

Lönsamhetskalkyler energisparåtgärder

Utarbetad av
Enno Abel

Beställargruppen lokaler, BELOK, är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Sveriges största fastighetsägare med inriktning på kommersiella lokaler. BELOK initierades 2001 av Energimyndigheten och gruppen driver idag olika utvecklingsprojekt med inriktning mot energieffektivitet och miljöfrågor.

Gruppens målsättning är att energieffektiva system, produkter och metoder tidigare skall komma ut på marknaden. Utvecklingsprojekten syftar till att effektivisera energianvändningen samtidigt som funktion och komfort förbättras.

Gruppens medlemsföretag är:

- AMF Fastigheter
- Akademiska Hus
- Castellum/Corallen
- Fabege
- Fastighetskontoret Stockholms stad
- Fortifikationsverket
- Hufvudstaden
- Jernhusen
- Locum
- Lokalförvaltningen - LF
- Malmö Stad Serviceförvaltningen
- Midroc
- Skandia fastigheter (f.d Diligentia)
- Skolfastigheter i Stockholm - SISAB
- Specialfastigheter
- Statens Fastighetsverk
- Swedavia
- Vasakronan
- Västfastigheter

Till gruppen är även knutna:

- Statens Energimyndighet
- Boverket
- Byggherrarna
- CIT Energy Management

Energieffektivitet	4
Grundläggande begrepp	6
Ränta	6
Nuvärde	6
Årskostnad	8
Nuvärdes- och årskostnadsfaktorn	8
Real ränta	9
Relativa kostnadsändringar	11
Ekonomiska livslängdens inverkan	11
Kalkylränta	12
Relativa prisändringar	12
Lönsamhetskalkyler	13
Beslut om energisparande investeringar	14
Lönsamhetsberäkning	14
Enkel återbetalningsmetod	15
Diskonterad återbetalningsmetod	15
Nuvärdesmetod	16
Årskostnadsmetod	16
Internräntemetod	17
Kassaflödesmetod	18
Besparingskostnadsmetod	19
Ekonomisk dimensionering	20
Investering vs besparing	20
Optimeringsmetoder	21
Årskostnadsmetod	21
Marginalkostnadsmetod	22
LCC metoden	22
Nuvärdet av en enstaka investering $i(r,n)$	25
Nuvärdesfaktor $I(r,n)$	26
Årskostnadsfaktor $P(r,n)$	27

Energieffektivitet

Ett grundläggande villkor för energibesparande tekniska lösningar eller åtgärder i byggnader är att de inte får försämra byggnaden och att resursuppostringen för att åstadkomma besparingen skall vara rimlig. Därav begreppet energieffektivitet, som innebär att för att en energisparande åtgärd eller lösning i en byggnad skall vara energieffektiv krävs att:

- den inte försämrar byggnadens funktion eller långsiktiga hållbarhet
- energibesparingen är i rimlig balans med den resursuppostring den kräver

Den första av de två kraven är i grunden en fråga om byggnadsteknisk och installationstekniks kompetens. Denna är en förutsättning för all energibesparing i byggnader, men behandlas inte i denna skrift, som är helt inriktad på det andra kravet – balansen mellan energibesparing och resursuppostring.

För att kunna bedöma om en energivinst är så stor att den motiverar den resursuppostring som krävs, måste energi som sparas i framtiden kunna jämföras med åtgång av material och arbetsinsatser som krävs vid investeringstillfället. Det innebär dels att man måste ha ett entydigt jämförbart måttetal för energi och resurser, dels att man måste kunna jämföra insatser nu med utfall i framtiden.

Det praktiska sättet för bedömning av energieffektiviteten av tekniska lösningar och åtgärder i byggnader, är att använda penningmått och vedertagna ekonomiska modeller. En ekonomisk värdering är i grunden inte en miljöbedömning. I praktiken har dock både resurskostnader och energikostnader en anknytning även till miljö, bland annat genom regelverk och skatter som motiveras med miljöhänsyn. En skillnad mellan en miljöbaserad värdering och en ekonomisk värdering är att miljövärderingar normalt inte inkluderar mänskligt arbete, vilket däremot en ekonomisk värdering gör.

En ekonomisk värdering är enkel och lätt att följa och bedöma och knyter an till en fastighetsförvaltares verklighet. Det är den som används i praktiken och som behandlas i det följande. Dock är det viktigt att vara medveten om att en ekonomisk bedömning innebär att man tar hänsyn till ekonomiska faktorer enbart. Man kan endast jämföra lösningsalternativ som kan värderas ekonomiskt. Om man exempelvis diskuterar byte av fönster i ett befintligt hus är det ofta lika mycket en komfortfråga som en fråga om energiekonomi. Då måste också komforten komma med som ett viktigt moment i bedömningen. Det kan vara välmotiverat att byta fönster även om det inte skulle vara lönsamt vid en vägning av energivinst mot utbyteskostnad. Här måste medräknas det ekonomiska värdet av såväl energivinsten som innemiljövinsten.

Det är således inte givet att en ekonomisk bedömning enbart alltid är det bästa underlaget för ett klokt beslut om åtgärder. Den är dock nästan alltid en dominerande del av den totala bedömningen. Därför måste man veta vad en ekonomisk bedömning innebär och vad olika val av styrande ingångsdata har för konsekvenser på det resultat man får. Det är bland annat detta som behandlas i det följande.

Inte så sällan kommer det upp synpunkter i stil med att man inte skall föra ”krassa ekonomiska resonemang” utan från hur miljön påverkas. Det finns därför anledning att före de rent ekonomiska resonemangen, något beröra bedömningsmodeller som utgår från inverkan på miljön.

Det finns flera olika sätt bekanta miljöpåverkan av exempelvis ett byggande eller av en teknisk process. En miljömässigt heltäckande metod är "Life Cycle Assessment" LCA, som innebär att alla miljöbelastningar vägs samman. För en byggnad till exempel sammanställs alla miljöbelastningar från produktion av använt material, från bygg- eller installationsprocessen, från husets drift under dess ekonomiska livslängd, samt slutligen från rivning och kvittblivning av restmaterial. Detta skall ge en helhetsbild vad gäller miljöpåverkan. Det är då åtminstone teoretiskt möjligt att på detta sätt studera olika alternativa utföranden och sedan välja det som ger totalt sett minsta miljöpåverkan.

En LCA-modell syftar till att ge en totalbild av hur miljön påverkas av olika processer. Produktionen, driften under livstiden och rivningen av ett hus är ett exempel på sådana processer.

Det finns två huvudtyper av miljöpåverkan:

- Utsläpp av emissioner till luft, mark och vatten. Emissionerna kan vara i gasform, flytande form eller fast form.

- Uttag av ändliga resurser ur jorden. Resurser kan vara material, icke förnybar energi och mark.

Inom dessa två huvudtyper av påverkan finns olika effekter som inte är helt jämförbara men som ändå måste vägas samman. Sammanvägningen blir med nödvändighet subjektiv och skiljer sig åt mellan olika modeller, och det finns många LCA-modeller, som betonar olika slag av de miljöpåverkan på olika sätt. Detta innebär att valet av modell i viss mån bestämmer resultatet. Vidare ger olika modeller, resultaten i olika storheter, som inte är jämförbara. Detta leder till, att resultaten inte är jämförbara olika modeller sinsemellan. Modellerna i sig är också ofta rätt svårgenomskådliga och det är inte lätt för någon som inte deltagit i analysen att se vad som egentligen ligger bakom de resultat som fås. Allt detta bidrar till att fullständiga LCA modeller är svåra att tillämpa i praktisk projektering.

En enklare miljöbaserad metod är att utgå från ett eller några miljöskadliga utsläpp, exempelvis koldioxid. Detta är i dag vanligt för värdering av kraftprocesser och industriprocesser. Här blir resultaten entydiga och helt jämförbara. Samtidigt är det dock endast en del av processens inverkan på miljön som beaktas. Ett problem är hur olika bränslen bedöms. Biobränsle ses i dag som förnyelsebara och därmed inte som koldioxidalandande. Detta råder i stort konsensus om detta, i grunden politiska beslut. I verkligheten alstrar biobränsle koldioxid liksom alla andra bränslen. Liksom alla politiska beslut kan beslutet om biobränslets frihet från koldioxid ändras i framtiden

och då kan investeringar i anläggningar och systemlösningar, som baseras på att biobränslen är koldioxidfria, bli ifrågasatta.

