

Intern rapport

Intern rapport nr. 2224

Etatsprosjekt:

SAMFUNNSTJENLIGE

VEGTUNNELER

Delprosjekt G:

Levetidskostnader

**Sluttrapport om utvikling av
levetidskostnadsmodell for
tunnel**

Oktober 2001



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling

Intern rapport nr. 2224

Delprosjekt G: Levetidskostnader Sluttrappport om utvikling av levetidskostnadsmodell for tunnel

Sammendrag

Statens vegvesen har gjennom etatssatsingsprosjektet "Samfunnstjenlige vegtunneler" satt fokus på trafikksikkerhet, miljø og langsiktig eierskap innenfor tunnelteknologien. Prosjektet har hatt 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 hatt som målsetting:

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

Utgangspunktet for dette delprosjektet var ønsket om å utvikle en enkel modell for beregning av levetidskostnader for tunneler. En slik modell skulle bidra til å oppfylle etatsprosjektets målsetning om å medvirke til optimalisering av levetidskostnadene gjennom rett valg av utstyr og løsninger, både gjennom investering og drift/vedlikehold.

Det er betydelig kapital som allerede er nedlagt og som i framtiden vil bli nedlagt i norske vegtunneler. Dersom forvaltningen av denne kapitalen skal skje ut i fra hensynet til det langsiktige eierskapet, er det vanskelig å se hvorledes det kan ivaretas uten å legge langt sterkere vekt på levetidskostnader som forutsetning for valg av metoder og løsninger både ved investeringer og drift.

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

Kontor: *Geologi og tunnelkontoret*

Saksbehandler: *HBU*

/ HF

Dato: *August 2001*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo

Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Innhold

- 1 Innledning

- 2 Generell beskrivelse av LCC – LCP

- 3 Hovedmodell
 - 3.1 Generelt
 - 3.2 Beskrivelse og bruk av modellen
 - 3.3 LCC ved driftsoptimalisering
 - 3.4 LCC ved anskaffelser
 - 3.5 Øvrige modeller

- 4 Erfaringsdata

- 5 Videre arbeid
 - 5.1 LCC ved differensierte levetider
 - 5.2 Endring av programspråk
 - 5.3 Forhold til andre systemer i etaten
 - 5.4 Organisasjon

Vedlegg: Modellen

Forord

Statens vegvesen har gjennom etatssatsingsprosjektet "Samfunnstjenlige vegtunneler" satt fokus på trafiksikkerhet, miljø og langsiktig eierskap innenfor tunnelteknologien. Prosjektet har hatt 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 hatt som målsetting:

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

Det er betydelig kapital som er nedlagt i norske vegtunneler. Dersom forvaltningen av denne kapitalen skal skje ut i fra hensynet til det langsiktige eierskapet, er det vanskelig å se hvorledes det kan ivaretas uten å legge langt sterkere vekt på levetidskostnader som forutsetning for valg av metoder og løsninger både ved investeringer og drift.

Prosjektgruppen har bestått av:

Harald Buvik	Statens vegvesen Vegdirektoratet
Jørund Lien	Statens vegvesen Telemark / Lien LCP Consulting
Bjørn Flatekval	Statens vegvesen Buskerud

1 Innledning

I en tid hvor det er grunn til å tro at tilgangen til midler til bl.a. drift og vedlikehold ikke blir lettere og hvor kravet til optimalisering av de allerede tilgjengelige midlene stadig blir sterkere, bør derfor mer fokus rettes mot levetidskostnader som forutsetning for valg av metoder og løsninger.

Man har etter hvert erkjent at kostnadene til drift og vedlikehold i stor grad blir fastsatt gjennom de valg som blir tatt allerede i planfasen. Dette medfører at behovet for å få fram et verktøy hvor man kan fokusere på en samlet driftsoptimalisering blir mer og mer aktuelt.

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 klarer å synliggjøre konsekvensene av de valg man gjør ut fra et langsiktig eieransvar. Hovedmålsettingen for en hver anskaffelse er optimale levetider med lavest mulig kostnad.

Tunnelbyggingen har etter hvert blitt mer knyttet mot trafikkavviklingshensyn i trafikkette områder i motsetning til tidligere hvor det ofte var rene framkommelighetshensyn som var viktigste kriterier. Denne dreiningen mot flere "høytrafikk tunneler" har også medført at det bygges tunneler med mer utstyr og som igjen innebærer flere og mer komplekse anlegg å drifte og vedlikeholde.

En stor del av den eksisterende tunnelmassen har behov for oppgradering av enten det allerede eksisterende utstyret eller på grunn av at det mangler sikkerhetsutstyr som det enten ikke var krav om ved det tidspunktet tunnelen ble bygd eller som det er kommet krav om i ettertid.

Det er betydelig kapital som allerede er nedlagt og som i framtiden blir investert i norske vegtunneler. Dersom forvaltningen av denne kapitalen skal skje ut i fra hensynet til det langsiktige eierskapet, er det vanskelig å se hvorledes det kan ivaretaes uten å legge langt sterkere vekt på levetidskostnader både ved investering og drift og vedlikehold

Utgangspunktet for dette delprosjektet var ønsket om å utvikle en enkel modell for beregning av levetidskostnader for tunneler. En slik modell skulle bidra til å oppfylle etatsprosjektets målsetning om å medvirke til optimalisering av levetidskostnadene gjennom rett valg av utstyr og løsninger. Slike valg blir gjort i en meget tidlig fase av et hvert tunnelprosjekt og det er derfor meget viktig at disse valgene blir gjort ut fra de rette forutsetninger og perspektiv som nettopp ivaretar det langsiktige eieransvaret.

Levetidskostnader har tradisjonelt blitt omtalt og demonstrasjonsbrukt i samband med teoretiske regneeksempler. Dette gjelder generelt og er ikke spesielt knyttet til drift og vedlikehold av tunneler. Det har imidlertid etter hvert utviklet seg en stadig voksende erkjennelse av at den til tider manglende forutsigbarhet omkring framtidige drifts- og vedlikeholdskostnader for tunneler, har blitt en økende utfordring.

Valg som påvirker utstyr og løsninger i tunnelene er med på å legge premissene for framtidige kostnader. Denne erkjennelsen har vært avgjørende for ønsket om å få utvikle modell(er) som innehar nødvendig fleksibilitet til å ivareta både konsekvenser av investeringsvalg og av drifts- og vedlikeholdsvalg.

Systematisk bruk av levetidskostnadsberegninger har frem til nå vært lite benyttet i vegvesenet. Ferdige modeller for slike beregninger av LCC for tunneler har heller ikke vært tilgjengelige.

I dag er det vanlig at det fokuseres i stor grad på anskaffelsesprisen ved investering av utstyr:

Konsekvensen av dette er at man ofte får produkter som i sum medfører levetidskostnader som er betydelig høyere enn om det hadde blitt valgt løsninger med høyere anskaffelsespris.

Det er nå utviklet en hovedmodell for beregning av levetidskostnader og lønnsomhet for drift av tunneler. En variant av denne modellen beregner også verdiskapningen LCP under gitte forutsetninger.

Dette bør være første trinnet i en utvikling hvor også beregning av optimale utskiftingstider og optimale økonomiske levetider for teknisk utstyr blir systematisert. En slik utvikling vil også kreve større grad av tilstandsstyrt vedlikehold.

Det antas at det generelt vil bli satt krav til økt bruk av levetidskostnader når "Nye retningslinjer for offentlige anskaffelser" blir gjort gjeldende.

