

Intern rapport

Intern rapport nr. 2178

Etatsprosjekt:
SAMFUNNSTJENLIGE
VEGTUNNELER

Delprosjekt G:
Levetidskostnader

Modell for levetidskostnader
for tekniske komponenter

Oktober 2000



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling

Intern rapport nr. 2178

Delprosjekt G: Levetidskostnader Modell for levetidskostnader for tekniske komponenter

Sammendrag

Statens vegvesen har gjennom etatssatsingsprosjektet "Samfunnstjenlige vegtunneler" satt fokus på trafiksikkerhet, miljø og langsiktig eierskap innenfor tunnelteknologien. Prosjektet som går over fire år har som målsetting å videreutvikle og forbedre dagens teknologi og gi rom for nytenking ved å utvikle mer kostnadseffektive, bedre, sikrere og mer miljøvennlige tunneler. Etatssatsingsprosjektet er inndelt i flere delprosjekt.

Delprosjekt "Levetidskostnader" har bl. a. som målsetting:

"å definere, utvikle og prøve ut enkle modeller som beregner levetidskostnader ut fra gitte forutsetninger. Slike modeller forutsettes brukt som verktøy til strategisk planlegging ut fra kostnadseffektivitet og driftsoptimalisering"

Tidligere har delprosjektet gitt ut rapport om levetidskostnader hvor fokus er rettet mot en samlet driftsoptimalisering for tunnel. Her inngår foruten investeringskostnader og drifts- og vedlikeholdskostnader også parameter for beregning av samfunnsnyttens/-konsekvensen i form av forsinkeleskostnader.

Levetidskostnader for enkeltkomponenter i tunnel retter fokus på beregning av rene levetidskostnader for tekniske delelementer i tunnelen. Det er fortrinnsvis de tyngre kostnadsbærende elementene som naturlig vil kunne dra nytte av en slik modell.

Gjennom hele levetiden til et tunnelprosjekt gjøres det fornyinger og oppgraderinger av teknisk utstyr, pga. slitasje og/eller teknisk utvikling. Hele tiden står man overfor alternative valg av løsninger og metoder. Det er da viktig at man synliggjør konsekvensene av de valgene man gjør ut i fra et langsiktig eieransvar. Hovedmålsettingen for en hver anskaffelse er optimale levetider med lavest mulig kostnad.

Emneord: *Tunnel, Etatsprosjekt, Samfunnstjenlige vegtunneler, Levetidskostnader, FOU, Driftsoptimalisering*

Kontor: *Geologi- og tunnelkontoret*
Saksbehandler: *Harald Buvik*
Dato: *Oktober 2000*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Vegteknisk avdeling
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Innhold

1. Innledning	2
2. Modellkrav	3
3. Forutsetninger for bruk av modellen	4
Vedlegg: LCC-modell for enkeltkomponenter	5

1. Innledning

Delprosjekt "Levetidskostnader" innen etatsprosjektet "Samfunnstjenlige vegtunneler" har tidligere utviklet en todelt levetidskostnadsmodell for tunnel. Denne modellen beregner både verdiskapingen for storsamfunnet og samfunnsnyten for trafikantene som bruker tunnelen. Modellen ivaretar videre en samlet driftsoptimalisering for hele prosjektet i en tidshorisont på 40 år. Framtidige kostnader til drift og vedlikehold blir i stor grad fastsatt gjennom de valg som blir tatt allerede i planfasen. Systematisk bruk av levetidskostnadsmodeller, enten i en tidlig fase i prosjektet eller i tilknytning til anskaffelser, vil således øke forutsigbarheten for slike kostnader og synliggjøre konsekvensene gjennom de ulike valg som blir gjort.

Levetidskostnader for enkeltkomponenter i tunnel retter fokus på beregning av rene levetidskostnader for det enkelte delement (f.eks. en vifte) i tunnelen. Modellen brukes til å beregne levetidskostnadene i sin enkleste form og er i sine prinsipper generell. I tunnel-sammenheng vil det fortrinnsvis være de tyngre kostnadsbærende elementene som naturlig vil kunne dra nytte av en slik modell. For å kunne utnytte fullt ut også denne modellen, forutsettes det at konsistente erfaringsdata er tilgjengelige.

