



TOTALMETODIKEN

Beloks Totalmetodik Handbok för genomförande och kvalitetssäkring

Version: jan 2014

BELO

The logo consists of the word "BELO" in a bold, black, sans-serif font. To the right of the letter "O" is a red arrow pointing to the right.

Publikationen utgiven av BELOK (Beställargruppen för lokaler)
Projekt 2012:5

Kan laddas ned via www.belok.se
eller beställas genom att kontakta CIT Energy Management AB,
www.energy-management.se

Januari 2014

Förord

Föreliggande material beskriver Totalmetodiken och sammanfattar det som bör beaktas vid genomförandet. Skriften riktar sig dels till fastighetsägare och fastighetsförvaltare, dels dem som medverkar i genomförandet. I det senare fallet främst till de konsulter som skall utforma åtgärdspaket som tas fram i Totalmetodikens inledande skede, Etapp 1. Utgångspunkten är de erfarenheter som vunnits inom Beställargruppen för Lokaler BELOK i samband med utvecklingen av metodiken och genomförandet av ett antal projekt. Materialet är även anpassat för att kunna användas i utbildningssyfte och som en instruktion vid det praktiska genomförandet av Totalprojekt. Som komplement till denna handbok finns även tillgängligt ett omfattande föreläsningmaterial i Powerpoint form, som kan erhållas från BELOK. Förhoppningen är att denna skrift och det tillhörande föreläsningmaterialet ska bidra till att många nya Totalprojekt startas.

Handboken har på uppdrag av BELOK tagits fram inom CIT Energy Management AB av Mari-Liis Maripuu, Enno Abel, Lars Ekberg och Per-Erik Nilsson. De har under flera år arbetat med utveckling och tillämpning av Totalmetodiken.

Innehåll

Inledning	8
1 Totalmetodikens grunder och olika Etapper	14
1.1 Bakgrund.....	14
1.2 Sammanfattning av metodiken	17
1.3 Beloks Totalmetodik steg för steg	19
2 Totalmetodikens ekonomiska grunder	24
2.1 Grundläggande begrepp för lönsamhetsberäkningar	24
2.2 Ekonomiska metoder.....	29
2.3 Lönsamhetsbedömning enligt Totalprojektet	37
3 Totalmetodikens Etapp 1. Upphandling av konsult	47
3.1 Beställarens roll och uppgifter	47
3.2 Information från beställaren.....	48
3.3 Underlag för upphandling av konsult för Etapp 1 i Beloks Totalmetodik.....	49
3.4 Konsultens ansvar och uppgifter.....	50
4 Totalmetodikens Etapp 1. Planering och inhämtande av basdata för byggnaden	52
4.1 Inledande uppgifter.....	52
4.2 Upprätta tidplan	52
4.3 Startmöte.....	53
4.4 Bakgrundsinformation om byggnaden	54
4.5 Möte med förvaltare, driftpersonal och verksamhetsansvariga.....	57
4.6 Förberedelse av mätningar.....	58
5 Totalmetodikens Etapp 1. Energibesiktning och identifiering av åtgärder	59
5.1 Grunder för energibesiktningen.....	59
5.2 Genomförande av en energibesiktning enligt strukturen: Behov – Distribution – Produktion 60	
5.3 Mätningar på plats.....	63
5.4 Identifiering av åtgärder.....	64
6 Totalmetodikens Etapp 1. Energiberäkningar, kostnadskalkyler och framtagning av åtgärdspaket	70
6.1 Energiberäkningar.....	70
6.2 Kalibrering av energiberäkningsmodellen	72
6.3 Undersöka åtgärder.....	76
6.4 Kostnadskalkyler.....	80
6.5 Lönsamhetskalkyl.....	81
6.6 Summering och rapport	86
6.7 Känslighetsanalys	86
7 Totalmetodikens Etapp 2. Upphandling av projektör och entreprenörer	89
7.1 Beställarens roll och uppgifter	89
7.2 Underlag för upphandling av Etapp 2 i Beloks Totalmetodik.....	90
7.3 Planering av uppföljning i Etapp 3.....	92
8 Totalmetodikens Etapp 2. Projektering	93
8.1 Projektörens roll och uppgifter.....	93
8.2 Kvalitetssäkring	93
9 Totalmetodikens Etapp 2. Entreprenörens roll och uppgifter	95
9.1 Entreprenörens roll och uppgifter	95

9.2 Funktionskontroll.....	95
10 Totalmetodikens Etapp 2. Uppföljning av kvalitet i underhåll och drift.....	97
11 Totalmetodikens Etapp 3. Uppföljning	98
11.1 Förberedelser inför Etapp 3.....	98
11.2 Mätning av energianvändningen efter ombyggnaden	100
11.3 Efterkontroll av lönsamheten	100
BILAGA 1.....	103
BILAGA 2.....	105
BILAGA 3.....	108
BILAGA 4.....	109
BILAGA 5.....	111
BILAGA 6.....	112
BILAGA 7.....	115
BILAGA 8.....	116
BILAGA 9.....	123
BILAGA 10.....	125

Inledning

I de flesta befintliga lokalbyggnader kan man identifiera många åtgärder som var och en kan minska byggnadens energibehov. En del sådana åtgärder kan vara lätta att genomföra utan större kostnader. De som verkligen sänker energibehovet påtagligt kan emellertid kräva rätt stora investeringar. I praktiken blir sådana emellertid genomförda endast om de är lönsamma, d.v.s. uppfyller fastighetsägarens eller företagets villkor för långsiktiga investeringar.

