift och underhåll av det nationella vägnätet – skattningar med data från 2004-2009	M Haraldsson	2012	VTI notat 29-2011
Multi-year maintenance optimization for paved public roads – segment based modeling and price-directive decomposition	P-Å Andersson	2007	Linköpings universitet
Nya mått; ett underlag för en utvecklingsstrategi inom området vägytemätningar	L Sjögren, T Lundberg & P Andren	2002	VTI notat 23-2002
PAV-ECO/ RIMES	-	dec-99	PSMS

Planning and Programming of Maintenance Budgets	-	2004	PIARC
PM-Effektbeskrivning av planförslaget för Drift och underhåll. Bakgrund till underlagsrapport för effektbeskrivning	K Natanaelsson & J Åkesson	2013	Trafikverket
Process för effektsamband och samhällsekonomi och modeller i Trafikverket	-	2013	Trafikverket
RIMES ⁶ : Final Consolidated Progress Report	-	dec-99	PSMS ⁷
RIMES WP2 Report: Review of Road Infrastructure Systems and Models in EU Member States	-	nov-98	PSMS
RIMES WP3 Report: Network Level Management Model	-	nov-99	PSMS
RIMES WP4: Life Cycle Analysis for Bridges and Other Structures	-	dec-99	PSMS
RIMES WP4: Project Analysis For Pavements	-	dec-99	PSMS
RIMES WP4: Prototype Software User Manual and Documentation	-	dec-99	PSMS
RIMES WP4: Works Programming Analysis	-	nov-99	PSMS
RIMES WP5: Maintenance Standards and Strategies	-	nov-99	PSMS
RIMES WP6: Pilot Trial of the Network Level Management System in Finland	-	nov-99	PSMS
RIMES WP6: Pilot Trial of the Project and Works Programming Analysis in Greece	-	okt-99	PSMS
RIMES: Final Report	-	dec-99	PSMS
Road Condition Management Policies for Low Volume Roads – Tests and Development of Proposals	S Johansson & K Johansson	2007	ROADDEX III
Road Maintenance Review International Comparison	J Ward	2012	World Road Association (WRA)
Road user effect models – the influence of rut depth on traffic safety	A Ihs et al.	2011	VTI rapport 731A
Samfunnsmessige konsekvenser av ulikt innsatsnivå i drift og vedlikehold	-	2006	Statens Vegvesen

⁶ RIMES = Road Infrastructure Maintenance Evaluation Study

⁷ PSMS = Pavement and Structure Management System

Statens offentliga utredningar 2009:31 Effektiva transporter och samhällsbyggande – En ny struktur för sjö, luft, väg och järnväg, del 2	-	2009	Sveriges riksdag
Strategi för utveckling av en samhällsekonomisk analysmodell för drift, underhåll och reinvestering av väg- och järnvägsinfrastruktur	M Andersson et al.	2011	VTI rapport 706
Svenska vägtillståndsmått då, nu och i morgon. Del 2: Nu-år 2005-2009	L Sjögren & T Lundberg	2011	VTI rapport 718
SVV Håndbok 111: Standard for drift og vedlikehold av riksveger	-	2012	Statens Vegvesen
Trafikanternas krav på vägars tillstånd. En enkätstudie av förarens uppfattning om belagda vägar	L Eriksson & A Ihs	2010	VTI rapport 668
Trafikanternas krav på vägars tillstånd. En fokusgruppsstudie	P Loukopoulos et al.	2008	VTI notat 13-2008
Trafikanternas krav på vägars tillstånd. En körsimulatorstudie	A Ihs et al.	2010	VTI rapport 669
Trafikanternas krav på vägars tillstånd. En litteraturstudie rörande trafikantenkäter och trafikantintervjuer	A Ihs, G Öberg & L-G Wågberg	2007	VTI notat 18-2007
Trafikanternas krav på vägars tillstånd. Sammanfattande slutrapport	A Ihs	2010	VTI rapport 702
Trafikverkets samhällsekonomiska kalkylvärden	-	2013	Trafikverket
Transportsystemets behov av kapacitetshöjande åtgärder sammanfattning	-	2012	Trafikverket
Underhållstandard belagd väg	-	2012	Trafikverket
Underlag till schabloner för DoU-kostnader i EVA och Vägverkets Effektsamband för nybyggnad och förbättring. Sammanställning och analys	R Karlsson	2008	VTI notat 10-2008
Vehicle and Human Vibration Due to Road Condition	J Granlund	2012	ROADDEX IV

WSP och Parsons Brinckerhoff har gått samman och är nu ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi erbjuder tjänster för hållbar samhällsutveckling inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Bredd och mångfald kännetecknar våra medarbetare, kompetensområden, kunder och typer av uppdrag. Tillsammans har vi 31 500 medarbetare på över 500 kontor i 39 länder. I Sverige har vi omkring 2 800 medarbetare.

Vår verksamhet bedrivs inom WSP Analys & Strategi, WSP Bro & Vattenbyggnad, WSP Byggprojektering, WSP Environmental, WSP Management, WSP Process, WSP Samhällsbyggnad och WSP Systems.