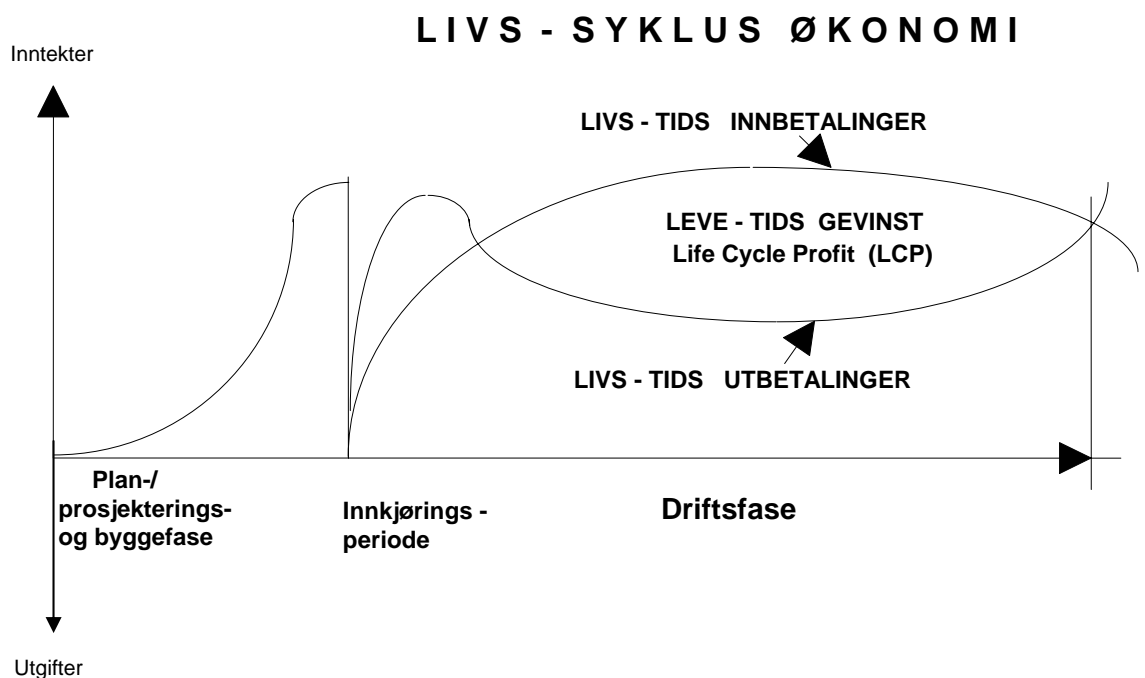
2 Generell beskrivelse av LCC – LCP

Levetidskostnader LCC (Life Cycle Cost) for en tunnel, er i sin enkleste form en summarisk oversikt over alle kostnadene for en tunnels totale levetid. Med total levetid menes både plan-/prosjekterings- og byggefasen, samt hele driftsfasen.

For både planlegging og anskaffelser av teknisk utstyr er det viktig å fokusere på de totale livslengdekostnadene. Det er disse kostnadene som er grunnlaget for den senere utvikling av den total økonomiske tunneldriften.

Under driftsfasen vil erfaringene vise at en god styring av levetidskostnadene og dermed vedlikeholdskostnadene, i stor grad vil påvirke tunnelens totale driftssikkerhet og driftstilgjengelighet.

Analysemodeller for levetidsgevinsten LCP (Life Cycle Profit) er en videreutvikling av levetidskostnadsanalyser LCC. Ved en LCP-analyse tas det i sterk grad hensyn til de årlige samfunnsinntektene og -utgiftene under hele levetidssyklusen. Dessuten legges det stor vekt på driftstilgjengeligheten. Det vil si at LCP-analysen er en mer utvidet variant av levetidskostnadsanalysen LCC.



Tradisjonelt når det skal bygges en tunnel, snakkes det mye om byggekostnader, om sikkerhet, enda mer om leveringsdatoer og kanskje mest om innkjøpsprisen for tekniske installasjoner. I noen tilfelle diskuteres vedlikeholdskostnadene, men sjelden eller aldri noe om de totale levetidskostnadene. Det reageres først når man blir konfrontert med både vedlikeholdskostnadene og de totale årskostnadene, som senere blir til levetidskostnader LCC.

Men her er det viktig å være klar over at både vedlikeholds- og de totale levetidskostnader er ikke noe som bare hender, de er både bestilt og betalt for.

Valg av systemløsning, komponenter og materialer i relasjon til de belastninger tunneler utsettes for under drift, definerer langt på veg vedlikeholdsbehovet og levetidskostnadene LCC

Deler av industrien har på dette området kommet et godt stykke lenger enn mange andre.

Spesielt innenfor romfart, flyindustrien og til dels kjernekraftindustrien har det utviklet seg en forståelse for sammenhengen mellom påliteligheten til utstyret og nivået på vedlikeholdet og dessuten sikkerheten til personalet og driftsøkonomien til maskinutstyret. Disse faktorer har en nøye sammenheng med omfanget og ikke minst kvaliteten til vedlikeholdet.

Dette har medført at det de siste 30 årene har utviklet seg bedre rutiner for periodisk vedlikehold av produksjonsutstyr, periodisk inspeksjon og utskiftning av komponenter basert på skjønn eller enkle statistiske modeller. Men det har også vist seg at denne form for forebyggende vedlikehold i mange tilfelle kan være en ineffektiv og kostbar metode. Basert på de erfaringer som kom fram innen de forskjellige industrier, ble det etter hvert klart at skulle en forbedre og optimalisere vedlikeholdsproblematikken for produksjonsutstyr, måtte en gå grundigere til verks.

I de senere år har det vært fokusert på å se kostnader ved en investering eller et kjøp over prosjektets eller produktets totale levetid. Det er en sammenheng mellom de forskjellige levetidsfaser som det må tas hensyn til. Som et eksempel kan nevnes at mange av de problemer som oppstår i driftsfasen og som må løses av vedlikeholdspersonellet, har sin årsak i egenskaper som ble fastlagt under plan-/prosjekteringsfasen.

En av de store utfordringer som møter dagens og framtidens bedriftsledere innen bygg- og anleggsektoren, er det økende behovet for økonomisk styring av de tekniske og menneskelige ressursene.

Utviklingen i teknologi og den stadig økende konkurransen har gitt bransjen et større behov for å utvikle nye økonomiske beregningsmetoder og dertil hørende

administrative systemer. Dette kan realiseres ved i stigende grad å utnytte automatiserte produksjonssystemer og samtidig utvikle fleksible og markedstilpassede økonomiske beslutnings- og styringssystemer.

Levetidskostnadene er brukerens totale kostnader forbundet med kjøp/ bygging, drift og vedlikehold av et anlegg, eller f. eks. en tunnel. En LCC analyse er et verktøy for å komme frem til de laveste levetidskostnadene med riktig kvalitet.

I tillegg til å være et beslutningsverktøy for å velge mellom ulike investeringsalternativer, gir LCC / LCP analyser verdifulle opplysninger om et prosjekts økonomiske levedyktighet. Det er også aktuelt å benytte LCC analyser i arbeidet med å identifisere kostnadselementer med særlig betydning for de totale kostnadene.

Erfaringsmessig har det vist seg at vurderinger og beslutninger som tas tidlig i plan-/prosjekteringsfasen er mer avgjørende for LCC enn de beslutninger som tas senere i levetiden. Dette kommer som en følge av at riktige løsninger i denne fasen har stor innvirkning på drift- og vedlikeholdskostnadene og i mange tilfeller vil disse kostnadene kunne overstige innkjøpskostnaden.

3 HOVEDMODELL

Modell for beregning av levetidskostnader og lønnsomhet for drift av tunneler

3.1 Generelt

Modellen er forholdsvis stor og omfattende, men det er lagt stor vekt på at den skal være lett å bruke. Selve tenkingen og forutsetningen for utnyttelsen av en slik modell bygger på krav om konsistente erfaringstall for drift av tunneler. Dersom det finnes erfaringstall så skal disse brukes.

Dersom erfaringstall imidlertid ikke finnes, kan det brukes en forhåndsdefinert prosentfordeling av drifts- og vedlikeholdskostnadene. Denne fordelingen bør også bygge på erfaring. Modellen regner ut levetidskostnadene både for hele tunnelen og for tekniske installasjoner. Samtidig kan en også regne ut lønnsomheten for tunnelen som helhet. Med lønnsomhet menes her at en kan simulere fram lønnsomhet i prosent i forhold til lønnsomhetskravet for offentlige investeringer som for tiden er 7 % . På fagspråket kalles dette «internrente».

Modellen har også den fordel at den er meget godt anvendbar ved innkjøp av nye tekniske installasjoner. Når tilbud er innhentet på nye tekniske installasjoner eller ved oppgradering av eldre, kan modellen brukes til å finne det mest økonomiske tilbudet, sett over den tekniske installasjonens levetid.

3.2 Beskrivelse og bruk av modellen

Modellen, se vedlegg, består av 17 skjermbilder, pluss åpningsbilde og bilder for brukermanual og eiers rettigheter. Åpningsbilde for modellen viser modellens navn, versjon nr./utgivelses- år og eiernavn.

Skjermbildene i modellen viser med grønne felter hvilke tall som skal brukes og hvor tallene skal settes inn.