I detta perspektiv har BELOK tagit fram Totalmetodiken. Den är inriktad på att minska befintliga lokalbyggnaders värme- och elbehov genom kostnadseffektiva åtgärdspaket. De i BELOK medverkande fastighetsföretagen har utvecklat och tillämpat metodiken i ett 20-tal av sina fastigheter. Det har visat sig att det i många fall gått att i stort halvera energianvändningen med åtgärdspaket som totalt sett uppfyller företagets avkastningskrav.

Totalmetodiken baseras på åtgärdspaket utgående från en enkelt gripbar ekonomisk modell för lönsamhetsbedömningar. Det innebär kortfattat följande:

- I den byggnad som skall energieffektiviseras görs en grundlig inventering av tänkbara energisparande åtgärder av vilka det bildas ett *åtgärdspaket* som i sin helhet uppfyller fastighetsägarens krav på internränta för lönsamhet.
- Hela åtgärdspaketet genomförs i den aktuella byggnaden.
- Som erfarenhetsåterföring jämförs energianvändningen efter ett år med energiuppgifter före åtgärdspaketet.

Kriteriet för hur många åtgärder som tas med är att internräntan för paketet i dess helhet skall överstiga den fastställda kalkylräntan. Det är fastighetsägaren som bestämmer underlaget för kostnadskalkylen i form av de ekonomiska villkoren, energipriserna och dessas tänkbara framtida förändring.

Att se på ett helt åtgärdspaket medför att man får med betydligt fler energispar-åtgärder än man skulle ha fått genom att endast genomföra de lönsammaste åtgärderna. Dessa senare får här bidra till hela paketets lönsamhet. Genom att kräva att åtgärdspaketet i dess helhet, inte enbart de enskilda åtgärderna, skall vara lönsamt får man med uppemot 30 % större energibesparing. Om dessa 30 % inte åtgärdas inom paketets ram kommer de sannolikt aldrig att bli genomförda.

Totalmetodiken har under de senaste åren börjat få en allt större tillämpning såväl inom som utanför BELOK-gruppen. Exempelvis har flera kommuner provat eller avser att prova den. När nu metodiken sprids, är det viktigt att den verkligen tillämpas så som avsett.

Det krävs en god insikt i och förståelse för metodiken och dess praktiska genomförande hos såväl fastighetsägaren som anlitate konsulter, leverantörer och entreprenörer. Brister här medför risk för att man inte når förväntade energibesparingar. Exempel på sådana brister kan vara att upphandlingen av konsulter och entreprenörer inte sker så som Totalmetodiken förutsätter, att konsulter som väljs inte behärskar metodiken eller att funktionen av de tekniska systemen inte kontrolleras tillräckligt väl vid slutbesiktningen. För att undvika sådant har detta utbildningsmaterial om hur metodiken skall tillämpas, tagits fram. Det riktar sig i grund till alla med knytning till lokalfastigheter, även om vissa moment som ekonomiska bedömningar och tekniska frågor är främst inriktade på dem som skall genomföra ett Totalprojekt i praktiken.

Målgrupper för handboken

Det finns flera viktiga målgrupper för handboken som alla är avgörande för resultatet av byggnadens energieffektivisering:

- Beställare/fastighetsägare som kommer att vara beställare av projekt som bygger på Totalmetodiken. Beställaren är oftast fastighetsägaren, men kan i något fall även vara hyresgäst som står för energikostnader och är beredd att investera i energieffektivisering.
- Förvaltare, som är ansvariga för byggnaden som skall energieffektiviseras kan ha en stor roll vid investeringsbeslut.
- Konsulter som skall identifiera energisparåtgärder och utforma ett åtgärdspaket enligt Totalmetodiken.
- Projektörer som skall genomföra detaljprojektering av åtgärdspaketet.
- Entreprenörer som skall genomföra åtgärdspaketet.
- Driftpersonal, som är ansvariga för byggnaden och dess tekniska system.

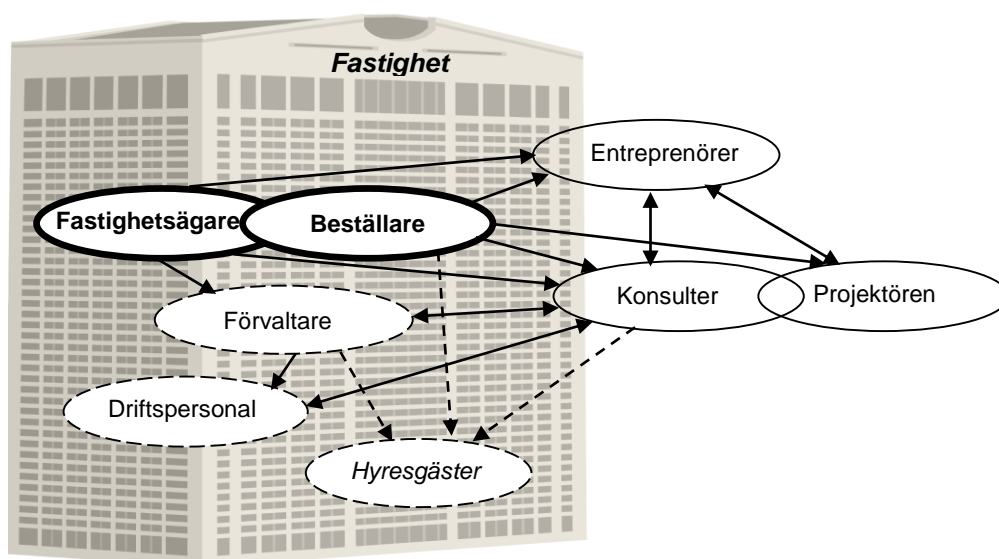
Dessa grupper är, var och en på sitt sätt, viktiga för projektet i dess helhet. Därtill är det viktigt att fastighetsägaren har en god dialog med hyresgästerna, dels för att deras medverkan är viktig vid planeringen av ett Totalprojekt, dels för att de starkt kan påverka husets totala energianvändning.