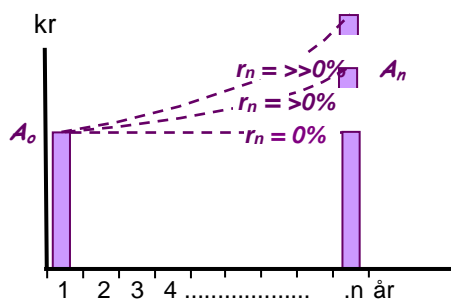
När det är fråga om energi strävar man ibland efter en övergripande syn genom att använda sig av begreppet primäre energi. Detta sker bland annat genom att man använder faktorer för att räkna om exempelvis värmeenergi och elenergi efter hur de alstras och ur vad. Problemet är dels att faktorerna ofta skiljer sig åt mellan länder och även mellan aktörer i samma land. Detta bidrar till att det kan vara svårt att jämföra energistatistik mellan länder. Det kan också göra energiresonemang svårgenomsådliga, vilket kanske är meningen.

Grundläggande begrepp

Ränta

Grunden för alla bedömningar av investeringars lönsamhet är jämförelse mellan investeringen och av den följande framtida ekonomiska utfallet. För detta finns två grundprinciper.

- Framtida utfall räknas om till värdet vid tidpunkten för investeringen, som är nu. Detta *nuvärde* jämförs med investeringen.
- Investeringen räknas om till framtida *årskostnad* och dessa jämförs med det förväntade årliga utfallet.



Omräkningen sker med räntan r_n^1 som grund. Dennes storlek uttrycker hur man värderar framtida inkomster jämfört med att ha tillgång till penningmedel i dag. Vore det helt likgiltigt om man har ett visst belopp A_0 i dag eller om man får beloppet A_n i framtiden, exempelvis om 10 år, skulle räntan kunna vara 0%. Är tillgång till pengar i dag viktig i jämförelse med att få dem i framtiden, bör kalkylräntan vara hög.

Nuvärde

Nuvärdet A_0 , dvs värdet i dag, av ett belopp A_n som faller ut om n år är

$$A_0 = A_n \cdot \frac{1}{(1 + r_n / 100)^n} = A_n \cdot i(r_n, n)$$

$i(r_n, n)$ är *nuvärdesfaktorn* för ett *enstaka belopp* som utfaller om n år. Tabell 1.

¹ med r_n avses nominell ränta, dvs den ränta som gäller då en investering genomförs

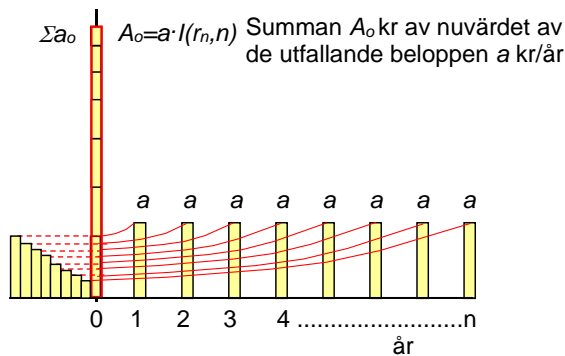
Exempel: En återbetalning av ett lån med 10.000 kr om 10 år är med 10% ränta värd

$$A_0 = 0,386 \cdot 10.000 \approx 3.900 \text{ kr}$$

Om man lämnar ett lån om 10.000 kr för återbetalning om 10 år, måste man med 10% ränta då få

$$A_n = A_{10} = 10.000 \cdot (1/0,385) \approx 26.000 \text{ kr}$$

Det vanliga är att en investering eller ett lån amorteras efter hand med exempelvis ett visst bestämt belopp per år.



För varje årlig återbetalning, eller amortering, kan nuvärdet beräknas, eller diskonteras, till nutidpunkten. Nuvärdet av varje amortering beror på vilket år den sker, som bilden visar.

Summan av alla amorteringarnas nuvärden

$A_0 = \sum a_0$ är amorteringarnas sammanlagda värde vid nutidpunkten.

Det sammanlagda nuvärdet A_0 värdet av de belopp a som faller ut under n år i framtiden dessa belopp vid investeringstidpunkten är nuvärdessumman A_0 .

$$A_0 = \frac{a}{\left(1 + \frac{r_n}{100}\right)} + \frac{a}{\left(1 + \frac{r_n}{100}\right)^2} \dots \dots \frac{a}{\left(1 + \frac{r_n}{100}\right)^n} = \sum_{k=1}^n \frac{a}{\left(1 + \frac{r_n}{100}\right)^k}$$

Detta är en vanlig geometrisk serie. Därmed gäller

$$A_0 = \left(\frac{1 - \left(1 + r_n/100\right)^{-n}}{r_n/100} \right) \cdot a = I(r_n, n) \cdot a \quad (1)$$

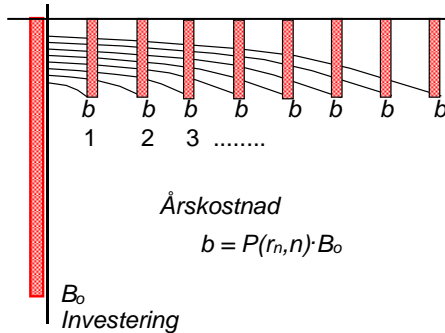
där $I(r, n)$ är *nuvärdesfaktorn* vid kalkylräntan r och den ekonomiska livslängden n år. Tabell 2.

Exempel: Under kommande 10 år faller det varje år ut 10.000 kr.

Vad är dessa utfalls sammanlagda värde i dag med 6% ränta?

$$A_0 = 10.000 \cdot 7,36 \approx 74.000 \text{ kr}$$

Årskostnad



Investeringen innebär en årlig kostnad genom att det för investeringen använda beloppet måste amorteras. De årliga amorteringarnas b summerade nuvärden skall täcka investeringen B_0 .

Om man utgår från att årskostnaden fördelas jämt över amorteringstiden blir den helt enkelt bestämbar som nuvärdets invers, som bilden visar.

Investeras ett belopp B_0 kr, blir årskostnaden b kr/år för detta under de kommande n åren:

$$b = \left(\frac{r_n/100}{1 - (1 + r_n/100)^{-n}} \right) \cdot B_0 = P(r_n, n) \cdot B_0 \quad (2)$$

där $P(r, n)$ är *årskostnadsfaktorn* vid räntan r_n och den ekonomiska livslängden n . Tabell 3

Exempel: Investeringen $B_0 = 100.000$ kr skall amorteras under 10 år med räntan 6%.

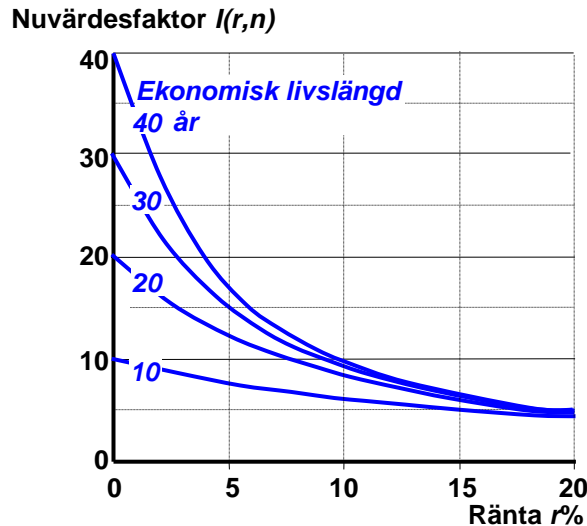
Hur stor blir den årliga kapitalkostnaden b ?

$$b = 100.000 \cdot 0,136 = 13.600 \text{ kr/år}$$

Nuvärdes- och årskostnadsfaktorn

De nämnda nuvärdesfaktorerna och årskostnadsfaktorn finns som nämnts tabellerade i bilagorna. Figur 1 ger en bild av hur de varierar med ränta och ekonomisk livslängd.

Man kan se att räntan har en stark inverkan på såväl nuvärdesfaktorn som årskostnadsfaktorn. Resultatet av en jämförelse mellan en investering och framtida utfall är därmed helt beroende av vilken kalkylränta som använts. Man kan i praktiken inte bedöma om en investering är lönsam eller inte om man inte vet exakt vilken ränta som använts vid lönsamhetsberäkningen.