Det to første skjermbildene S-2Tun og S-2K er informasjons- og hovedbilder. Bilde S-2Tun brukes når en skal foreta en beregning for hele tunnelen. Det legges inn tall eller tekst i de grønne feltene. For å få en riktig beregning av de totale levetidskostnadene for hele tunnelen er det viktig at en også legger inn tallet for tunnelens totale byggekostnad.

På dette bilde må en også velge antall år som en ønsker å foreta beregningen. Maks. antall år er 40. Her er det også et skjermbilde som viser et diagram over levetidskostnadene.

Bilde S-2K er beregnet for beregning av tekniske komponenter. Sett inn tunnel navn og lag en kort beskrivelse av komponenten, eventuelt tilbud fra to anbydere. Deretter følg veiledningen på skjermbilde.

Skjermbilde «Input- Kost» brukes hvis man ønsker en hurtig beregning, basert på prosentfordeling av kostnadene for tunneldriften og tekniske installasjoner. Når en velger en slik hurtigberegning, legger en inn bare driftskostnadene og vedlikeholdskostnadene. Modellen er da så automatisert at når disse to tall er innlagt, er beregningen ferdig.

Bilde Tunnel-D består av tre skjermbilder. Bilde 1 og 2 viser beregningen for levetidskostnadene for komplett tunnel, samtidig som den beregner lønnsomhetskriterium i prosent. For at tunnelen skal være samfunnsmessig lønnsom må den ha et lønnsomhetskriterium som er større enn 7 %. Bilde 3 viser nåverdiprofilen. Der den skjærer den horisontale X-aksen, er nåverdien lik null og vi har lønnsomhetsprosenten.

Bilde Renhold viser kostnadene for renhold av tunnelen pr. år og totalt for de valgte beregningsår.

For tekniske installasjoner har modellen 4 like skjermbildesett:

1. Bilde Tekn-ins1 viser beregningsbildene for Ventilasjonsanlegg gruppen «Tekniske Installasjoner»
2. Bilde Tekn-ins2 viser beregningsbildene for Pumpestasjoner og Pumper
3. Bilde Tekn-ins3 viser beregningsbildene for Belysning og Lysarmaturer
4. Bilde Tekn-ins4 viser beregningsbildene for Utstyr for sikkerhet og overvåkning

Hver av disse 4 gruppene består av to skjermbilder:

1. Første skjermbilde i hver gruppe er det bilde der en legger inn budsjettall i grønne felter, eller får ferdig utfylt budsjett-tall hvis en bruker «prosentmetoden»

Ved vanlig bruk av modellen der hensikten er å beregne levetidskostnadene LCC for en type installasjon eller LCC for hele tunnelen, kommer svarene fram automatisk, når driftskostnadene er innlagt.

Men skal en beregne lønnsomhetskriteriet i prosent må en legge inn beløpet for komponentinvesteringen og velge antall beregningsår. Deretter må en simulere seg fram til lønnsomhetskriteriet i prosent.

2. Skal en også bruke et av disse 4 skjermbildene til å velge det beste innkjøps tilbudet for en teknisk installasjon, for eksempel et ventilasjonsanlegg, må en også bruke det ekstra skjermbilde, såkalt skjermbilde B - som finnes på samme Ark-fanen i Excel. Dette blir omtalt under pkt. 3.4 «LCC ved anskaffelser».

3.3 LCC ved driftsoptimalisering

På alle skjermbilder som inneholder beregninger av drift- og vedlikeholdskostnader, eller beregninger av framtidige prognoser av disse, så er det lagt inn muligheter for driftsoptimaliseringer.

Det er innført to hovedmuligheter for å simulere med drifts- og vedlikeholdskostnadene:

- Årsfaktor
- Sim

Disse to mulighetene framgår tydelig på hvert skjermbilde som inneholder beregninger av drift- og vedlikeholdskostnader.

Ved hjelp av Årsfaktoren 1,000 kan en gå inn og endre denne opp eller ned.

F.eks.: Dersom en går inn i år 3 og endrer årsfaktoren fra 1,000 til 1,120 så betyr dette at det opprinnelig kostnadstallet i år 3 øker med 12 prosent. Setter en inn tallet 0,900 så minsker kostnadstallet i år 3 med 10 % .

Fordelen med dette er at en kan se de framtidige konsekvenser ved at driftskostnadene endrer seg i forhold til det som er budsjettert.

Det er ytterligere en fordel med årsfaktoren . Det er sjelden at årsregnskapet blir slik som budsjettert. Når et driftsår er gått og de faktiske regnskapstallene foreligger, kan en gå inn i det aktuelle året og ved hjelp av årsfaktoren sette inn det faktiske regnskapsstall. Ved hjelp av denne faktoren kan framtidige prognoser bli basert på faktiske regnskapstall.

Dette innebærer at LCC-beregningene vil gi en bedre prognose for framtidige drifts- og vedlikeholdskostnader.

Videre er det innført en faktor til som kalles « Sim » Denne faktor brukes når en vil vurdere hvilke økonomiske og/eller tekniske konsekvenser en varierende vedlikeholdsinnsats medfører.

3.4 LCC ved anskaffelser

LCC-modellen er bygget slik at den også kan brukes ved anskaffelser av teknisk utrustning.

I skjermbilde S-2K kan en legge inn tunnelnavn samt navn på tekniske komponenter som ønskes anskaffet.

Når tilbudene er mottatt kan LCC-modellen brukes som et støtteverktøy for å velge det mest økonomiske tilbudet sett over den tekniske installasjonens levetid.

LCC-modellen inneholder skjermbilder for beregninger av både drift og innkjøp av tekniske installasjoner.

Tar vi for eks. for oss «Ventilasjonsanlegg» og ser på skjermbilde 6 B -- Ventilasjonsanlegg/ Komponenter, så inneholder dette innkjøpsberegninger for to forskjellige anlegg.

På dette skjermbilde kan en da legge inn to atskilte tilbud. En legger da inn innkjøpspris, driftskostnad, vedlikeholdskostnad, og strømkostnad for hvert av de to tilbudene. Har ikke leverandørene oppgitt tall på nevnte kostnader, bør disse stipuleres.

Deretter settes inn stipulerte levetider for tilbudt utstyr. Avkastningskravet som er på 7 % ligger fast i modellen. Dette er bestemt av Finansdepartementet og gjelder generelt for statlige anskaffelser. Når dette er gjort regner modellen ut den totale nåverdisum på hvert av tilbudene.

Det tilbudet som har lavest nåverdisum er det økonomisk mest gunstige. Årskostnadene blir også beregnet for hvert alternativ.

Som en ekstra kontroll kan en også beregne nåverdiprofilen og lønnsomhetsgraden i prosent. Dette for å kontrollere at den ligger over 7 %. For å gjøre dette må en benytte skjermbilde 6 A. I dette skjermbilde legges automatisk inn differansen i innkjøpspris for de to tilbudene. Dette tall hentes automatisk fra Skjermbilde 6B, mens differansen for de totale driftskostnadene må legges inn manuelt på bilde 6A i grønn rute, som heter «Driftskostnader» NB ! Dette tall må være årskostnadene.

Deretter simulerer en fram på vanlig måte «lønnsomhetskriteriet» i prosent, med andre ord «internrenten» Denne bør da være større enn 7 %.

Vanligvis vil de innhentede tilbud på teknisk utstyr ha forskjellige levetider. Ved denne beregningsmetode har vi antatt at levetidene for de tilbudte leveransene er like. I de tilfeller hvor oppgitte levetider er forskjellige, kan man ikke uten videre sammenligne resultatene slik de foreligger, jfr. kap. 5.1.

3.5 Øvrige modeller

I løpet av prosjektperioden er det utviklet ytterligere to modeller som kan benyttes for levetidsberegninger:

1. LCC – LCP modell for investering og driftsoptimalisering. Denne modellen er utviklet i første versjon og tar hensyn til verdiskapingen som en tunnel gir. Parameter for slik beregning er innspart reisetid. Arbeidet med LCP-beregninger i denne modellen er gjort utelukkende i samsvar med gjeldende prinsipper for konsekvensutredning. Jfr. internrapport nr. 2158
2. Det er også utviklet en enkel LCC modell beregnet for tekniske komponenter. Modellen brukes til å beregne levetidskostnadene i sin enkleste form og er i sine prinsipper generell. Jfr. internrapport nr. 2178

4 Erfaringsdata

Kvaliteten på de verdier som legges inn i modellen er avgjørende for kvaliteten på de resultater modellen beregner. Tilgangen til relevante erfaringstall er derfor av største viktighet.