Det är vanligtvis fastighetsägaren som beställer ett Totalprojekt. Om de skall få genomslag nationellt krävs att en bred grupp fastighetsägare/beställare får en ingående kännedom om metodiken och hur den fungerar. Samma gäller också för förvaltare och driftspersonal.

De konsulter som anlitas för utformning av åtgärds paket och även projektören som senare genomför projekteringen, behöver dels samma övergripande insikt som fastighetsägare, dels en detaljkännedom om hur ett Totalprojekt praktiskt genomförs. De måste ha en djupare systemförståelse än vad som har krävts till exempel för energicertifiering.

Det är vidare helt nödvändigt att entreprenörer blir helt medvetna om att ett Totalprojekt i vissa delar innebär skärpta kvalitetskrav och även krav på att främst de tekniska installationerna verkligen har den förutsatta funktionen då entreprenaderna överlämnas till beställaren. Detta är helt avgörande för att den förväntade besparingen verkligen skall kunna nås.

Figur 1.1 visar sambanden mellan aktörer i ett Totalprojekt.



Figur 1.1 Samband mellan medverkande vid genomförande av Totalprojekt.

Om BELOK

Beställargruppen för Lokaler, BELOK, är ett samarbete mellan Sveriges största fastighetsägare av lokaler, både offentliga och privata. Dessa representerar ca 25 % av den totala lokalarean i landet. BELOK-nätverket har initierats och understöds av Statens Energimyndighet.

I BELOK samverkar 17 ledande lokalfastighetsföretag för att konkret bidra till ökad energieffektivitet i lokalsektorn. Det sker genom att tillämpa samordnade krav på energieffektivisering i upphandlingar och genom att i sitt byggande och ombyggnad utveckla och prova lovande nya system, komponenter och metoder. BELOK utgör därmed den länk som krävs, men som alltför ofta saknas, för att ny teknik och nya metoder skall bli så trovärdiga att de når en bred allmän tillämpning.

Alla resultat av Beloks verksamhet är offentliga och allmänt tillgängliga via Beloks hemsida www.belok.se.

Medlemmar i Belok är (januari 2014):

Akademiska Hus, Castellum/Harry Sjögren, Diligentia, Fabege, Fortifikationsverket, Jernhusen, Locum, Lokalförvaltningen Göteborg, Malmö Stad Serviceförvaltningen, Midroc, Skolfastigheter i Stockholm, Specialfastigheter, Statens Fastighetsverk, Swedavia, Vasakronan, Västfastigheter, Hufvudstaden.

Läsanvisning

Varje kapitel av handboken riktar sig till olika målgrupper. Genomförande av ett Totalprojekt berör många aktörer och det finns specifika frågeställningar som för varje målgrupp bör lyftas fram och besvaras. För att underlätta läsandet för olika aktörer redogörs nedan för innehållet i de olika avsnitten.

Kapitel 1 – Totalmetodikens grunder och olika Etapper beskriver de grundläggande principerna bakom Beloks Totalmetodik. De olika stegen i metodiken redovisas översiktligt tillsammans med några exempel på genomförda projekt.

Kapitel 2 – Totalmetodikens ekonomiska grunder beskriver de ekonomiska grunderna för Totalmetodiken. Bland annat beskrivs mer i detalj internränta och kalkylränta, hur hänsyn tas till ändringar i energipris, hur val av kalkylperioder påverkar lönsamhetsberäkningar, hur lönsamhet bedöms enligt internräntemetoden och hur hänsyn tas till reinvesteringar.

Kapitel 3 – Totalmetodikens Etapp 1. Upphandling av konsult behandlar frågor som är väsentliga ur beställarens synvinkel vid genomförande av Totalmetodikens Etapp 1. Bland annat berörs beställarens och konsultens roller och uppgifter och de grundläggande krav som måste specificeras i underlaget för konsultupphandling.

Kapitel 4 – Totalmetodikens Etapp 1. Planering och inhämtande av basdata för byggnaden behandlar frågor som är väsentliga framförallt ur konsultens synvinkel vid genomförande av Totalmetodikens Etapp 1. Tonvikten ligger på planeringen av Etapp 1 och den information som behöver samlas in och sammanställas innan energibesiktning genomförs på plats.

Kapitel 5 – Totalmetodikens Etapp 1. Energibesiktning och identifiering av åtgärder behandlar frågor som är väsentliga ur konsultens synvinkel vid genomförande av energibesiktning och identifiering av åtgärder i Etapp 1.