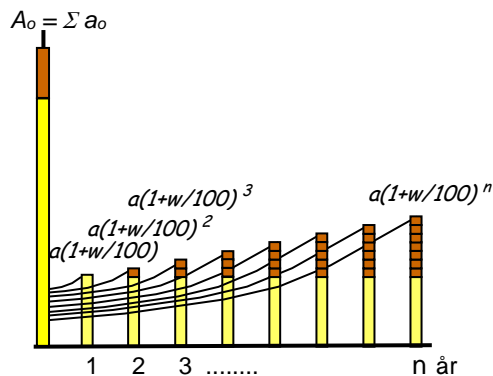


Figur 1 Nuvärdesfaktorns beroende av kalkylränta och ekonomisk livslängd

Man kan också se att den ekonomiska livslängdens inverkan minskar med ökande kalkylränta. Låg kalkylränta gynnar investeringar med lång ekonomisk livslängd, även om avkastningen skulle vara låg. En hög kalkylränta styr mot investeringar med hög avkastning, även om den ekonomiska livslängden skulle vara kort.

Real ränta

I en normalt fungerande ekonomi sker en fortlöpande prisökning på varor och tjänster och därmed en ständig sänkning av penningvärdet, en inflation. Inom Europa rör det sig om 2-3% per år.



Investeringar förutsätter normalt att de skall betalas tillbaka med framtida inkomster eller besparingar. I penningmätt kommer de framtida inkomsterna eller besparingarna räknade i pengar att stiga på grund av inflationen. Med en årlig inflation på $w\%$, fås ett förlopp som figuren bredvid visar.

Kapitalkostnaden, amortering och ränta, ligger emellertid fast i sitt nominella värde.

Detta är medräknat i den nominella räntan, som således är högre än den skulle varit om det inte funnits inflation.

Utgår från den nominella kalkylräntan, måste hänsyn tas till inflationen vid bedömningen av investeringars lönsamhet. Det behövs inte om man istället utgår från *real ränta*, dvs en ränta som är rensad från inflationen.

Med en årlig inflation på w %, blir nuvärdet av de framtida inkomsterna eller besparingarna med hänsyn tagen till inflationen:

$$A_o = \left(\frac{1 - \left(\frac{1 + r_n/100}{1 + w/100} \right)^{-n}}{\frac{1 + r_n/100}{1 + w/100} - 1} \right) \cdot a = I(r_n, w, n) \cdot a \quad (3)$$

Nuvärdesfaktorn $I(r_n, w, n)$ finns inte tabellerad i vanliga ekonomiskrifter eller enkelt åtkomlig ur program. Dock kan man approximativt sätta

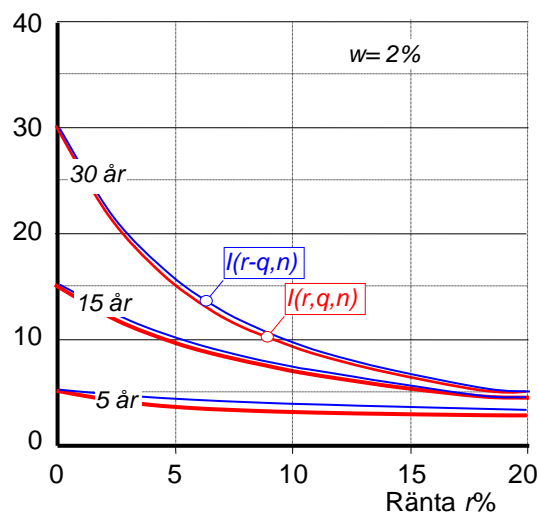
$$I(r_n, w, n) \approx I(r_n - w, n) \quad (4)$$

och årskostnadsfaktorn

$$P(r_n, w, n) \approx P(r_n - w, n) \quad (5)$$

Figur 2 ger en bild av approximationens nära överensstämmelse med grundsambandet. Här visas detta med nuvärdesfaktorn I

Nuvärdesfaktor $I(r-w, n)$ resp $I(r, w, n)$



Figur 2. Approximeringen $I(r-q, n)$ och det matematiska värdet $I(r, w, n)$

Man kan alltså med god noggrannhet approximera den inflationsrensade räntan, *realräntan* r :

$$r \approx r_n - w \quad (6)$$

I det följande är det genomgående realräntan som används.

Relativa kostnadsändringar

Det som sagts ovan gäller endast om alla priser följer i stort inflationen. Om någon del av det utfall investeringen ger inte följer den allmänna inflationen, måste man ta hänsyn till detta. Det är rimligt att anta att just energipriserna framdeles kommer att stiga mer än den genomsnittliga inflationen, vilket bör beaktas då man bedömer kostnadseffektiviteten av energirelaterade åtgärder. Så sker också för det mesta. Här kan man föra samma resonemang som då det gäller inflation. Om man antar att den årliga relativa energiprisökningen blir $q\%$ utöver den genomsnittliga prisändringen, kan man återanvända ekv (3). Den nominella räntan r_n ersätts med realräntan r och inflationen w med energiprisernas relativa ändring q . Därmed kan man med samma approximation som för inflationen, sätta:

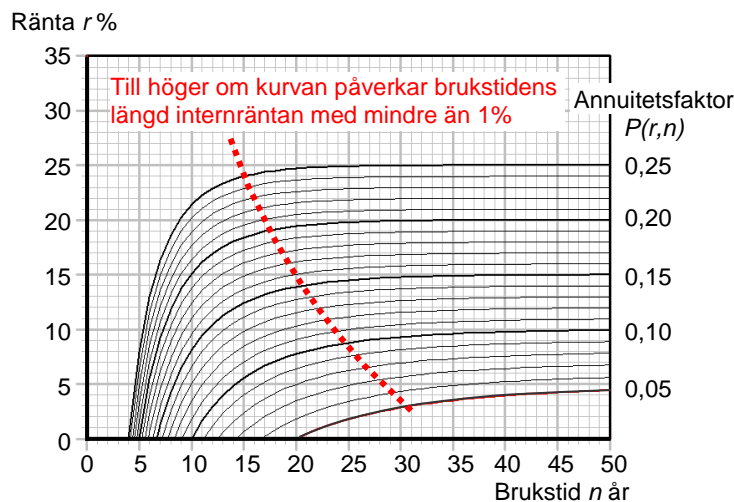
$$I(r, q, n) \approx I(r - q, n) \tag{7}$$

och årskostnadsfaktorn

$$P(r, q, n) \approx P(r - q, n) \tag{8}$$

Ekonomiska livslängdens inverkan

Olika åtgärder för energihushållning kan ha kortare eller längre teknisk livslängd, beroende på vad det är för åtgärd. Den tekniska livslängden anger hur många år åtgärden fungerar rent tekniskt. Den ekonomiska livslängden väljs normalt kortare än den tekniska, genom att det kommer att komma fram ny teknik, det kommer förändringar på grund av byten av hyresgäster mm, som leder till att speciellt installationer kan komma att bytas innan de är uttjänta. I det följande används begreppet ekonomisk livslängd enbart. Figur 3 belyser den ekonomiska livslängdens inverkan på internräntan.



Figur 3. Internräntans beroende av den ekonomiska livslängden. Till höger om den röda streckade kurvan har livslängden försumbar ekonomisk inverkan.

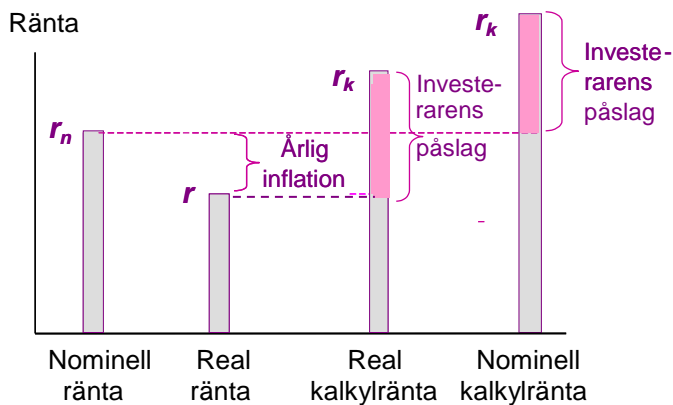
Kalkylränta

Ett sätt att uttrycka ett företags ekonomiska krav på långsiktiga investeringar är att bestämma storleken av den ränta, den kalkylränta, som skall användas vid bedömning av lönsamheten. Kravet på lönsamhet kan kombineras med kompletterande styrande villkor, men valet av kalkylränta är det kanske mest grundläggande styrmedlet för att säkerställa den med hänsyn till företagets förutsättningar nödvändiga investeringsdisciplin. Beslut om kalkylräntan är därför alltid fråga för företagets ledning. Det är enbart företagets ledning, ibland i samråd med styrelsen, som beslutar om kalkylräntans storlek och om varje eventuell ändring av denna.