Når det gjelder tilgang på historiske data fra drift og vedlikehold i tunneler er dagens situasjon at slike data enten er vanskelig tilgjengelige 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. Vi snakker her om fakta/statistiske data om elementenes driftssikkerhet, levetid, tilgjengelighet i forhold til trafikkavvikling og kostnader fra investering til drift og vedlikehold. Graden av systematikk når det gjelder innsamling av slike data har til nå ikke vært god nok.

Filosofien som ligger bak bruken av slike modeller for driftsoptimalisering er at en fortrinnsvis har tilgang til erfaringsdata. Det er disse som kan fortelle noe om den historiske kostnadsutviklingen innenfor vedlikeholdet, både for enkeltelementer og samlet. Når denne utviklingen holdes opp i mot valgt standard kan den samtidig si noe om forutsetninger for kostnadseffektivisering.

Erfaringsdata er således det parameter som er helt avgjørende for å kunne måle en historisk utvikling opp i mot framtidige krav og samtidig fortelle noe om potensial for optimalisering. Det betinger imidlertid at det gjøres nødvendige valg for hvilke nivåer som skal danne basis for ulike erfaringsdata. I modellen er det gjort et slikt valg hvor en del typiske og ikke minst kostnadskrevende tunnelelement er utvalgt.

Det er ikke gitt at disse valgene er de mest hensiktsmessige. Valgene er likevel gjort ut i fra det faktum at detaljeringsgraden ikke skal være for stor og modellen dermed blir uhåndterlig, samtidig som tilstrekkelige elementer blir tatt med for å ivareta fleksibiliteten i tunnelvedlikeholdet.

Dersom erfaringstallene er usikre eller mangelfulle kan simulering med ulike sett estimater være et alternativ, men resultatene må vurderes ut fra den usikkerhet som ligger i estimatene.

Et optimalt vedlikehold innebærer lavest mulige vedlikeholdskostnader, kort stenetid per gang og totalt, 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 sentral 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.

Dette innebærer etablering av et samordnet, målrettet og nøye tilpasset oppfølgingsnivå, ikke for grovt ikke for detaljert, og som praktiseres likt.

5 Videre arbeid

5.1 LCC ved differensierte levetider

Det er vanlig at det oppgis forskjellige tekniske levetider når det blir innhentet tilbud fra leverandører for levering av tekniske installasjoner til f.eks. tunneler. Når en da skal velge mellom tilbudene, er det vanskelig å velge det tilbud som er mest lønnsomt på sikt.

I hovedmodellen er det laget et program som beregner hvilke tilbud som er gunstigst å velge. Men denne beregning har en svakhet i det matematiske formelverk. Formelverket skiller ikke mellom forskjellige levetider når en til slutt skal beregne den beste nåverdien. Men i det senere år har det blitt utviklet et nytt formelverk som til en vis grad retter på dette. Ved å gjøre noe utviklingsarbeid her, vil det være mulig å rette på dette, slik at en her oppnår et godt resultat. En mener at dette utviklingsarbeid er nødvendig. Dette begrunnes med at det er nødvendig å oppnå et så nøyaktig LCC resultat som mulig, for å kunne forsvare bruken av LCC-analyser i valget mellom flere tilbud fra leverandørene.

Når det gjelder optimalisering av levetider for tekniske installasjoner, for å kunne beregne optimale utskiftningstider, så er dette et meget viktig felt som på sikt kan redusere kostnadene betydelig for tunneldriften. Men dette gjelder ikke bare for tunneler, det kan også komme til stor nytte på andre områder i vegvesenet. Derfor kan det være nyttig å sette i gang et utviklingsarbeid også på dette området.

En fordel ville også være å innføre en større grad av tilstandsstyrt vedlikehold på tunneler med mye kostbart utstyr. Dette kan redusere vedlikeholdet betraktelig på sikt. Dette fordi en får mer nøyaktige slitasje-/vibrasjonsmålinger på spesielt utsatte steder, som igjen bidrar til å optimalisere utskiftningene og redusere vedlikeholdskostnadene.

5.2 Endring av programspråk

I dag er modellen utviklet i Excel regneark. Dette er et godt og billig verktøy med mange muligheter. I tillegg har alle som har tilgang til PC i vegvesenet også tilgang til dette verktøyet.

Ved eventuelt salg av modellen til andre land eller til brukere utenfor vegvesenet, vil vi anbefale å legge modellen over i et annet programspråk.

5.3 Forhold til andre systemer i etaten

LCC - modellen er utviklet med tanke på å sette fokus på driftsfasen for en tunnel. Den fungerer som en «selvstendig» beregningsmodell og setter fokus på de totale levetidskostnadene for en tunnel samtidig som den er et nyttig hjelpemiddel

med hensyn til innkjøp av tekniske komponenter. Den er derfor et framtidsverktøy og et godt tillegg til nåværende verktøy i Statens vegvesen.

Grunnlagsdata som skal legges inn i modellen kan hentes fra hhv. Vegdatabanken, Prodsys eller Spektrum. Hovedkilden for data vil i framtiden være Vegdatabanken. Overføring av data fra disse systemene og/eller mellom systemene til LCC-modellen må foreløpig gjøres manuelt.

5.4 Organisasjon

Vi vil sterkt anbefale at en i vegvesenet bevist går inn for en satsing i bruk av LCC – LCP i årene framover. Dette er noe som er like aktuelt for all næringsvirksomhet, offentlig så vel som privat. Et bevisst forhold til LCC - LCP vil i det lange løp være med på å redusere de totale levetidskostnadene for et prosjekt, en løsning eller element sett over dets levetid.