Kapitel 6 – Totalmetodikens Etapp 1. Energiberäkningar, kostnadskalkyler och framtagning av åtgärds paket diskuterar i detalj frågor som är väsentliga ur

konsultens synvinkel vid genomförande av energiberäkningar, framtagning av kostnadskalkyler och framtagning av åtgärds paket.

Kapitel 7 – Totalmetodikens Etapp 2. Upphandling av projektör och entreprenörer beskriver frågor som är väsentliga ur beställarens synvinkel vid genomförande av Totalmetodikens Etapp 2. Bland annat hanteras frågor som beställarens roll och uppgifter och vilka grundläggande krav som bör ingå i underlaget för upphandling.

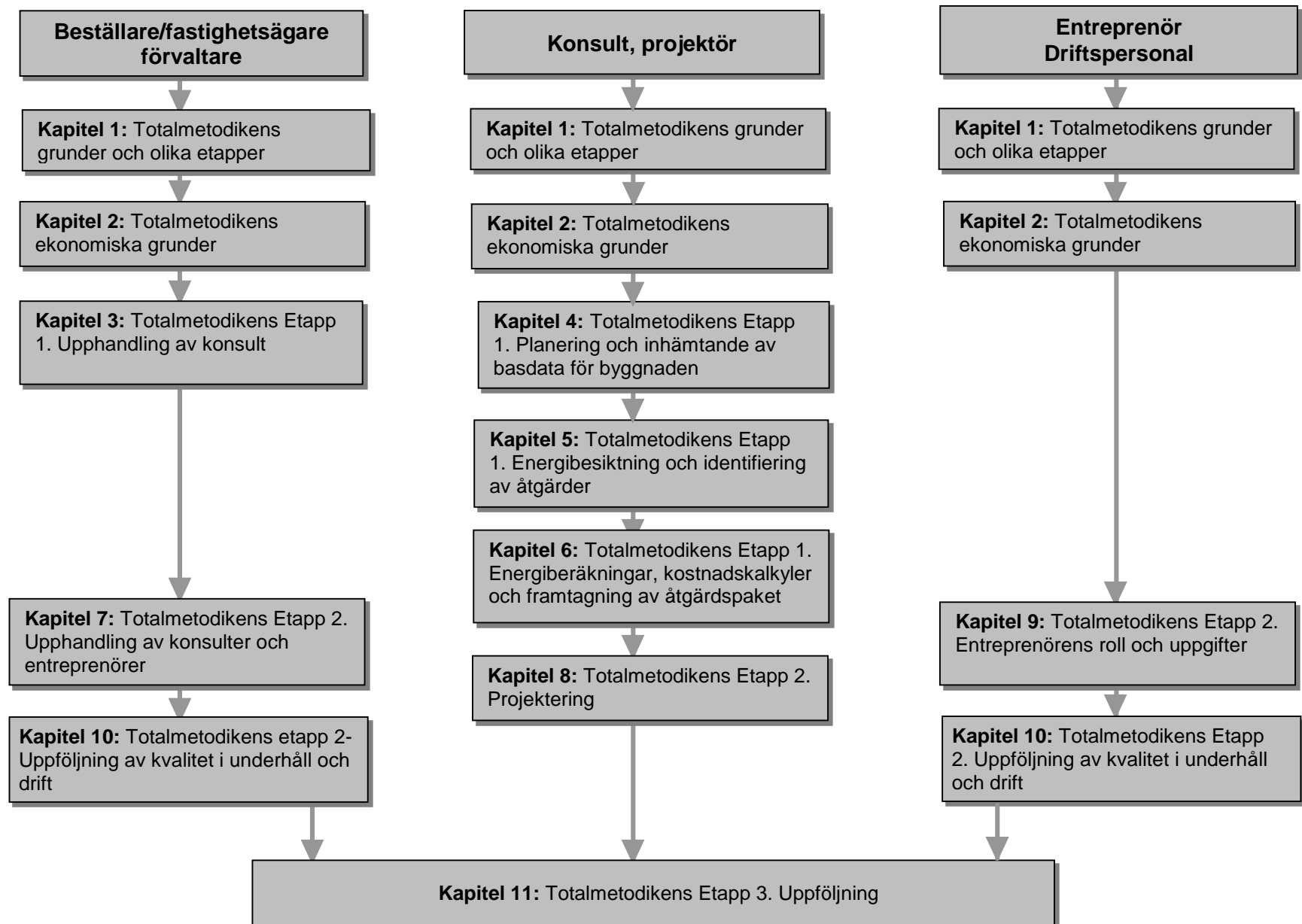
Kapitel 8 – Totalmetodikens Etapp 2. Projektering lyfter fram frågor som är viktiga att ta hänsyn till vid projektering i Etapp 2. Bland annat beskrivs mer i detalj konsultens ansvar och uppgifter och hur man säkerställer bra kvalitet på resultatet.

Kapitel 9 – Totalmetodikens Etapp 2. Entreprenörens roll och uppgifter diskuterar frågor som är viktiga att ta hänsyn till vid byggprocessen vid genomförande av Etapp 2. Här beskrivs mer i detalj entreprenörens roller och uppgifter.

Kapitel 10 – Totalmetodikens Etapp 2. Uppföljning av kvalitet i underhåll och drift framställer frågor som är viktiga att ta hänsyn till vid idrifttagandet efter byggprocessen i Etapp 2. Här belyses främst driftspersonalens och förvaltarens roller och uppgifter.