Gjennom hele levetiden til et tunnelprosjekt gjøres det fornyinger og oppgraderinger av teknisk utstyr, enten pga. slitasje og/eller teknisk utvikling. Hele tiden står man ovenfor alternative valg av løsninger og metoder. Det er da viktig at man synliggjør konsekvensene av de valgene man gjør ut i fra et langsiktig eieransvar. Hovedmålsettingen for en hver anskaffelse er optimale levetider med lavest mulig kostnad.

2. Modellbeskrivelse

Utgangspunktet har vært å utvikle en enkel LCC (life cycle cost) -modell, beregnet for enkeltkomponenter spesiell rettet mot tekniske installasjoner i tunneler.

LCC-modellen er i sin oppbygging meget enkel og lettforståelig, og med en lav brukerterskel som forutsetning. Modellen beregner levetidskostnadene basert på investeringer og drifts og vedlikeholdskostnader. Den kan også ta hensyn til utrangeringskostnader for enkeltkomponentene.

Modellen gir muligheter for å legge inn alle tekstbeskrivelser som er nødvendig. Den inneholder videre en kort beskrivelse av et beregningsselement.

For å kunne beregne konsekvensene av reinvesteringer av tekniske enkeltkomponenter gir modellen muligheter til dette fritt innenfor en tidshorisont på 25 år. Det er også muligheter for å ta hensyn til restverdier eller skrapverdier ved eventuelle utskiftninger av elementer i den samme perioden.

3. Forutestninger for bruk av modellen

Modellen for "Levetidskostnader for tekniske enkeltkomponenter" er forutsatt brukt som verktøy ved planlegging av nye enkeltkomponenter og ved drift og/eller opprusting av gamle. Gjennom bruk av modellen kan valg av alternative tekniske løsninger, utstyr og materialvalg vurderes og sammenlignes før beslutninger tas.

Modellen kan selvsagt også benyttes som verktøy for beregninger av andre elementer og forhold enn de en finner i tunnelsammenheng.

Selve filosofien som ligger bak bruk av slike modeller for levetidskostnader og driftsoptimalisering, bygger på kravet om bruk av erfaringsdata. Det er erfaringsdataene som kan fortelle noe om den historiske kostnadsutviklingen for det enkelte element. Når denne utviklingen holdes opp mot andre valg og alternativer vil dette kunne fortelle noe om mulighetene for kostnadseffektivisering.

Når det gjelder tilgang på historiske data fra drift og vedlikehold er hovedproblemet at slike data enten er vanskelig tilgjengelig eller ikke er konsistente. Den tekniske utviklingen av utstyr og løsninger gjør at det ikke alltid er relevant å sammenligne gamle erfaringer med nye alternativer som vi ikke vet hvordan vil fungere. Likevel vil det være ønskelig å følge opp de valg som tidligere er gjort for å kunne tilbakeføre noe kunnskaper til nye prosjekter.

Erfaringsdataene er således de parametre som er helt avgjørende for å kunne måle ett eller flere andre elementers potensiale for optimalisering, basert på historisk utvikling. Det betinger imidlertid at det gjøres definerte valg for hvilke nivåer som skal danne basis for ulike erfaringsdata.

Et optimalt vedlikehold innebærer lavest mulige vedlikeholdskostnader, liten stengetid, god driftstilgjengelighet og driftssikkerhet, optimal levetid på konstruksjoner og utstyr og ivaretagelse av sikkerhetsnivået. Optimale levetider betyr nødvendigvis ikke lengst mulig levetid. Hensynet til omfanget av vedlikeholdskostnadene vil være helt sentralt i en slik vurdering. Beregning av optimalt utskiftingstidspunkt for teknisk utstyr vil kunne ivareta dette hensynet og vil være det neste steget for å oppfylle den overordnede målsettingen om kostnadseffektivisering.