**Statens vegvesen
Vegdirektoratet**

MODELL FOR BEREGNING AV

LEVETIDSKOSTNADER

OG

LØNNSOMHET

FOR

DRIFT AV TUNNELER

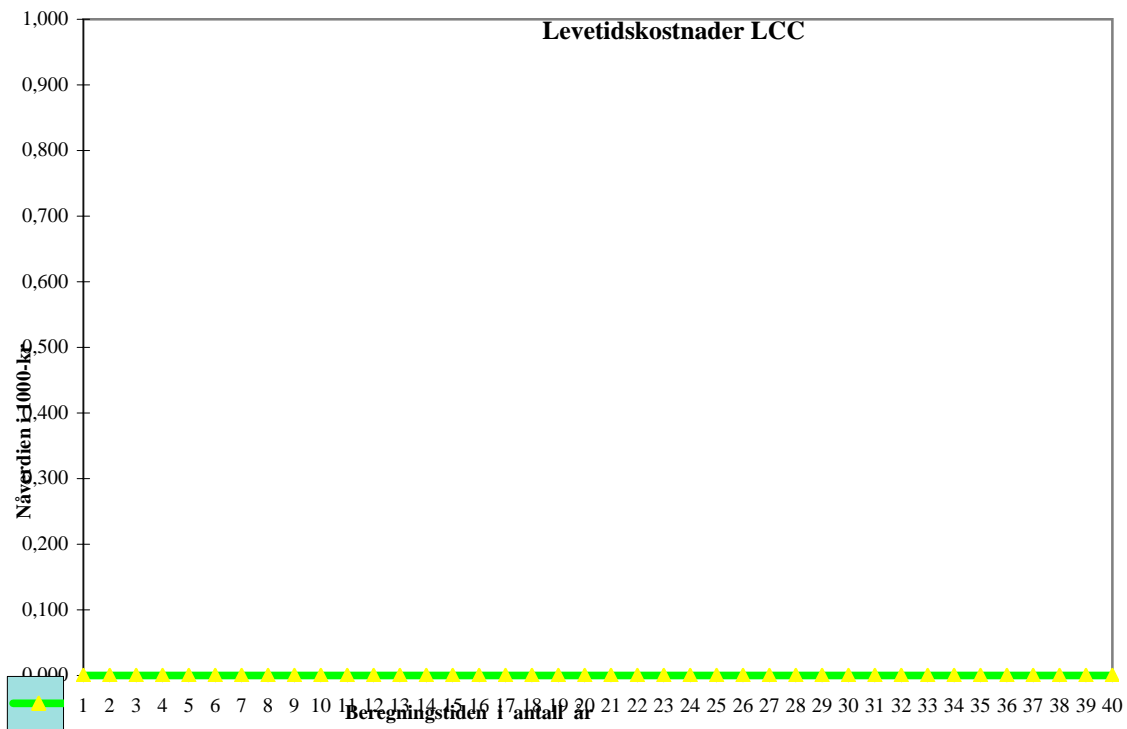
Versjon HM 01.0 - 2001/N

**COPYRIGHT : STATENS VEGVESEN VEGDIREKTORATET
NORGE**

Januar 2001

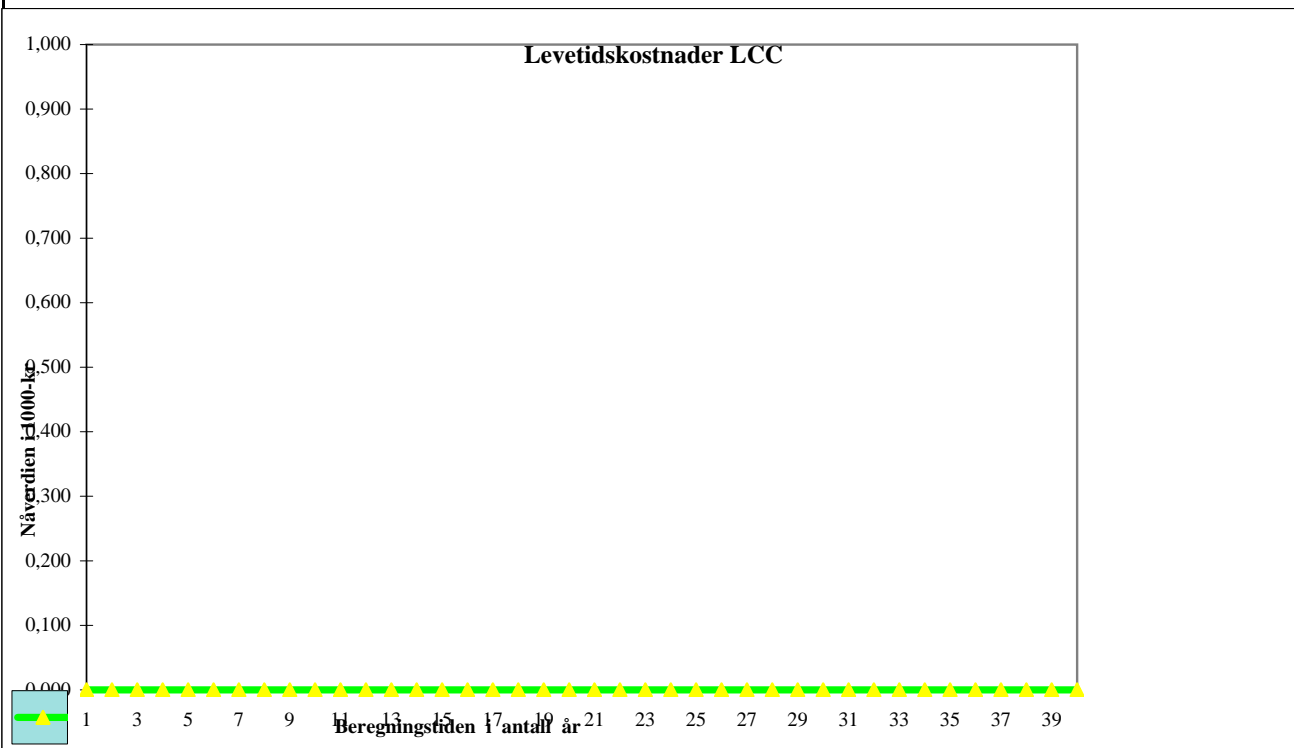
STATENS VEGVESEN		LCC - MODELL FOR TUNNELER		År 2001
				Side 1A
				Side 1B ↓
1	TUNNEL :			
2	Fylke :			
3		ÅPNINGSDATO --- ÅR --- DATO		
4		TUNNEL LENGDE		Meter
			0,0	Km
<i>(Beløp i 1000- kr)</i>				
5		Total investerings - sum ved ferdigstillelse		
6		Avkastnings - krav i prosent	7	
7		Inflasjonsfaktor i % infl. =	0	
8		Velg antall beregningsår		
		(Kan velge beregningstid fra 1 til 40 år med 1 - års intervaller)		
<i>(Beløp i 1000- kr)</i>				
9		Beregnet Totale Levetidskostnader LCC	0	
10		TOTAL PROSJEKT - Lønnsomhetsgrad i %	0,00	
				Lands_Kode + 47
11	Vegkontor		Telefon	
	Beregnet dato :		Mobil	
			FAX	
	Beregnet av :		Kopi	
			Kopi	
COPYRIGHT : STATENS VEGVESEN VEGDIREKTORATET NORGE				

(Diagram, skjermbilde S_1B)



STATENS VEGVESEN		LCC - MODELL FOR TUNNELER		År 2001	
				Side 2A	
				Side 2B-K ↓	
1	Tunnel -				
	Navn				
		TUNNEL LENGDE		0	
				Meter	
2	Teknisk				
	Komponent				
3		Avkastnings - krav i prosent		7	
		Inflasjonsfaktor i % infl. =		0	
4		Velg antall beregningsår			
		(Kan velge beregningstid fra 1 til 40 år med 1 - års intervaller)			
		For tekniske komponenter anbefales fra 8 til 15 år			
		<i>(Beløp i 1000- kr)</i>			
5		Levetidskostnader LCC -- Bare for valgt driftsperiode		0	
6		Tek. komponenter - Lønnsomhetsgrad i %		0,00	
7	Vegkontor		Lands_Kode	+ 47	
	Beregnet dato :		Telefon		
			Mobil		
			FAX		
	Beregnet av :		Kopi		
			Kopi		
COPYRIGHT : STATENS VEGVESEN VEGDIREKTORATET NORGE					

(Diagram, skjermbilde S_2B-K)



		År 2001						
		Årsbudsjett (1000 kr)						
Prosess								
		Årlige Driftskostnader	0					
		Årlige Vedlikeholdskostnader	0					
						Prosent- fordelt budsjett		
			Drift	Strøm	Vedlikehold	Beløp Drift	Beløp Strøm	Beløp Vedl.hold
37	Prosent-fordeling	Tunnel				0		0
38.7	Prosent-fordeling	Renhold				0		0
38.13	Prosent-fordeling	Ventilasjonsanlegg				0	0	0
38.15	Prosent-fordeling	Pumpestasjoner				0	0	0
38.12	Prosent-fordeling	Belysning -Lysarmatur				0	0	0
38.21	Prosent-fordeling	Utstyr for sikkerhet og overvåkning				0	0	0
		Prosent Sum	0		0	0	0	0
						SUM	SUM	SUM

Levetidskostnadene LCC **0** (1000-kr)

Sum drift inkl. strøm **0**

Lønnsomhets - kriterium i prosent **0,00**

for hele tunnelen

Sum vedl.hold og drift **0**

DRIFTS - OG VEDLIKEHOLDSKOSTNADER							INVESTERING	Side 4 A			
Tunnel - inkl. hvelvkledning							(1000-kr)	Side 4 B og C			
Prosess	Dekke kjørebaner		365 Døgn		Drift	Total investerings-					
37	Drenering, Annet		Årskost	Årskost		sum for komplett					
			(1000- kr)	%-fordelt	(1000 - kr)	tunnel	Velg				
							antall	0			
							beregningsår				
37	Driftskostnader		0	0							
	Vedlikeholdskostnader		0	0							
LCC =						0,0					
							Lønnsomhets-	0,00	#DIV/0!		
								#DIV/0!	Nv ~ 0		
							Lønnsomhets - kriterium i prosent				
							Må være større enn 7 % for å gi lønnsomhet				
År	Inv.beløp		Drifts-			Vedl.hold		SUM	Kostnad	Årlig	
0	0	Års fakt	kostnader	Sim	Års fakt	kostnader	Sim	kostnad	Disk.	Infl.-	
1		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000		
2		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
3		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
4		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
5		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
6		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
7		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
8		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
9		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
10		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
11		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
12		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
13		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
14		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
15		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
16		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
17		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
18		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
19		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
20		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0	
			0,000				0,000	0,000	0,000		

VEGV	DRIFTS - OG VEDLIKEHOLDSKOSTNADER										Side 4 B
LOGO	Tunnel - inkl. hvelvkledning										
Prosess	Dekke kjørebaner										
37	Drenering, Annet										