Kapitel 11 – Totalmetodikens Etapp 3. Uppföljning handlar om genomförande av Totalmetodikens Etapp 3. Bland annat beskrivs mer i detalj vilka förberedelser som bör göras inför Etapp 3, hur ansvarsfördelning bör se ut, hur kostnader, energi-användning och lönsamhet följs upp.

På vilket sätt informationen i de olika avsnitten riktar sig till olika målgrupper illustreras i följande schematiska framställning.



1 Totalmetodikens grunder och olika Etapper

Det här kapitlet beskriver de grundläggande principerna bakom Beloks Totalmetodik. De olika stegen i metodiken redovisas översiktligt tillsammans med några exempel på genomförda projekt.

1.1 Bakgrund

Motiv

Riksdag och regering har fastställt som mål att energianvändningen i det Svenska byggnadsbeståndet ska minskas med 20 procent fram till år 2020 och 50 procent fram till år 2050 jämfört med 1995 års användning. Det är givetvis viktigt att nya hus utformas så att deras energibehov blir lågt, men det innebär endast att energibehovets ökningstakt minskar, inte att energibehovet totalt sett minskar. För att ens komma i närheten av detta mål, är det helt nödvändigt att energianvändningen sänks drastiskt i en stor del av de byggnader som redan finns.

I lokalsektorn råder normalt ett tydligt marknadsmässigt förhållande mellan å ena sidan fastighetsägare eller förvaltare och å andra sidan hyresgäst eller brukare. Då det gäller kontor, är det i grunden hyresgästens marknad. I såväl storstadsområden som på mindre orter, kan ett företag oftast finna ett annat bra alternativ då hyrestiden går ut. Då det gäller lokaler av mer specialiserad karaktär är hyresgästen eller brukaren ofta mer bunden då det dels kan krävas en för verksamheten anpassad utformning, dels kan vara fråga om hyreskontrakt som löper längre. I grunden gäller dock även här att hyresgästen eller brukaren på sikt kan söka alternativa lösningar. Det är därför viktigt att fastigheten sköts, underhålls och förnyas fortlöpande så att man inte förlorar hyresgäster och att, när så är aktuellt, lokalerna är attraktiva för nya hyresgäster.

Ett framsynt fastighetsföretag måste därför arbeta för att lokalerna bibehåller, och helst ökar, sin attraktivitet. En allt viktigare del i detta är minskning av byggnadens energibehov samtidigt som dess funktion bibehålls eller förbättras. Det syns helt oundvikligt att energipriserna kommer att öka framdeles och att en minskning av energibehovet blir en allt viktigare förutsättning för att hålla driftkostnader på en konkurrenskraftig nivå. Vidare är det hög sannolikhet för att samhällsliga krav på hög energieffektivitet, kommer att skärpas alltmer, även för befintliga byggnader. Här kan fastighetsägare som inte genomför möjliga energieffektiviserande åtgärder de närmaste åren, bli tvungna att i framtiden ta till kostsamma ad hoc åtgärder, som hade kunnat klaras tidigare på ett mer lönsamt sätt.

I befintliga lokalfastigheter är det ofta möjligt att spara upp till hälften av värme- och elbehovet. Detta förutsätter dock oftast en rätt stor investering, som det när det gäller lokaler knappast är realistiskt att förvänta samhällsligt stöd till. De åtgärder som är

nödvändiga måste således i allt väsentligt finansieras av fastighetsägaren, vilket i praktiken innebär att investeringen måste vara lönsam med de kriterier på lönsamhet som fastighetsägaren har för långsiktiga investeringar. Detta har varit utgångspunkten vid utvecklingen av Totalmetodiken. Man kan då formulera två grundkrav:

- Den för åtgärderna erforderliga investeringen måste vara lönsam, d.v.s. uppfylla fastighetsägarens eller fastighetsföretagets villkor för långsiktiga investeringar.
- Den som beslutar om att ett Totalprojekt skall genomföras, måste kunna lita på de uppgifter om framtida årliga energibesparingar och kostnader som tagits fram som underlag för beslut om att genomföra åtgärderna för energibesparing.

De två punkterna ovan har varit ledande vid utvecklingen av Totalmetodiken. Utöver att ta fram rutiner för utformning av åtgärdspaket har speciell vikt lagts på att ta fram en modell för tillförlitliga beräkningar av energibesparingen vid åtgärder i befintliga lokaler. Denna har verifierats genom att jämföra beräknade energibesparingar mot mätningar i genomförda ombyggnadsprojekt.

Det finns nu erfarenheter från ett betryggande antal Totalprojekt, genomförda eller under genomförande, i Belok-företagens fastigheter. Dessa visar tydligt på att metodiken erbjuder en konkret möjlighet att med företagsekonomiskt lönsamma energisparåtgärder komma åt en väsentlig del av den energibesparingspotential som finns i befintliga lokalfastigheter.

Beloks Totalmetodik är en arbetsmetodik för energieffektivisering, som går ut på att bilda ett åtgärdspaket som i sin helhet uppfyller de lönsamhetsvillkor fastighetsföretaget ställer. Förutsättningen för att uppnå lönsamheten är att man genomför hela åtgärdspaketet.