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

MODELL FOR LEVETIDSKOSTNADER

FOR

TEKNISKE KOMPONENTER

VERSJON TK 01.0 - 2001/N

COPYRIGHT :

STATENS VEGVESEN - VEGDIREKTORATET
NORGE

Skjerm bilde 2 av 6		Modell for Levetidskostnader for Tekniske Komponenter				
Copyright : Statens vegvesen			Versjon TK 01.0 - 2000/N			
Fylke :	08 Telemark	Kort beskrivelse av elementet :			Beløp i	TOTAL
Tunnelnavn :	DD - XXXX				(1000- kr)	SUM
Element kode :					* Innkjøpspris	300
Beregnet dato :	05.09.2000				* Monteringskostnader	0
Beregnet av :	Jørund Lien				* Event. tilleggsregninger	0
					* Event. prisjusteringer	0
ELEMENT :	MMM XXXX 000				* Forhåndsbetalte serviceavtaler	0
					* Ledig linjefelt	0
					* Ledig linjefelt	0
					* Ledig linjefelt	0
					* Ledig linjefelt	0
FABRIKAT	NN				* Ledig linjefelt	0
TYPE	KK				TOTAL INVESTERINGS - SUM	1000- kr
Serie nr	2345678.01235				300	1,000
Prod. år	2000				Simulering	
Leverandør	OSBNN					
Levert dato/år	20.05.2000					
					TAST INN DRIFTSBUDSJETT	
					Årsbudsjett	
					Driftskostnader	200
					Vedlikeholdskostnader	600
					TOTAL Tilgjengelig ÅRS -SUM	800
Leverandørens stipulerte tekniske levetid for elementet :		Ja	Nei	Ant. år	Dato	
		x		5		
			x			
		x				
					Avkastningskrav i %	7 %
					Inflasjonsfaktor	2,8 %
					Velg antall beregningsår	25
					Total LCC	11500,0
						diskontert
					(1000 - kr)	
					26409,4	nominelle
					Beregnet	
					Dato	05.09.2000
					Av :	Jørund Lien