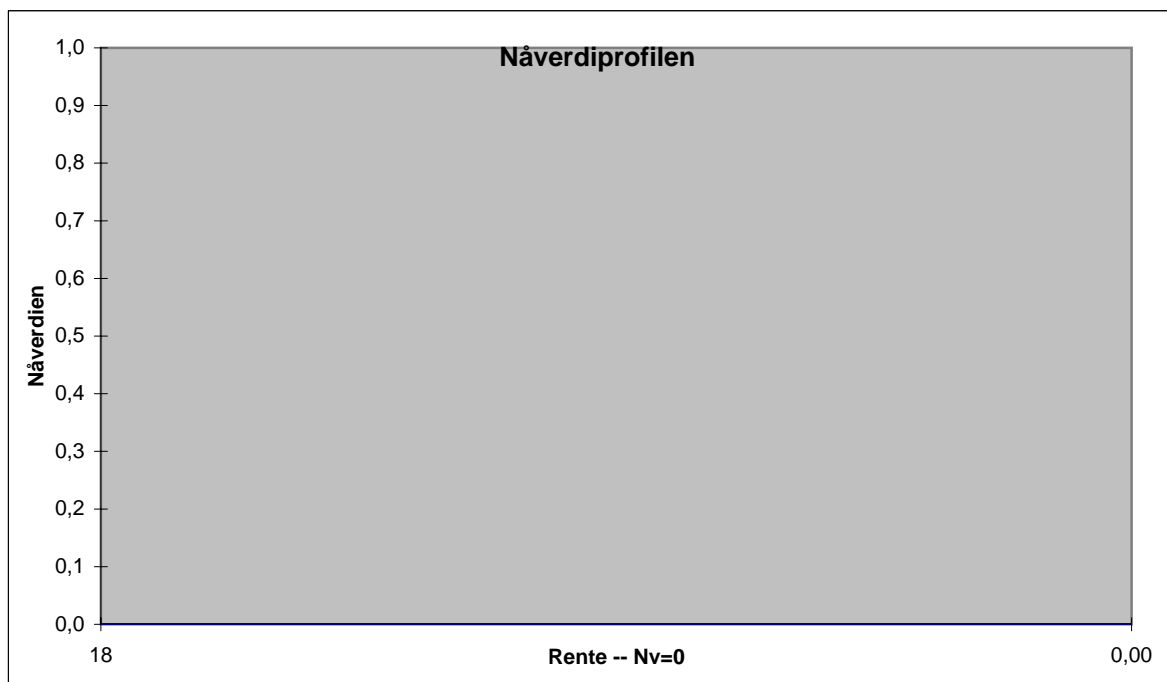
År	Års fakt	Drifts-		Års fakt	Vedl.hold		SUM	Kostnad	Årlig
		kostnader	Sim		kostnader	Sim			
21	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
22	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
23	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
24	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
25	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
26	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
27	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
28	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
29	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
30	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
31	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
32	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
33	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
34	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
35	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
36	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
37	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
38	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
39	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0
40	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000	0,0

0,000
0,000

0,000
0,000

0,000	0,000
0,00	0,00
0,00	0,00

pluss



Kapitalkostnad i %	Kontantstrøm_Drift	Investering	Nåverdi
0	0 0,0	0	#DIV/0!
	18 0,0		
	0,00 #DIV/0!		
Avkastning i prosent	0,00		#DIV/0!

DRIFTS - OG VEDLIKEHOLDSKOSTNADER**Tunnel - inkl. hvelvkledning**

Prosess	Renhold :Vask/ -		365 Døgn		Drift				
38.7	Feiing		Årskost	Årskost					
			(1000- kr)	%- fordelt	(1000 - kr)				
	Driftskostnader		0	0					
	Vedlikeholdskostnader		0	0					
LCC = 0 (1000-kr)									
År	Årlig Infl.- %	Års fakt	Drifts-kostnader	Sim	Års fakt	Vedl.hold kostnader	Sim	SUM kostnad	Kostnad Disk.
0									
1		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
2	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
3	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
4	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
5	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
6	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
7	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
8	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
9	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
10	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
11	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
12	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
13	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
14	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
15	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
16	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
17	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
18	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
19	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
20	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
21	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
22	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
23	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
24	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
25	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
26	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
27	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
28	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
29	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
30	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
31	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
32	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
33	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
34	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
35	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
36	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
37	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
38	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
39	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
40	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
			0,000			0,000		0,000	0,00
								SUM kost	kost-disk

DRIFTS - OG VEDLIKEHOLDSKOSTNADER												Side 6A
Tekniske Installasjoner			Døgn			Komponent -- (1000-kr)				Side 6 B		
Prosess	Ventilasjonsanlegg			365	Årskost	investering :		0				
38.13				Årskost	%-fordelt	Velg		1				
Driftskostnader			0,00	0	beregningsår							
Vedlikeholdskostnader			0	0								
Strømforbruk			0	0								
			1000-kr				0,00		#DIV/0!			
			LCC =		0,0				#DIV/0!	Nv ~ 0		
Lønnsomhets - kriterium i prosent												
Må være større enn 7 % for å gi lønnsomhet												
År	Årlig Infl.- %	Års fakt	Drifts-kostnader	Sim	Års faktor	Vedl.hold kostnader	Sim	Års faktor	Strøm forbruk	Sim	SUM kostnad	Kostnad Disk.
0												
1		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
2	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
3	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
4	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
5	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
6	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
7	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
8	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
9	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
10	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
11	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
12	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
13	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
14	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
15	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
16	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
17	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
18	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
19	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
20	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
21	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
22	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
23	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
24	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
25	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
26	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
27	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
28	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
29	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
30	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
31	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
32	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
33	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
34	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
35	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
36	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
37	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
38	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
39	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
40	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000

0,000

0,000

0,000

0,0

0,0

Kontroll-summer
Utviklingsperiode

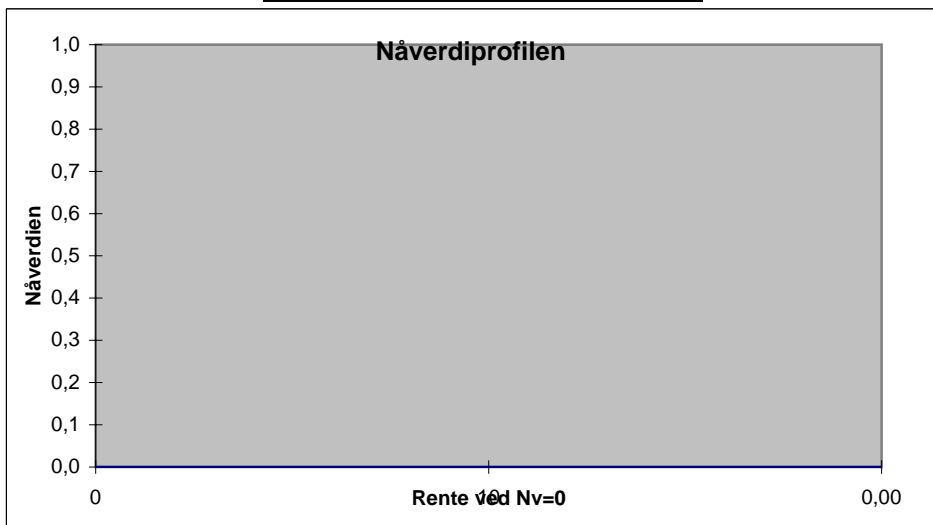
Prosess **Ventilasjonsanlegg/ Komponenter**
38.13

INNKJØPSBEREGNINGER FOR 2 FORSKJELLIGE ANLEGG

Alle tall i 1000-kr			Antall år	Rentekrav		Delta Inv.	
Tilbud - 1	Innkjøpspris	0	10	7	Prosent	0	
1	Driftskostnad	0	Investeringskostn.		0	Delta drift	
2	Vedlikeholdskost.	0	Nåverdien av kostnadene		0	0	
3	Strømkostnad	0					ÅRSKOSTNADER
SUM kostnad		0	Nåverdi - SUM		0	0,0	
Tilbud - 2	Innkjøpspris	0	Investeringskostn.		0		
1	Driftskostnad	0	Nåverdien av kostnadene		0		
2	Vedlikeholdskost.	0					0,0
3	Strømkostnad	0	Nåverdi - SUM		0		
SUM kostnad		0					

Konklusjon :