Utveckling och spridning av Beloks Totalmetodik

De första Totalprojekten startades 2007 med syftet att testa och utveckla metodiken. Den har därefter tillämpats eller är under tillämpning i BELOK-företagens fastigheter runt om i Sverige. Metodiken har utvecklats i anslutning till dessa projekt. Fastigheterna är av varierande ålder och har skilda användningsområden. Den äldsta fastigheten är från mitten av 1800-talet och den yngsta från 1990-talet. Det är kontorsbyggnader, sjukhus, skolor, en flygterminal och ett museum. Detta visar att Totalprojektmetodiken kan tillämpas oavsett en lokalbyggnads typ och ålder

Fram till 2013 har inom Belok projekt tagits fram med åtgärdspaket enligt Totalmetodiken för ett tjugotal fastigheter. I tre av dessa har de blivit helt genomförda och energianvändningen har efteråt mätts under ett år. Den uppmätta energianvändningen stämmer väl med den tidigare beräknade. I ett flertal fastigheter är åtgärdspaketet genomförda och den ettåriga uppföljningen pågår. I ytterligare ett antal är åtgärdspaketet framtagna och genomförandet av åtgärderna på gång eller

planerat att påbörjas. Se www.belok.se under Totalprojekt Kortrapporter respektive Slutrapporter. Bland annat på grund av att projekten måste samordnas med hyresgäster och att de efterföljande energimätningarna tar ett extra år, har det tagit rätt lång tid, 3-5 år, att helt genomföra de inledande projekten.

I mars 2010 presenterades det första helt färdiga Totalprojektet, Brostadens fastighet Getholmen i Skärholmens centrum utanför Stockholm. Resultatet visar tydligt styrkan i Totalprojekt. Energianvändningen, värmeenergi + elenergi + kyla, sänktes från 180 kWh/m² år till 80 kWh/m² år och energikostnaden för den nära 8000 kvadratmeter stora fastigheten minskade med 580 000 kr/år. Den uppföljning som genomfördes under det första året efter ombyggnaden bekräftade att det genomförda åtgärds paketet gav en internränta på ca 13 %. Energibesparingen stämmer helt med den beräknade. Kostnaden blev dock lägre än den kalkylerade bland annat på grund av att upphandlingen skedde i en lågkonjunktur. Fastighetsägarens avkastningskrav var 7 % real (inflationsrensad) internränta, som med antagande om framtida 2 % årlig energiprisökning utöver den genomsnittliga inflationen, innebär 5 % real internränta.

I Bilaga 1 visas tre exempel på helt genomförda Totalprojektprojekt.

De genomförda och pågående Totalprojekten visar att det, som redan nämnts, syns det fullt möjligt att i många fall lönsamt kunna nästan halvera energianvändningen i befintliga lokalfastigheter. Belok bedömer nu metoden så välbeprövad att den är mogen för bred tillämpning. Dock förutsätter Totalprojekten, liksom energiprojekt överhuvudtaget, ett systematiskt angreppssätt och ett kompetent genomförande. I det följande beskrivs metodiken för genomförande av Totalprojekt och sammanställs erfarenheter som vunnits i Belok projekten.

Kostnaderna för att genomföra ett Totalprojekt

I Totalmetodikens inledande Etapp 1 genomför en specialistkonsult en teknisk genomgång av fastigheten, för att identifiera de tänkbara åtgärder, som kan minska energianvändningen. Här krävs en kompetent arbetsinsats som skall utmynna i ett färdigt kostnads- och energianalyserat underlag för detaljprojektering. Det rör sig om ett betydligt mer omfattande arbete än den som görs i en energideklaration, även om man kan utgå från denna om en sådan finns. Resultatet från denna inledande Etapp 1 är grunden för Etapp 2, där man genomför först detaljprojektering och sedan hela byggarbetet för att genomföra åtgärds paketet inklusive en slutlig funktionskontroll.

Tabell 1.1 visar storleksordningen av de kostnader som kan bli aktuella. Kostnaden per m² tenderar att bli lägre ju större byggnaden är.

Tabell 1.1

Kostnader från genomförda Totalprojekt inom Belok gruppen

Kostnadspost	Kostnad kr/m ²
Identifiering av energisparåtgärder, kostnadskalkyler, energiberäkningar	20 - 40
Projektering	20 - 30
Genomförande av åtgärds paket	400 - 900
Slutbesiktning, funktionskontroll	10 - 20
Totalt (exkl. moms)	500 – 1 000
Besparing	70 - 110 kr/(m²·år)

Erfarenheterna hittills visar således att den totala investeringen kan bli cirka 500 – 1 000 kr/m², för att halvera energianvändningen.

1.2 Sammanfattning av metodiken

När man vidtar energiåtgärder i befintliga byggnader är det viktigt att detta sker så att:

- byggnadens kvalitet och användbarhet bibehålls eller förbättras
- det finns en rimlig balans mellan besparingen och de resurser som satsas

I stort sett i alla befintliga lokalbyggnader kan man med lite ansträngning identifiera rätt många åtgärder som kan minska energibehovet. Varje åtgärd i sig ger en viss större eller mindre energibesparing till en viss högre eller lägre kostnad. Om man väljer ut och efterhand genomför endast de lönsammaste åtgärderna, blir det oftast fråga om, visserligen lönsamma, men ur energisynpunkt ofta begränsade åtgärder. Om man i stället bildar och genomför ett paket av åtgärder, som tillsammans uppfyller fastighetsägarens krav på investeringars lönsamhet, kan minskningen av energibehovet bli betydande.