Modell for Levetidskostnader for Tekniske Komponenter

Copyright : Statens vegvesen

Versjon TK 01.0 - 2000/N

$$LCC = (CI_0 + CI_n) + \sum_{n=1}^{n=T} ((CO_n + CME_n) \pm (SV_T))$$

Beregnet

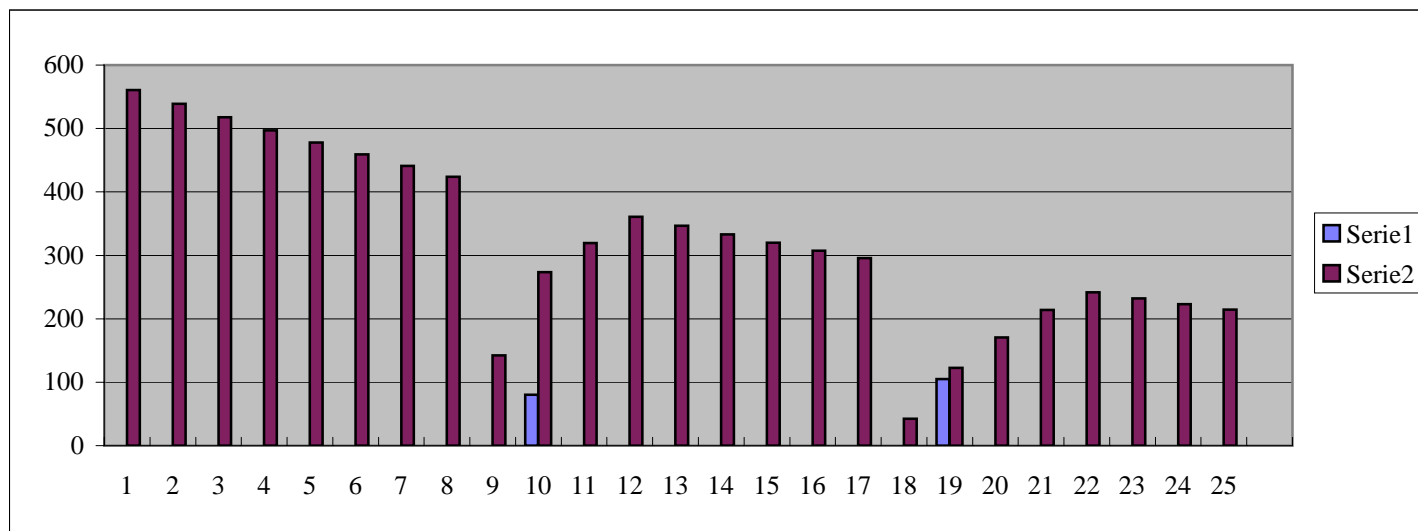
Dato 05.09.2000

Av : Jørund Lien

Avkastningskrav : 7 %

Inflasjonsfaktor : 2,8 %

ÅR	Inv.-beløp		Års	Årskost			Års	Årskost			Skrap/		
0	300		Fakt	(1000 -kr)	Disk.	Sim.	Fakt	(1000 -kr)	Disk.	Sim.	Restverdi	Disk	År
	Re-inv.										(1000 kr)		
	i perioden	Disk.											
1			1,000	200,0	186,92	1,00	1,000	600,0	560,75	1,00			1
2			1,000	205,6	179,58	1,00	1,000	616,8	538,74	1,00			2
3	0	0,0	1,000	211,4	172,53	1,00	1,000	634,1	517,59	1,00	0	0,00	3
4	0	0,0	1,000	217,3	165,76	1,00	1,000	651,8	497,27	1,00	0	0,00	4
5	0	0,0	1,000	223,4	159,25	1,00	1,000	670,1	477,75	1,00	0	0,00	5
6	0	0,0	1,000	229,6	153,00	1,00	1,000	688,8	459,00	1,00	0	0,00	6
7	0	0,0	1,000	236,0	146,99	1,00	1,000	708,1	440,98	1,00	0	0,00	7
8	0	0,0	1,000	242,7	141,22	1,00	1,000	728,0	423,67	1,00	0	0,00	8
9	80	43,5	1,000	249,4	135,68	1,00	1,000	261,9	142,47	0,35	-18	-9,79	9
10	0	0,0	1,000	256,4	130,36	1,00	1,000	538,5	273,75	0,70	0	0,00	10
11	0	0,0	1,000	263,6	125,24	1,00	1,000	672,2	319,36	0,85	0	0,00	11
12	0	0,0	1,000	271,0	120,32	1,00	1,000	813,0	360,97	1,00	0	0,00	12
13	0	0,0	1,000	278,6	115,60	1,00	1,000	835,7	346,80	1,00	0	0,00	13
14	0	0,0	1,000	286,4	111,06	1,00	1,000	859,1	333,19	1,00	0	0,00	14
15	0	0,0	1,000	294,4	106,70	1,00	1,000	883,2	320,11	1,00	0	0,00	15
16	0	0,0	1,000	302,6	102,51	1,00	1,000	907,9	307,54	1,00	0	0,00	16
17	0	0,0	1,000	311,1	98,49	1,00	1,000	933,3	295,47	1,00	0	0,00	17
18	105	31,1	1,000	319,8	94,62	1,00	1,000	143,9	42,58	0,15	0	0,00	18
19	0	0,0	1,000	328,8	90,91	1,00	1,000	443,9	122,73	0,45	34	9,40	19
20	0	0,0	1,000	338,0	87,34	1,00	1,000	659,1	170,32	0,65	0	0,00	20
21	0	0,0	1,000	347,4	83,91	1,00	1,000	886,0	213,98	0,85	0	0,00	21
22	0	0,0	1,000	357,2	80,62	1,00	1,000	1071,5	241,86	1,00	0	0,00	22
23			1,000	367,2	77,46	1,00	1,000	1101,5	232,37	1,00	0	0,00	23
24			1,000	377,5	74,42	1,00	1,000	1132,4	223,25	1,00	0	0,00	24
25			1,000	388,0	71,49	1,00	1,000	1164,1	214,48	1,00	200	36,85	25
							11500,02						
	185	74,58		7103,4	3012,00		Lcc - Sum	18605,0	8076,98		216	36,46	



1) STOLPEDIAGRAM :

Sorte stolper :

Kurve for vedlikeholdskostnadene

(Serie 2- sort)
(diskontert)

Blå stolper :

Re- investering i perioden (Serie 1- blå)

(nominelle kroner)

Beregnet

Dato 05.09.2000

Av : Jørund Lien

Modell for Levetidskostnader for Tekniske Komponenter

Copyright : Statens vegvesen

Versjon TK 01.0 - 2000/N

Skjerm bilde 5 av 6

MINI * MANUAL**

Tast inn Tekst /Data i følgende skjerm bilder :

01

Skjerm bilde H_Input : NB !! I grønne felt legges det inn tekst eller tall.

Følg linjeveiledningen !