NÅVERDIPROFILER



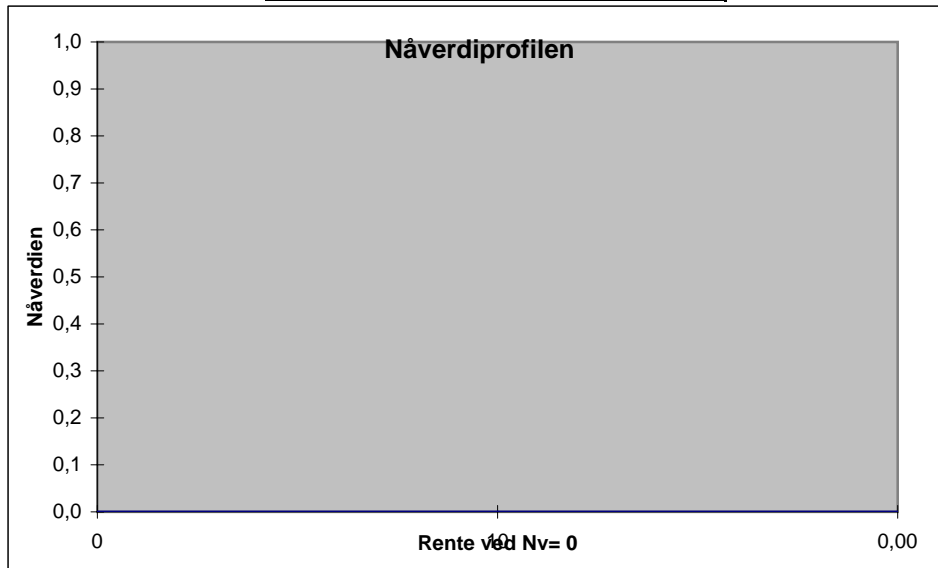
Kapitalkostnad i %	Kontantstrøm_Drift	Investering	Nåverdi
0	0	0	#DIV/0!
	10		
	0,00		#DIV/0!
Avkastning i prosent →	0,00		#DIV/0!

Prosess **Pumpestasjoner**
 38.15 **Pumper**

INNKJØPSBEREGNINGER FOR 2 FORSKJELLIGE ANLEGG

Alle tall i 1000-kr			Antall år	Rentekrav	Prosent	Delta Inv.	
Tilbud - 1	Innkjøpspris	0	10	7		0	
1	Driftskostnad	0	Investeringskostn.		0	Delta drift	
2	Vedlikeholdskost.	0	Nåverdien av kostnadene		0	0	
3	Strømkostnad	0					ÅRSKOSTNADER
	SUM kostnad	0	Nåverdi - SUM		0	0,0	
Tilbud - 2	Innkjøpspris	0					
1	Driftskostnad	0	Investeringskostn.		0		
2	Vedlikeholdskost	0	Nåverdien av kostnadene		0		
3	Strømkostnad	0					
	SUM kostnad	0	Nåverdi - SUM		0	0,0	

NÅVERDIPROFILEN



Kapitalkostnad i %	Kontantstrøm_Drift	Investering	Nåverdi
0	0	0	#DIV/0!
	10		
	0,00		#DIV/0!
Avkastning i prosent	0,00		#DIV/0!

DRIFTS - OG VEDLIKEHOLDSKOSTNADER												Side 8A
Tekniske Installasjoner										Døgn	Komponent -- (1000-kr)	Side 8 B
Prosess	Belysning - Lysarmaturer				365	Årskost	investering :		0			
38.12					Årskost	%-fordelt	Velg antall		1			
Driftskostnader				0	0	beregningsår						
Vedlikeholdskostnader				0	0							
Strømforbruk				0	0							
				1000-kr						0,00	#DIV/0!	
				LCC =		0,0				#DIV/0!	NV ~ 0	
Lønnsomhets - kriterium i prosent												
Må være større enn 7 % for å gi lønnsomhet												
År	Årlig Infl.- %	Års fakt	Drifts-kostnader	Sim	Års faktor	Vedl.hold kostnader	Sim	Års faktor	Strøm forbruk	Sim	SUM kostnad	Kostnad Disk.
0												
1		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
2	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
3	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
4	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
5	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
6	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
7	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
8	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
9	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
10	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
11	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
12	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
13	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
14	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
15	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
16	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
17	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
18	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
19	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
20	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
21	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
22	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
23	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
24	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
25	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
26	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
27	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
28	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
29	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
30	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
31	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
32	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
33	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
34	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
35	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
36	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
37	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
38	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
39	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
40	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
									0,000		0,00	0,0

For kontroll i utviklingsperiode

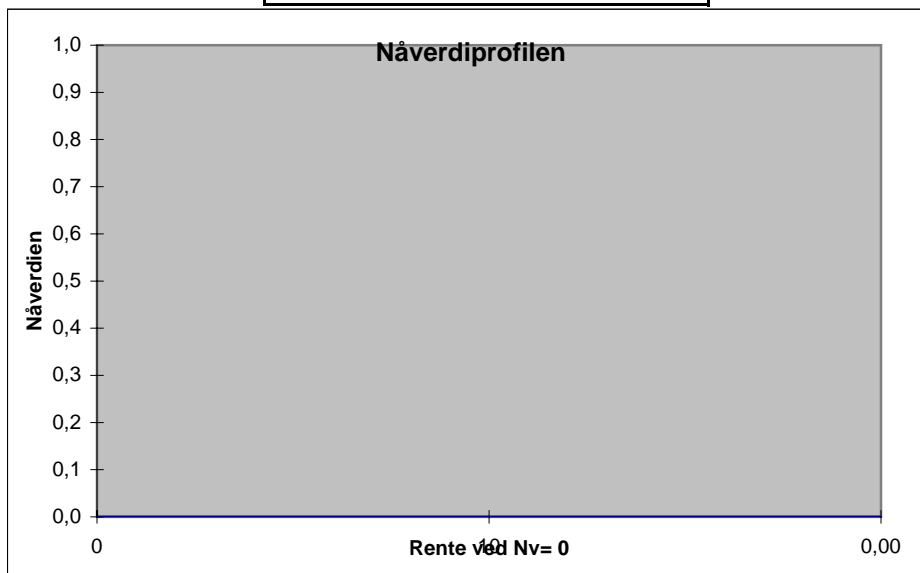
Prosess **Belysning - Lysarmaturer**

38.12

INNKJØPSBEREGNINGER FOR 2 FORSKJELLIGE ANLEGG

Alle tall i 1000-kr			Antall år	Rentekrav	Prosent	Delta Inv.
Tilbud - 1	Innkjøpspris	0	10	7		0
1	Driftskostnad	0				Delta drift
2	Vedlikeholdskost.	0				0
3	Strømkostnad	0				
SUM kostnad		0				
			Investeringskostn.	0		
			Nåverdien av kostnadene	0		
						ÅRSKOSTNADER
			Nåverdi - SUM	0		0,0
Tilbud - 2	Innkjøpspris	0				
1	Driftskostnad	0				
2	Vedlikeholdskost.	0				
3	Strømkostnad	0				
SUM kostnad		0				
			Investeringskostn.	0		
			Nåverdien av kostnadene	0		
			Nåverdi - SUM	0		0,0

NÅVERDIPROFILER



Kapitalkostnad i %	Kontantstrøm_Drift	Investering	Nåverdi
0	0	0	#DIV/0!
	10		
	0,00		#DIV/0!
Avkastning i prosent →	0,00		#DIV/0!