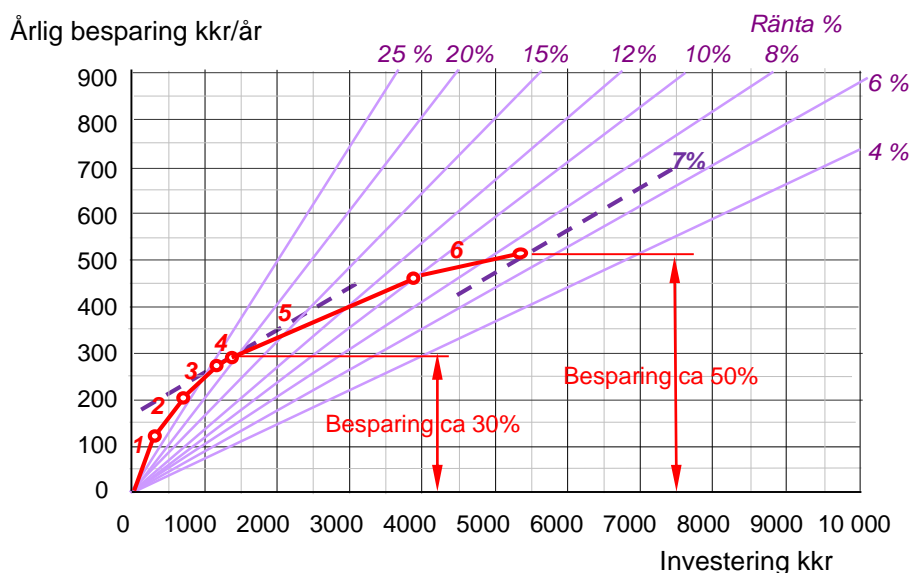
En utgångspunkt vid utformning av totalprojektmetodiken har varit att energibesparingen måste vara lönsam för fastighetsägaren.

- Beloks Totalmetodik innebär en möjlighet att med företagsekonomiskt lönsamma energisparåtgärder komma åt en väsentlig del av den stora energibesparingspotential som finns i befintliga lokalfastigheter.
- Det som särskiljer Totalprojekt från traditionella metoder för energieffektivisering, är att man fattar beslut om att genomföra ett åtgärds paket där *alla* de energibesparande åtgärder som *tillsammans* uppfyller fastighetsföretagets lönsamhetsvillkor ingår. De kan sedan genomföras tillsammans på en gång, vilket kan vara fördelaktigt ur upphandlingssynpunkt och möjliggör ett tydligt entreprenöransvar. Om detta inte går med hänsyn till hyresgäster eller budget,

kan beslutet gälla en *bindande* genomförandeplan, där hela åtgärds paketet ingår men åtgärderna genomförs efter hand.

- Genom att bilda och genomföra åtgärds paketet, kommer de mest lönsamma åtgärderna att bära då de satsningar som på egen hand hade varit olönsamma samtidigt som åtgärds paketet i sin helhet ändå blir lönsamt. Härigenom når man en betydligt större total besparing än om de lönsammaste åtgärderna hade genomförts var för sig, vilket är finessen med Totalprojekt.

Figur 1.2 illustrerar hur ett åtgärds paket kan visualiseras i ett *internräntediagram*. I ett sådant diagram, med årlig kostnadsminskning på den ena axeln och investering på den andra, kan man för en viss brukstid lägga in linjer med de lutningar som gäller för olika räntevärden. När man har identifierat ett antal energisparande åtgärder och beräknat deras kostnad och energikostnadsbesparing, kan man lägga in dem i diagrammet. I diagrammet representeras således varje åtgärd av en linje med en viss längd och lutning. Ju större lutningen är desto lönsammare är åtgärden. I diagrammet i Figur 1.2 har den lönsammaste åtgärden lagts längst till vänster i diagrammet. Därefter har åtgärderna lagts in i fallande lönsamhetsordning. Vid slutpunkten för den minst lönsamma åtgärden (åtgärd 6 i Figur 1.2) kan man läsa av hela åtgärds paketets totala lönsamhet.



Figur 1.2 Åtgärds paketet i internräntediagram. Diagrammet visar den faktiska avkastningen, som en investering ger, räknad i reall räntemått. Genom att kombinera åtgärder i ett paket, där de lönsammaste delarna bidrar till delar som på egen hand hade varit olönsamma, kan energibesparingen ökas till upp mot 50 %.

Kriteriet för hur många åtgärder som tas med är att internräntan för paketet i dess helhet inte får bli lägre än den fastställda kalkylräntan. I exemplet i Figur 1.2 är lönsamhetskravet att internräntan ska vara minst 7 %. Hela åtgärds paketet, åtgärder 1

till **6**, fyller detta krav och leder till en halvering av den årliga energikostnaden, d.v.s. energianvändningen minskar med 50 %. Om man istället endast genomför de åtgärder som var och en är lönsamma i sig, åtgärder **1** till **4**, blir besparingen bara ca 30 %. Hela åtgärds paketet blir lönsamt eftersom de mest lönsamma åtgärderna, som redan nämnts, bär upp mindre lönsamma åtgärder ekonomiskt.

Det vore ett misstag att genomföra endast de mest lönsamma åtgärderna, och skjuta de övriga på framtiden. Då kommer dessa i sig olönsamma, men ur energisynpunkt viktiga åtgärder sannolikt aldrig att genomföras. Detta beror på att det då inte längre finns några lönsamma åtgärder som kan stödja de icke lönsamma åtgärderna i den ekonomiska kalkylen.