Något förenklat grundas beslutet om kalkylränta dels på vilken faktisk ränta som gäller för investeringsmedel, som exempelvis banklån, dels på företagets allmänna ekonomiska situation och långsiktiga planer. Kalkylräntan blir därmed räntan man får betala på investeringsmedel med ett ”investerarpåslag” som bestäms av företagets soliditet, likviditet, lånemöjligheter, alternativa investeringsmöjligheter, ägandets långsiktighet mm.

Kalkylräntan kan vara nominell, dvs inkludera inflationsantaganden, eller real, dvs rensad från inflation. Arbetar man med nominell ränta, måste inflationen tas med i en investeringsanalys.

Figur 4 visar hur olika räntebegrepp förhåller sig till varandra.



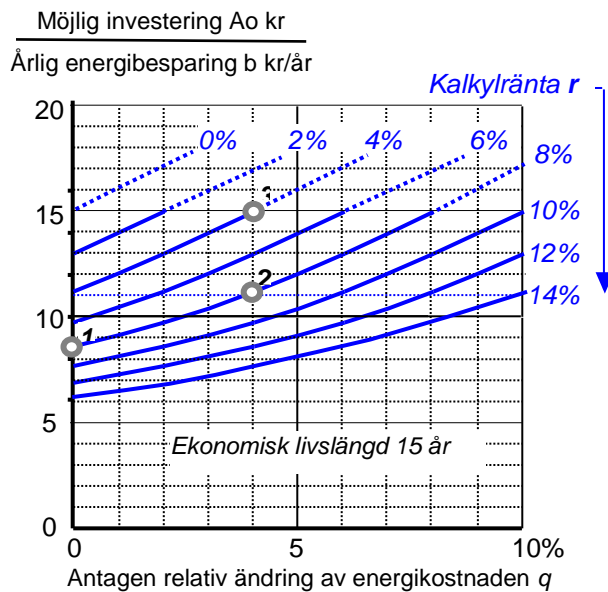
Figur 4 Olika räntebegrepp

Relativa prisändringar

Ett antagande om att den intäkt eller den besparing som skall betala en investering ökar i värde mer än inflationen, innebär i praktiken att kalkylräntan sänks. Detta har stark påverkan på beräkningen av en investerings lönsamhet. Likaså har det en stark påverkan på utfallet av ekonomisk optimering. Liksom då det gäller kalkylränta, är det ledningen för det investerande företaget som bestämmer om man i investeringskalkyler skall ta

hänsyn till exempelvis framtida relativa ändringar av energipriser och hur stora de i så fall skall vara.

Figur 5 visar hur valet av kalkylränta och antagande om framtida relativa energiprishöjningar påverkar lönsamhetsbedömningen. Det rör sig således om en stark inverkan på den beräknade lönsamheten. En förutsättning för att man skall kunna använda en lönsamhetsberäkning som underlag för ett beslut om genomförande är därför att det klart framgår vilken kalkylränta som använts och vilken framtida energiprishöjning som antagits.



Exempel:

En viss åtgärd kommer att ge besparingen 20.000 kr/år med det energipris man har just då.

1. Med kalkylräntan 8%, vore det lönsamt att investera upp till
 $8,5 \cdot 20.000 = 170.000 \text{ kr.}$
2. Med samma kalkylränta 8%, men med antagandet att energipriserna kommer att stiga 4% mer per år än den genomsnittliga inflationen, blir det lönsamt att investera upp till
 $11 \cdot 20.000 = 220.000 \text{ kr.}$
3. Med kalkylräntan 4%, och antagandet att energipriserna kommer att stiga med 4% per år, blir det lönsamt att investera upp till
 $15 \cdot 20.000 = 300.000 \text{ kr}$

Figur 5 Inverkan på en lönsamhetsbedömning av valet av kalkylränta och antagande om framtida energiprishöjning.

En lönsamhetsberäkning där det inte tydligt angetts, vilken kalkylränta och relativ prisändring som använts, är oanvändbar som underlag för investeringsbeslut

Diagrammet i figuren gäller för en åtgärd med den ekonomiska livslängden 15 år. För en åtgärd med längre ekonomisk livslängd blir kurvorna brantare, dvs antaganden om framtida energiprisökningar har starkare effekt.

Lönsamhetskalkyler

Inom bygg- och fastighetsområdet används ekonomiska metoder som hjälpmedel för att:

- bedöma lönsamhet av och ta fram underlag för beslut om investeringar som skall ge framtida intäkter eller kostnadsminskningar
- välja och optimera tekniska system och lösningar

I det här avsnittet diskuteras den första av de två punkterna ovan och sammanställs modeller för bedömning av lönsamhet med tillhörande beslutskriterier för investeringar. Den andra punkten behandlas i nästa avsnitt ”Ekonomisk optimering”.

Beslut om energisparande investeringar

Syftet med en lönsamhetsberäkning är att bedöma om en investering är rimlig med de ekonomiska förutsättningar som gäller för en person eller ett företag. I energisammanhang är lönsamhetsbedömningar ett naturligt underlag för beslut om energieffektiviserande åtgärder. De materiella resurser som krävs anges i form av investeringskostnader. Energin som sparas anges i form av energikostnad. Därmed kan vedertagna ekonomiska modeller användas för sammanvägning av energivinsten och resursupoffringen som krävs för att åstadkomma de

Det finns två huvudprinciper för hur man kan bestämma sig för en investering. Med tillämpning på specialfallet energisparande gäller.

- Den årliga kapitalkostnaden för den energibesparande åtgärden, jämförs med värdet av den årliga energibesparingen. Åtgärden genomförs om man finner att värdet av den årliga besparingen är tillräckligt stor i förhållande till investeringens årskostnad.

Detta är det vanligaste tillvägagångssättet. Varje åtgärd bedöms för sig efter den ekonomiska situationen vid tillfället. Man ser exempelvis på vad det finns för finansieringsmöjligheter, vad finansieringen kostar mm.

- Åtgärder som uppfyller ett fastställt lönsamhetskriterium genomförs.

Detta kan förekomma i större företag och organisationer med en budget för energihushållning. Man fastställer centralt den kalkylränta, eventuellt värde på relativ energiprishöjning och andra kriterier som skall gälla. Åtgärder som då blir lönsamma genomförs. Kalkylräntan mm bestäms av företagsledningen efter hur mycket som kan satsas på kostnadssparande investeringar med hänsyn till företagets likviditet och soliditet mm.

Lönsamhetsberäkning

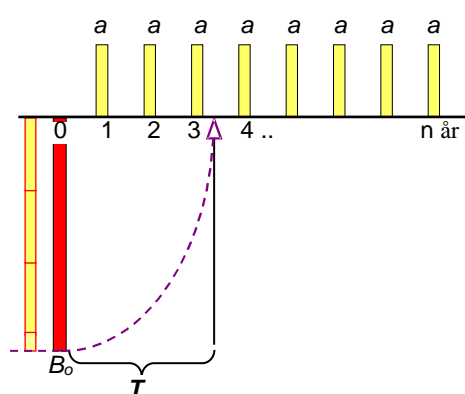
För att se om en energiteknisk lösning eller en energihushållande åtgärd har en rimlig effekt måste framtida energivinster jämföras med kostnaden för att åstadkomma dem. Det är i grunden detsamma som gäller för bedömning av alla slag av investeringar som leder till framtida inkomster eller besparingar.