DRIFTS - OG VEDLIKEHOLDSKOSTNADER												Side 9A
Tekniske Installasjoner		Døgn			Komponent -- (1000-kr)				Side 9 B			
Prosess	* Utstyr for sikkerhet	365	Årskost	investering :		0						
38.21	og overvåkning	Årskost	%-fordelt	Velg		1						
	Driftskostnader	0	0	antall		1						
	Vedlikeholdskostnader	0	0	beregningsår								
	Strømforbruk	0	0									
		1000-kr								0,00	#DIV/0!	
			LCC =	0,0						#DIV/0!	NV ~ 0	
Lønnsomhets - kriterium i prosent												
Må være større enn 7 % for å gi lønnsomhet												
År	Årlig Infl.- %	Års fakt	Drifts- kostnader	Sim	Års faktor	Vedl.hold kostnader	Sim	Års faktor	Strøm forbruk	Sim	SUM kostnad	Kostnad Disk.
1		1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
2	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
3	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
4	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
5	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
6	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
7	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
8	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
9	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
10	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
11	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
12	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
13	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
14	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
15	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
16	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
17	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
18	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
19	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
20	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
21	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
22	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
23	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
24	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
25	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
26	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
27	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
28	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
29	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
30	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
31	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
32	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
33	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
34	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
35	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
36	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
37	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
38	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
39	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
40	0	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	1,000	0,000	1,00	0,000	0,000
								0,000			0,0	0,0
For kontroll i utviklingsperiode										Kontroll-sum Utviklingsperiode		

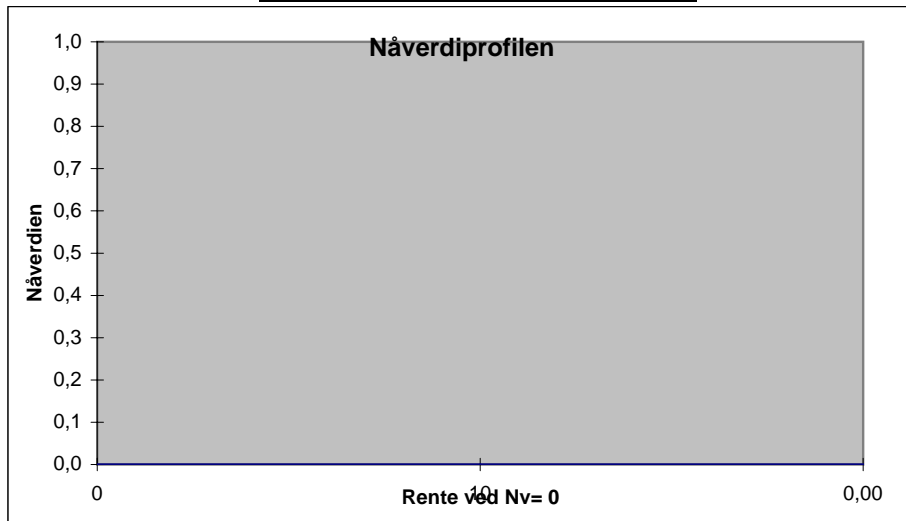
DRIFTS - OG VEDLIKEHOLDSKOSTNADER

* Utstyr for sikkerhet og overvåkning

INNKJØPSBEREGNINGER FOR 2 FORSKJELLIGE ANLEGG

Alle tall i 1000-kr			Antall år	Rentekrav	Prosent	Delta Inv.
Tilbud - 1	Innkjøpspris	0	12	7		0
1	Driftskostnad	0				Delta drift
2	Vedlikeholdskost.	0				0
3	Strømkostnad	0				
SUM kostnad		0				
			Investeringskostn.		0	
			Nåverdien av kostnadene		0	
			Nåverdi - SUM		0	0,0
Tilbud - 2	Innkjøpspris	0				
1	Driftskostnad	0				
2	Vedlikeholdskost.	0				
3	Strømkostnad	0				
SUM kostnad		0				
			Investeringskostn.		0	
			Nåverdien av kostnadene		0	
			Nåverdi - SUM		0	0,0

NÅVERDIPROFILEN



Kapitalkostnad i %	Kontantstrøm_Drift	Investing	Nåverdi
0	0	0	#DIV/0!
	10		
	0,00		#DIV/0!
Avkastning i prosent	0,00		#DIV/0!

STATENS VEGVESEN	
LCC - LCP MODELL FOR TUNNELER	
År 2001	
MINI *** MANUAL	
Tast inn Tekst /Data i følgende skjermbilder :	
01	Skjermbilde S-2Tun brukes når en skal foreta en komplett beregning for hele tunnelen, mens bilde S_2K brukes når en skal beregne tekniske komponenter. Grønne felter brukes til å taste inn tekst eller tall. Følg anvisningen. Det er viktig å velge antall beregningsår. Bilde Input_Kost brukes når du ønsker en hurtig beregning, eller ikke har erfaringstall å legge inn. Ta en vurdering av prosent-fordelingen og justere denne om nødvendig. Deretter legges inn budsjett- tallene for drift og vedlikehold - og beregningen er ferdig.
02	Skjermbilde Tunnel_D består av 3 bilder. Dersom du har erfaringstall og ikke bruker prosentfordeling, kan du legge inn tall for drift og vedlikehold i grønne felter. Når investerings-beløpet og beregningstid er valgt i bilde S_2Tun, er disse tallene også med på Tunnel_D. Det er da mulig å beregne - simulere seg fram til lønnsomhets-kriteriet i prosent for tunnelen. Dette bør helst være over 7 %. Det er også lagt inn mulighet for simuleringer "Sim" faktor på alle driftsbilder. Med disse kan en øke/minske årsbeløpet for hvert år i de 40 årene. Legger en inn tallet 1,10 økes årstallet med 10 %. Tastes 0,90 reduseres årsbeløpet med 10 %. Fordelen med dette er at en kan simulere fram konsekvensene ved kostnads - endringer. Eller en kan få beregnet konsekvensene dersom noen forutsetninger endres. I tillegg til dette er det innført en faktor til : Årsfak. Med denne kan en justere årsbeløpet slik at det blir lik det faktiske regnskapstall for foregående år. Med denne fordelen får en fram faktiske regnskapstall for hvert år som er gått, samtidig som en får prognoser for årene framover. Dermed får en også ferdige budsjett- tall for neste år.
03	Skjermbilde Renhold : Dersom en ikke bruker prosent-fordelte kostnader, kan en legge inn budsjett- tall for drift/ vedlikehold i grønne felter. En får da beregnet kostnader for Vask/Tunnelrenhold for det antall beregningsår en har valgt. Her er det også samme muligheter for simuleringer.
04	Skjermbildene Tekn-Ins : Disse skjermbildene er oppbygget etter samme prinsipp som bilde - Tunnel_D Tekniske Installasjoner består av 4 "Ark" : Bilde 1 - Ventilasjonsanlegg/Vifter Bilde 2 - Pumpestasjoner/Pumper. Bilde 3 - Belysning/Lysarmaturer. Bilde 4 - Utstyr for sikkerhet og overvåkning, prosess 38. Hvert av de 4 "Ark"-ene består av 2 skjermbilder hver. Hovedbilde viser de årlige beregningene av drifts-og vedlikeholdskostnadene samt beregnet kostnader for årlig strømforbruk. For å aktivere disse bildene gjør en følgende : Dersom en ikke bruker prosentfordeling, men har erfaringstall, så skal disse settes inn i de grønne "cellene". Det er også her innført simulering-faktorer med samme muligheter som i skjermbilde Tunnel_D. Det er simulering-faktorer (sim.) for Vedlikehold, Drift og Strømforbruk. Det samme gjelder også for "Årsfaktor" med samme muligheter som på de andre skjermbildene.
05	Skjermbildene for Tekniske Installasjoner har også innebygget en mulighet til, nemlig de kan brukes til å kjøpe inn tekniske komponenter. De kan håndtere 2 tilbud om gangen. Se bilde 2 på hvert hovedark. Hvis en ønsker å kjøpe inn en ny teknisk installasjon f.eks. et ventilasjonsanlegg og har fått inn tilbud fra leverandørene gjør en følgende : På "Ark" Tekn-ins1, som har 2 bilder, tar en fram bilde 2 og legger inn innkjøpspris, oppgitte eller stipulerte drifts- vedlikeholds-og stromkostnader. Deretter legges inn antatt teknisk levetid og avkastningskravet 7 %. Modellen regner da ut nåverdien for hvert tilbud for de valgte antall år, samt nåverdien pr. år. En velger da det tilbud som har den laveste nåverdi-sum. Samtidig bør en også kontrollere at lønnsomhets-kriteriet er over 7%. Dette gjøres slik : På bilde 2 hentes "delta" investering og settes inn på hovedbilde i celle komponent inv. , og "delta"drift omgjøres til årsbeløp (beløp dividert på antall valgte år) og settes inn i grønn celle - driftskostnader. Deretter brukes "prøve -og feile metoden" for å se om lønnsomhets-kriteriet er større enn 7 %.

**Modell for beregning av Levetidskostnader
og Lønnsomhet for drift av tunneler**

Versjon HM 01.0 - 2001/N

UTVIKLET AV :

JØRUND LIEN

I

SAMARBEID MED

HARALD BUVIK
BJØRN FLATEKVAL

STATENS VEGVESEN
NORGE

ÅR 2001

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**