1)

I feltet for "Element" Tast inn komponent - navn :

For eks. "Ventilasjonsanlegg/ Vifter" i grønt felt. Følg veiledningen for hvert felt og legg inn tekst eller tall etter behov.

For Total investreings- sum kan en i feltet "TOTAL SUM" legge inn total innkjøpssum eller dele denne opp som feltet viser. De 4 nederste linjene er ledige og det kan legges inn tekst etter behov. Det er her mulig å simulere total investeringsbeløp opp eller ned for hurtig å beregne stigning eller minskning av levetidskostnadene for hovedinvesteringen.

2)

Tast inn driftsbudsjett : Her legges inn budsjett for planlagte drifts- og vedlikeholdskostnader.

Drift - og vedlikeholdskostnader tastes inn i hver sin celle. Dette er nødvendig da modellen beregner framtidige prognoser oppdelt i driftkostnader og vedlikeholdskostnader.

3)

I celle for avkastningskravet i % (Rentekrav) er 7 % lagt inn som standard. Denne kan endres etter behov.

4)

I celle for inflasjonsfaktor er 2,8 % lagt inn. Denne kan endres etter behov.

5)

I denne versjon beregner modellen inntil maks. 25 år. Men du kan selv velge de antall år du ønsker fra 0 til 25 år. Velg antall beregningsår på skjerm bilde "H_Input" Dersom du velger beregningsår mindre enn 3 år, må du ta bort alle beløp i de 2 grønne feltene "Re-inv. i perioden" og "Skrap/Restverdi"

6)

Modellen beregner nå ut de totale levetidskostnadene LCC for det antall år du har valgt.

Beløpene får du både i diskonterte kroner og i nominelle kroner NB ! (Beløp i 1000- kroner)

7)

I grønne felter for "Ja" og "Nei" spørsmål - Eksempelvis Serviceavtale, LCC Garanti, settes "x" - liten "x" i "ja" eller "nei" cellene.

02

Skjerm bilde LCC :

8)

Dette skjerm bilde er et ark der beregningene blir utført.

Her er det er lagt inn en mulighet for å kunne sette inn eventuelle Re- investeringer/utskiftninger

Se kolonne "Re-investeringer i perioden" fra og med år 3 til og med år 22.

Det er også en egen kolonne for å sette inn eventuell Restverdi/Skrapverdi ved utskiftninger.

NB !! Husk å ta bort eventuelt innlagte beløp i grønne felt "Re-inv" og Skrap/Restverdi" dersom du velger beregningsår mindre enn 3 år.

9)

Årsfaktor : Her er det mulighet for å endre budsjett- beløp år for år i tillegg til den vanlige

inflasjonsjustering som blir justert automatisk i modellen. Dette gjelder både for driftskostnadene CO og vedlikeholdskostnadene CME. Dette gir også mulighet for å sette inn det faktisk oppnådde års- beløp (Regnskapstall) for å få en korrekt beregning.

Det er også innlagt muligheter for å simulere med de årlige drifts- og vedlikeholdskostnadene, også etter at de faktiske regnskapstall er innlagt ved hjelp av årsfaktoren.

Modell for Levetidskostnader for Tekniske Komponenter

Skjerm bilde 6 av 6

Versjon TK 01.0 - 2000/N

UTVIKLET AV :

JØRUND LIEN

I

SAMARBEID MED

HARALD BUVIK
BJØRN FLATEKVAL

STATENS VEGVESEN
NORGE

ÅR 2000

OPPHAVSRETT - EIENDOMSRETT

STATENS VEGVESEN - innehar alle opphavsrettigheter til denne programvaren og det trykte materialet som omhandler dette programmet. Eiendomsretten til de magnetiske / optiske media som programvaren er levert på, samt det trykte materialet som beholdes av Statens vegvesen.

NB !! Dette Program er beskyttet av lover og internasjonale konvensjoner om opphavsrett, herunder lov av 12. mai 1961 nr. 2 om opphavsrett til åndsverk m.v., samt andre lover og konvensjoner vedrørende immaterielle rettigheter.

Det er derfor ulovlig å selge eller kopiere dette dataprogram uten tillatelse fra den som har utviklet programmet, eller har rettighetene til programmet.

**Alle rettighetene til denne programvaren tilhører :
STATENS VEGVESEN VEGDIREKTORATET
NORGE**