De vanliga metoderna för bedömning av investeringars lönsamheten är:

- Enkel återbetalningsmetod
- Diskonterad återbetalningsmetod
- Nuvärdesmetod

- Årskostnadsmetod
- Internräntemetod
- Kassaflödesmetod
- Besparingskostnadsmetod

Enkel återbetalningsmetod



Återbetalningsmetoden, som ofta kallas Pay-Off-metoden eller Pay-back-metoden, är en enkel och lättfattlig metod som enbart går ut på att se hur lång tid det tar att få tillbaka (tjäna in) det som skall investeras. Man tar inte hänsyn till vare sig investeringens teknisk livslängd, räntor eller inflation.

Kriteriet för lönsamhet är att återbetalningstiden

$$T = \frac{B_0}{a}$$

skall vara kortare än ett visst fastställt värde.

Den enkla återbetalningsmetoden är väl lämpad för bedömning av investeringar i exempelvis nya maskiner i tillverkande industri där man måste ha mycket höga lönsamhetskrav på produktions-effektiviserande investeringar. Kravet på återbetalningstiden kan här ligga kring två år.

Återbetalningsmetodens stora fördel ligger på dess enkelhet och lättbegriplighet. Bland annat genom att den inte tar någon hänsyn till investeringens ekonomiska livslängd. Den är direkt olämplig att tillämpa på investeringar med de ekonomiska livslängder, 15 år eller mer, som gäller inom fastighets- och byggbranschen. En okritisk användning av återbetalningsmetoden styr mot ett kortsiktigt investering utan hänsyn till kvalitet.

Diskonterad återbetalningsmetod

Det är i princip den enkla återbetalningsmetoden, men utgående från att investeringen skall återbetalas med en diskonterad intäkt eller besparing. Här har man således med en kalkylränta och kan även ta hänsyn till exempelvis relativa prisändringar.

Lönsamhetskriteriet är att återbetalningstiden T med diskonterade årliga intäkter eller besparingar a skall ge ett nuvärde som täcker investeringen B_0

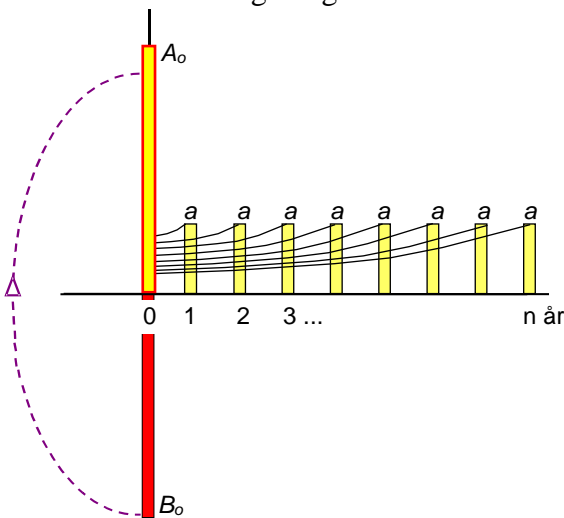
$$B_o < a \cdot \left(\frac{\left(\frac{1+r/100}{1+q/100} - 1 \right)^{-T}}{1 - \frac{1+r/100}{1+q/100}} \right) = a \cdot I(r, q, T)$$

Sambandet löses genom iteration, dvs man får pröva med olika värden på återbetalningstid T tills det stämmer. Detta är i sig inte svårt, men med denna komplicering förlorar metoden den enkelhet som motiverar användningen av återbetalningsmetoder, samtidigt som den grundläggande bristen, att den ekonomiska livslängden inte beaktas, ligger kvar.

Man kan säga att den diskonterade återbetalningsmetoden är en något besynnerlig hybrid vars tillämpning är svår att motivera.

Nuvärdesmetod

Nuvärdesmetoden, liksom de följande: årskostnads-, internränte- och besparingskostnads-metoderna, tar hänsyn till investeringens ekonomiska livslängd och är därmed långsiktigt mer rättvisande än återbetalningsmetoderna.

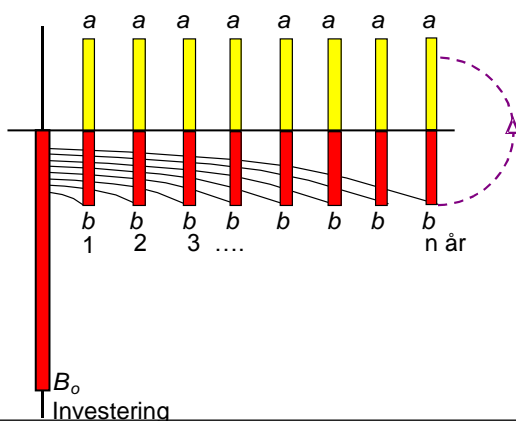


Det är definitivt någon av dessa, och inte en återbetalningsmetod, som bör användas som grund för investeringsbeslut inom byggnads- och fastighetssektorn.

Nuvärdesmetoden innebär att alla med investeringen sammanhörande kostnader, intäkter och besparingar omräknas till nuvärdet, dvs till investeringstillfället. Investeringen är lönsam om nuvärdessumman av nettointäkterna eller nettobesparingarna är större än investeringen.

$$A_o = a \cdot I(r, q, n) \approx a \cdot I(r - q, n) > B_o$$

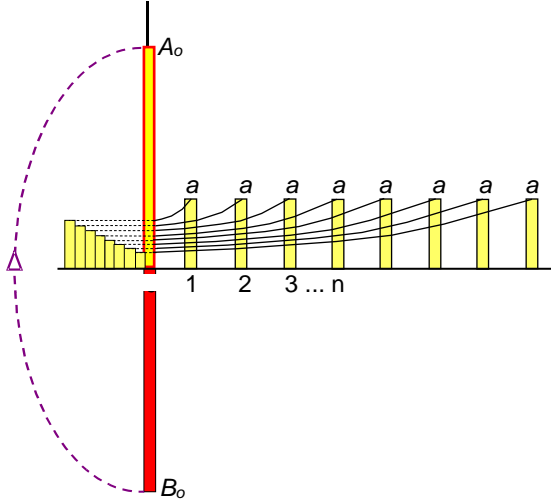
Årskostnadsmetod



Investeringen omräknas till årskostnad. Den är lönsam om de årliga nettointäkterna eller nettobesparingarna a är större än denna årskostnad b .

$$a > b = B_o \cdot P(r, q, n) \approx B_o \cdot P(r - q, n)$$

Internräntemetod



Ett sätt att bedöma lönsamheten av investeringskrävande åtgärder är att se på vad den faktiska avkastningen, räknad i räntemått, blir av en investering. Ser man exempelvis på en investering i en åtgärd för energibesparing som kräver investeringen B_0 kr och beräknas ge den årliga driftkostnadsminskningen a kr/år, gäller:

$$a = P(r_i, n) \cdot B_0$$

där r_i är den faktiska räntan, dvs internräntan.

I ett diagram med axlarna investering A_0 och minskad årskostnad b är

$$\frac{a}{B_0} = P(r_i, n)$$

Årskostnadsfaktorn $P(r_i, n)$ är således tangenten för en linje från origo. I ett diagram med axlarna investering och årlig vinst eller årlig besparing kan man således för varje ekonomisk livslängd n lägga in linjer med de lutningar som gäller för olika värden på internränta. Diagrammet kallas därför internräntediagram.

Om man i ett sådant diagram prickar in investeringen och med den sammanhängande besparingen av en enskild åtgärd, får man direkt den internränta åtgärden ger, som figur 5 visar. Om man sätter samman flera åtgärder med olika ekonomiska livslängder kan detta beaktas genom korrigering av de olika delarnas besparingseffekt. För detta finns ett fritt tillgängligt enkelt hanterbart beräkningsprogram.²

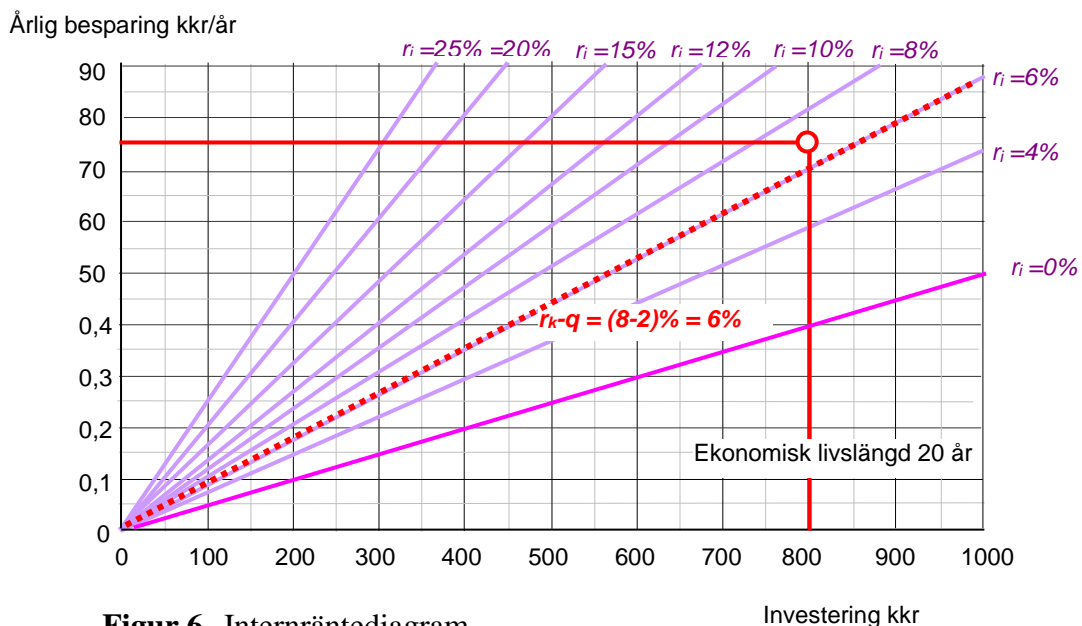
Kriteriet på lönsamhet är att internräntan skall vara högre än den kalkylränta som gäller.

Hänsyn till att vid energibesparande åtgärder energipriserna stiger mer än inflationen, tar man genom att ersätta kalkylräntan r_k med $r_k - q$, där q är den relativa energiprisstegringen. Detta läggs in i internräntediagrammet och ger gränsen för

² www.belok.se - Totalprojekt - Totalverktyg

lönsamhet med hänsyn tagen till den relativa energiprisstegringen, dvs den framtida energiprishöjningen utöver inflationen.

Även om ekonomiskt riktigt tveksamma åtgärder skulle inrymmas i ett åtgärdspaket, kan de ifrågasättas. Man bör därför även lägga in en gräns för en enskild åtgärds lönsamhet, exempelvis 0% internränta. Det innebär att enskilda åtgärder som i sig ger en terräntan mindre än 0% inte skulle bli genomförda.

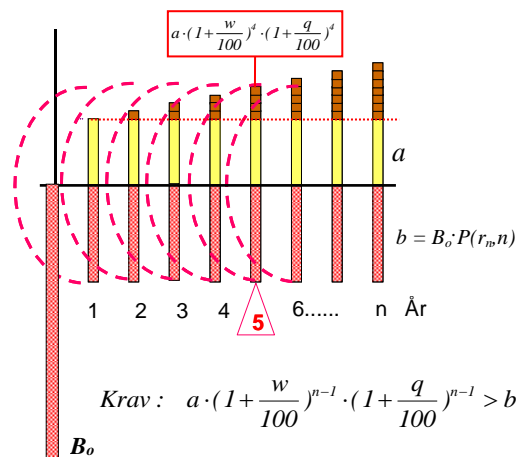


Figur 6 Internräntediagram.

Den av fastighetsägaren fastställda reala kalkylräntan är $r = 8\%$
 Energipriserna antas stiga med $q = 2\%$, dvs 2 %-enheter över inflationen.
 Åtgärder, som ger en internränta mindre än 0% genomförs inte.

Investeringen 800 kkr beräknas ge besparingen 75 kkr/år under 20 år.
 Detta ger internräntan 7%, vilket är högre än den energikorrigerade kalkylräntan $(8-2)\% = 6\%$. Investeringen är därmed lönsam.

Kassaflödesmetod



Ett sätt att ta hänsyn till inflation och relativa prisökningar är att se på ökningen av det årliga utfallet. Man accepterar då att de första åren blir årskostnaden, räknad med nominell okorrigerad kalkylränta, högre än besparingen eller inkomsten.. Man ser på hur många år det tar till positivt kassaflöde, med hänsyn tagen till inflationen och att energipriser ökar mer än inflationen

Kravet är att kassaflödet måste bli positivt efter ett bestämt antal år. Det här är mer ett komplement till någon av de tidigare nämnda värderingsmetoderna än en lönsamhetsmodell i sig.

Besparingskostnadsmetod

Metoden används för att bedöma energibesparingar. Den är mest tillämplig på energibesparing i bostadshus, främst småhus.

Nuvärdet av alla kostnader för energibesparingen, investeringen B_o och nuvärdet av alla drift- och underhållskostnader, relateras till den under den ekonomiska livslängden n sparade energin. Detta ger kostnaden i nuvärde av den totala energibesparingen som benämns *Energisparingskostnad ESK*.

$$ESK \text{ kr/kWh} = \frac{B_o \text{ kr} + I(r, n) \cdot (\text{Driftkostnad kr/år} + \text{Underhållskostnad kr/år})}{(\text{Energibesparing kWh/år}) \cdot n \text{ år}}$$

Hänsyn till framtida energiprishöjningar kan man ta genom att införa den relativa årliga prishöjningen q . Då gäller

$$ESK \text{ kr/kWh} = \frac{B_o \text{ kr} + I(r-q, n) \cdot (\text{Driftkostnad kr/år} + \text{Underhållskostnad kr/år})}{(\text{Energibesparing kWh/år}) \cdot n \text{ år}}$$

Kriteriet för lönsamhet är att besparingskostnaden ESK skall vara lägre än dagens energipris. Detta är ett kriterium, som är lätt att förstå. Det finns fritt tillgängliga beräkningsprogram för att ta fram besparingskostnaden för olika fall.³

³ www.edkalkyl.se

Ekonomisk dimensionering

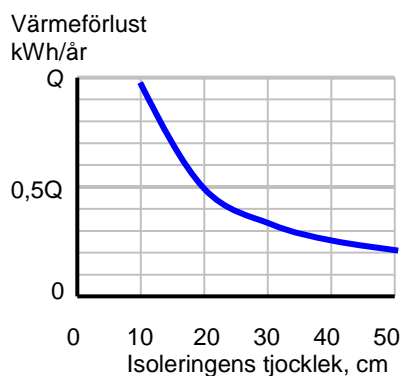
Ekonomisk dimensionering är i grunden ett hjälpmedel för att åstadkomma anläggningar som får en ekonomiskt optimal driftkostnad. I de flesta tekniska områden som kraftteknik, maskinteknik, elektroteknik, teknisk kemi har det varit en del av den grundläggande konstruktionstekniken, åtminstone sedan början av 1900-talet. Inom byggområdet är det först de senaste 30 åren som den har börjat tillämpas i större skala. Avgörande här har varit att energifrågan och energikostnaderna har blivit en allt tyngre del av byggnaders totala ekonomi.

När det gäller byggnader och deras tekniska system kan man se den ekonomibaserade dimensioneringen som ett sätt att balansera de materiella resurser som krävs för att spara energi mot den energibesparing som nås. Det är således i grunden en energidimensionering, dvs en sådan dimensionering av byggnadsdelar, komponenter och system att energibehovet blir den lägsta möjliga inom de ekonomiska ramar som gäller. För att det totalt sett lägsta energibehovet inom dessa ramar, måste varje del för sig dimensioneras så att de alla är i energiekonomisk balans sinsemellan.

Investering vs besparing

I de flesta fall gäller att man kan nå ett lägre energibehov om man väljer en dyrare lösning; värmeförlusten minskar om väggisoleringens tjocklek ökas, tryckfallet i en ventilationskanal eller ett luftbehandlingsaggregat minskar om man väljer en större storlek, värmeåtervinningen ökar om man väljer större värmeväxlare. Samtidigt blir emellertid den tillkommande energivinsten mindre för varje nytt steg.

Detta kan illustreras med isoleringen av en husvägg. Ju tjockare isolering man har i en vägg, desto mindre blir värmeförlusten genom väggen. Det faktiska *tillskottet* till energibesparingen minskar dock mindre med varje nytt skikt som tjockleken ökas med. Kostnaden däremot ökar i stort lineärt med tjockleken. Figur.7 visar detta.



Isoleringens tjocklek, cm	Värmeförlust kWh/år	Besparingsökning kWh/år
10	Q	
20	0,5·Q	0,5·Q
30	0,33·Q	0,17·Q
40	0,25·Q	0,08·Q

Figur 7 Energidimensionering.
 Energivinstens beroende av insatsen för att uppnå den.
 Exempel: väggisolering

Optimeringsmetoder

Ekonomisk dimensionering kan ske med utgångspunkt i

- årskostnad (kr/år)
- marginalkostnad (tangentens lutning)
- livscykelkostnad LCC (kr).

Om man utgår från samma ingångsdata blir resultatet detsamma, oberoende av vilken av dessa dimensioneringen sker efter.

Årskostnadsmetod

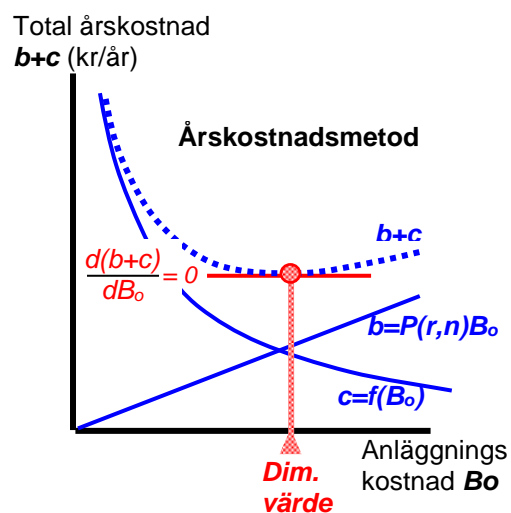
Årskostnaden är summan av den årliga kapitalkostnaden b (kr/år) och driftkostnaden c (kr/år). Driftkostnaden sammansätts av den årliga energikostnaden och årliga kostnader för underhåll mm. Om man för enkelhets skull antar att dessa senare är oberoende av hur anläggningen dimensioneras kan man se på energikostnaden enbart, dvs $b \approx (\text{kWh/år}) \cdot (\text{kr/kWh})$ blir årskostnaden.

$$b+c = P(r,n) \cdot B_o + c$$

Årskostnaden minimum fås ur

$$\frac{d(b+c)}{dB_o} = P(r,n) + \frac{d(c)}{dB_o} = 0$$

I ett diagram med total årskostnad $a+b$ och anläggningskostnad A_o som axlar fås således årskostnadens minimum där tangentens lutning är 0, dvs tangenten är horisontell.



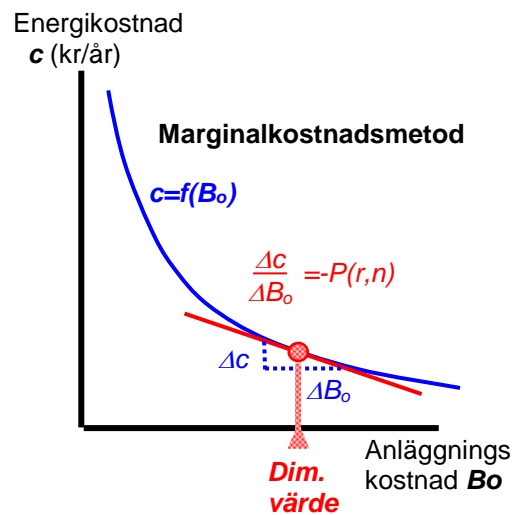
Figur 8 Principen för ekonomisk dimensionering enligt årskostnadsmetoden

Marginalkostnadsmetod

Årskostnadens minimum kan även fås ur

$$P(r, n) = - \frac{dc}{dA_o}$$

I ett diagram med årlig energikostnad c och anläggningskostnad A_o som axlar fås således årskostnadens minimum där tangentens lutning är $-P(r, n)$. Figur 8 visar detta. Räntan r är den kalkylränta som är bestämd att gälla för det aktuella projektet.



Figur 9 Principen för ekonomisk dimensionering enligt marginalkostnadsmetoden

LCC metoden

Den sammanlagda kostnaden för huset under dess livstid minimeras. Nuvärdet av årskostnaderna under husets livstid C_o är

$$C_o = I(r, n) \cdot c$$

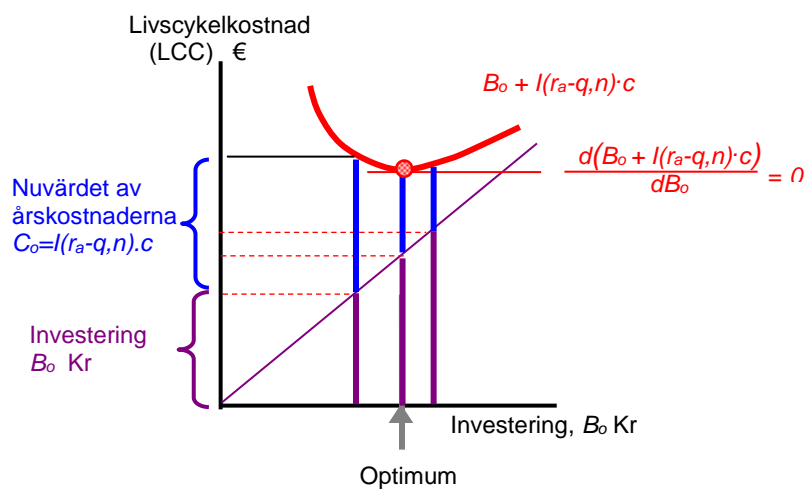
Om man här, liksom tidigare, antar att den årliga kostnaden för, skötsel och underhåll är oberoende av anläggningens dimensionering, kan dimensioneringen ske på grundval av energikostnaden enbart. Den energiberoende livscykelkostnaden blir därmed

$$LCC = C_o + B_o = I(r, n) \cdot c + B_o$$

Minimum fås ur

$$\frac{d(C_o + B_o)}{dB_o} = I(r-q, n) \cdot \frac{dc}{dB_o} + I = 0$$

Den energiekonomiska dimensioneringen åskådliggörs i figur 10. Det sker dock något förenklat då kostnaden för skötsel och underhåll, för framtida nyinvesteringar och kvittblivning inte är medtagna. I praktiken skall dessa med, vilket innebär högre LCC än då endast energin tas med. Dessa kostnader har oftast begränsad inverkan på själva dimensioneringen. Har de det, skall de givetvis tas med.



Figur 10 Ekonomisk dimensionering enligt LCC metoden

Ibland uppfattas begreppet LCC helt enkelt som sättet att ta hänsyn till framtida kostnader då man utformar och dimensionerar en byggnad. Detta gäller emellertid för all ekonomisk dimensionering och är inte på något sätt unik för den ovan beskrivna och i figur 5 visade LCC-metoden. Om samma ingående förutsättningar används blir optimum det samma - oberoende av om det tas fram med årskostnadsmetod, marginalkostnadsmetod eller LCC-metod.

En LCC beräkning enligt ovan har en nackdel i att den totala livstidskostnaden för ett visst objekt är svår att relatera till något annat. En investeringskostnad eller en årskostnad är gripbar och den som har någon erfarenhet av byggprocessen kan bedöma deras rimlighet. Så är inte fallet med en livscykelkostnad som resulterar i en siffra vars rimlighet inte kan bedömas mot erfarenhetsvärden. Här finns en risk att man visserligen finner den optimala lösningen av ett system, men systemet i sig ligger fel jämfört med andra tänkbara alternativ. Detta ser man dock inte eftersom LCC siffrans rimlighet, som nämnts, inte kan jämföras med erfarenhetsvärden.

Ett LCC-värde kan enkelt omvandlas till årskostnad, och därmed bli mer gripbart, om den multipliceras med årskostnadsfaktorn.

$$P(r-q,n) \cdot LCC = P(r-q,n) \cdot B_o + Pr(r-q,n) \cdot I(r-q,n) \cdot c = b + c$$

Nuvärdet av en enstaka investering $i(r,n)$

år	4%	6%	8%	10%	12%	15%	20%	25%
1	0,9615	0,9434	0,9259	0,9091	0,8929	0,8696	0,8333	0,8000
2	0,9246	0,8900	0,8573	0,8264	0,7972	0,7561	0,6944	0,6400
3	0,8890	0,8396	0,7938	0,7513	0,7118	0,6575	0,5787	0,5120
4	0,8548	0,7921	0,7350	0,6830	0,6355	0,5718	0,4823	0,4096
5	0,8219	0,7473	0,6806	0,6209	0,5674	0,4972	0,4019	0,3277
6	0,7903	0,7050	0,6302	0,5645	0,5066	0,4323	0,3349	0,2621
7	0,7599	0,6651	0,5835	0,5132	0,4523	0,3759	0,2791	0,2097
8	0,7307	0,6274	0,5403	0,4665	0,4039	0,3269	0,2326	0,1678
9	0,7026	0,5919	0,5002	0,4241	0,3606	0,2843	0,1938	0,1342
10	0,6756	0,5584	0,4632	0,3855	0,3220	0,2472	0,1615	0,1074
11	0,6496	0,5268	0,4289	0,3505	0,2875	0,2149	0,1346	0,0859
12	0,6246	0,4970	0,3971	0,3186	0,2567	0,1869	0,1122	0,0687
13	0,6006	0,4688	0,3677	0,2897	0,2292	0,1625	0,0935	0,0550
14	0,5775	0,4423	0,3405	0,2633	0,2046	0,1413	0,0779	0,0440
15	0,5553	0,4173	0,3152	0,2394	0,1827	0,1229	0,0649	0,0352
16	0,5339	0,3936	0,2919	0,2176	0,1631	0,1069	0,0541	0,0281
17	0,5134	0,3714	0,2703	0,1978	0,1456	0,0929	0,0451	0,0225
18	0,4936	0,3503	0,2502	0,1799	0,1300	0,0808	0,0376	0,0180
19	0,4746	0,3305	0,2317	0,1635	0,1161	0,0703	0,0313	0,0144
20	0,4564	0,3118	0,2145	0,1486	0,1037	0,0611	0,0261	0,0115
25	0,3751	0,2330	0,1460	0,0923	0,0588	0,0304	0,0105	0,0038
30	0,3083	0,1741	0,0994	0,0573	0,0334	0,0151	0,0042	0,0012
35	0,2534	0,1301	0,0676	0,0356	0,0189	0,0075	0,0017	0,0004
40	0,2083	0,0972	0,0460	0,0221	0,0107	0,0037	0,0007	0,0001
45	0,1712	0,0727	0,0313	0,0137	0,0061	0,0019	0,0003	0,0000
50	0,1407	0,0543	0,0213	0,0085	0,0035	0,0009	0,0001	0,0000

Nuvärdesfaktor $I(r,n)$

$$I(r,n) = \frac{1 - (1 + r/100)^{-n}}{r/100}$$

Nuvärdesfaktor $I(r,n)$

År	4%	6%	8%	10%	12%	15%	20%	25%
1	0,9615	0,9434	0,9259	0,9091	0,8929	0,8696	0,8333	0,8000
2	1,8861	1,8334	1,7833	1,7355	1,6901	1,6257	1,5278	1,4400
3	2,7751	2,6730	2,5771	2,4869	2,4018	2,2832	2,1065	1,9520
4	3,6299	3,4651	3,3121	3,1699	3,0373	2,8550	2,5887	2,3616
5	4,4518	4,2124	3,9927	3,7908	3,6048	3,3522	2,9906	2,6893
6	5,2421	4,9173	4,6229	4,3553	4,1114	3,7845	3,3255	2,9514
7	6,0021	5,5824	5,2064	4,8684	4,5638	4,1604	3,6046	3,1611
8	6,7327	6,2098	5,7466	5,3349	4,9676	4,4873	3,8372	3,3289
9	7,4353	6,8017	6,2469	5,7590	5,3282	4,7716	4,0310	3,4631
10	8,1109	7,3601	6,7101	6,1446	5,6502	5,0188	4,1925	3,5705
11	8,7605	7,8869	7,1390	6,4951	5,9377	5,2337	4,3271	3,6564
12	9,3851	8,3838	7,5361	6,8137	6,1944	5,4206	4,4392	3,7251
13	9,9856	8,8527	7,9038	7,1034	6,4235	5,5831	4,5327	3,7801
14	10,5631	9,2950	8,2442	7,3667	6,6282	5,7245	4,6106	3,8241
15	11,1184	9,7122	8,5595	7,6061	6,8109	5,8474	4,6755	3,8593
16	11,6523	10,1059	8,8514	7,8237	6,9740	5,9542	4,7296	3,8874
17	12,1657	10,4773	9,1216	8,0216	7,1196	6,0472	4,7746	3,9099
18	12,6593	10,8276	9,3719	8,2014	7,2497	6,1280	4,8122	3,9279
19	13,1339	11,1581	9,6036	8,3649	7,3658	6,1982	4,8435	3,9424
20	13,5903	11,4699	9,8181	8,5136	7,4694	6,2593	4,8696	3,9539
25	15,6221	12,7834	10,6748	9,0770	7,8431	6,4641	4,9476	3,9849
30	17,2920	13,7648	11,2578	9,4269	8,0552	6,5660	4,9789	3,9950
35	18,6646	14,4982	11,6546	9,6442	8,1755	6,6166	4,9915	3,9984
40	19,7928	15,0463	11,9346	9,7791	8,2438	6,6418	4,9966	3,9995
45	20,7200	15,4558	12,1084	9,8628	8,2825	6,6543	4,9986	3,9998
50	21,4822	15,7619	12,2335	9,9148	8,3045	6,6605	4,9995	3,9999

Årskostnadsfaktor $P(r,n)$

$$P(r,n) = \frac{r/100}{1 - (1 + r/100)^{-n}}$$

Årskostnadsfaktor $P(r,n)$

År	4%	6%	8%	10%	12%	15%	20%	25%
1	1,0400	1,0600	1,0800	1,1000	1,1200	1,1500	1,2000	1,2500
2	0,5302	0,5454	0,5608	0,5762	0,5917	0,6151	0,6545	0,6944
3	0,3603	0,3741	0,3880	0,4021	0,4163	0,4380	0,4747	0,5123
4	0,2755	0,2886	0,3019	0,3155	0,3292	0,3503	0,3863	0,4234
5	0,2246	0,2374	0,2505	0,2638	0,2774	0,2983	0,3344	0,3718
6	0,1908	0,2034	0,2163	0,2296	0,2432	0,2642	0,3007	0,3388
7	0,1666	0,1791	0,1921	0,2054	0,2191	0,2404	0,2774	0,3163
8	0,1485	0,1610	0,1740	0,1874	0,2013	0,2229	0,2606	0,3004
9	0,1345	0,1470	0,1601	0,1736	0,1877	0,2096	0,2481	0,2888
10	0,1233	0,1359	0,1490	0,1627	0,1770	0,1993	0,2385	0,2801
11	0,1141	0,1268	0,1401	0,1540	0,1684	0,1911	0,2311	0,2735
12	0,1066	0,1193	0,1327	0,1468	0,1614	0,1845	0,2253	0,2684
13	0,1001	0,1130	0,1265	0,1408	0,1557	0,1791	0,2206	0,2645
14	0,0947	0,1076	0,1213	0,1357	0,1509	0,1747	0,2169	0,2615
15	0,0899	0,1030	0,1168	0,1315	0,1468	0,1710	0,2139	0,2591
16	0,0858	0,0990	0,1130	0,1278	0,1434	0,1679	0,2114	0,2572
17	0,0822	0,0954	0,1096	0,1247	0,1405	0,1654	0,2094	0,2558
18	0,0790	0,0924	0,1067	0,1219	0,1379	0,1632	0,2078	0,2546
19	0,0761	0,0896	0,1041	0,1195	0,1358	0,1613	0,2065	0,2537
20	0,0736	0,0872	0,1019	0,1175	0,1339	0,1598	0,2054	0,2529
25	0,0640	0,0782	0,0937	0,1102	0,1275	0,1547	0,2021	0,2509
30	0,0578	0,0726	0,0888	0,1061	0,1241	0,1523	0,2008	0,2503
35	0,0536	0,0690	0,0858	0,1037	0,1223	0,1511	0,2003	0,2501
40	0,0505	0,0665	0,0839	0,1023	0,1213	0,1506	0,2001	0,2500
45	0,0483	0,0647	0,0826	0,1014	0,1207	0,1503	0,2001	0,2500
50	0,0466	0,0634	0,0817	0,1009	0,1204	0,1501	0,2000	0,2500