Det måste alltså starkt betonas att förutsättningen för att nå denna relativt stora besparing till en så pass rimlig kostnad är att man bildar det visade åtgärds paketet och sedan verkligen genomför hela paketet.

1.3 Beloks Totalmetodik steg för steg

Totalmetodiken delas in i tre Etapper:

- Etapp 1 – Framtagning av åtgärds paket

Analys av fastigheten för att hitta alla de energibesparingar som är möjliga att genomföra. Alla identifierade tänkbara åtgärder för energieffektivisering energiberäknas och kostnads sätts. Åtgärderna sammanställs i ett åtgärds paket som i dess helhet skall uppfylla det av företaget ställda kravet på lönsamhet. Åtgärds paketet läggs som underlag för beslut om genomförande.

- Etapp 2 – Genomförande av åtgärder

Alla de åtgärder som tillsammans är ekonomiskt lönsamma genomförs. En del åtgärder kan vara så pass okomplicerade att de kan genomföras utan speciella förberedelser. Andra måste detaljprojekteras och realiserar i en entreprenad. Genomförandet avslutas med en funktionskontroll. Detta är viktigt bland annat för att säkerställa att de åtgärder som genomförts fungerar rätt. Om exempelvis ett ombyggt ventilationssystem inte fungerar på avsett sätt, kan en stor del av energibesparingen och därmed kostnadsbesparingen förloras.

- Etapp 3 – Utvärdering

Utfallet efter åtgärder bör följas upp med åtminstone månatliga registreringar av energianvändningen. Uppföljningen är en viktig

del av Totalprojektet och bör pågå under minst ett år och därefter kontrolleras utfallet mot underlaget som togs fram i Etapp 1.

I det följande behandlas de tre Etapperna mer ingående.

Etapp 1 - Framtagning av åtgärdspaket

Ett Totalprojekt inleds med en kvalificerad teknisk genomgång av den aktuella fastigheten. I detta skede identifierar man tänkbara åtgärder för energieffektivisering, kostnadsbedömer varje åtgärd och beräknar den energibesparing åtgärderna ger. Denna genomgång är betydligt grundligare och mer ingående än vad som behövs exempelvis för en energideklaration, även om den kan utgå från en genomförd sådan.

I nästa steg genomförs lönsamhetsberäkningar, varvid åtgärderna rangordnas ur lönsamhetssynpunkt baserat på internräntemetoden som det visades exempel på i föregående avsnitt och som kommer att beskrivas i detalj i följande avsnitt.

Lönsamhetsberäkningarna gör man enklast med *Totalverktyget*, ett datorprogram som utvecklats i Beloks regi och är fritt tillgänglig på Beloks hemsida www.belok.se. Slutresultatet av lönsamhetsberäkningarna är internräntan för det ur energibesparingssynpunkt största paketet av åtgärder som uppfyller det lönsamhetskrav som fastighetsägaren fastställt.

Etapp 1 delas in i delmomenten:

- Inhämtande av grunddata och sammanställning av tekniska basdata för byggnaden.
- Energibesiktning och identifiering av åtgärder.
- Energiberäkningar.
- Kostnadskalkyler.
- Lönsamhetsberäkningar och framtagning av åtgärdspaket enligt Totalmetodiken.
- Rapportering och presentation av åtgärdsförslag.

I och med att lönsamhetsberäkningarna genomförts har man utformat ett underlag för beslut om att investera i åtgärdspaketet. En av förutsättningarna för att det ska kunna tas beslut om investering är att underlaget är ekonomiskt och tekniskt lättolkat. En annan förutsättning är att det måste vara rimligt säkert att man verkligen får den årliga besparing som förutspås och att åtgärdspaketets verkliga kostnad kommer att bli som kalkylen visar.

Analysen är central för att resten av projektet ska bli lyckat. Därför är det viktigt att konsulten som anlitas kan energianalysa lokalbyggnader, behärskar energiberäkningsprogram och har tillgång till erfaren kalkylator för kostnadsberäkningar.

Fastställande av basfall

En av grundtankarna med Totalprojektet är att strävan efter energibesparing inte får försämra byggnadens användbarhet, kvalitet och beständighet. Detta gäller inte minst inneklimatet. Om exempelvis lokalerna från början inte uppfyller minimikrav på ventilation, måste byggnadens ventilationssystem uppgraderas innan man börjar studera de energieffektiviserande åtgärderna. Detta kan leda till en ökning av fastighetens energianvändning. Genom att kombinera en sådan uppgradering med ett Totalprojekt, kan dock denna ökning begränsas, eller till och med vändas, så att man får både bra inneklimat och lägre energibehov.

Den energianvändning som fastigheten hade från början benämns basfall eller referensfall. Det är bas- eller referensfall som energiåtgärderna ska jämföras med. Förutsättningen är dock alltid att fastigheten uppfyller alla relevanta minimikrav på termiskt klimat och luftkvalitet. Om fastigheten skulle behöva upprustas, för att uppfylla dessa, måste man göra en beräkning av energianvändningen efter upprustningen. Energiberäkningen utgår då från vad som gäller på byggnaden och dess installationer efter upprustningen. Kostnaderna för en eventuell uppgradering av fastigheten till en godtagbar kvalitetsnivå, skall ligga utanför lönsamhetskalkylen för Totalprojektet.

Kostnadskalkyler

Det är fastighetsföretaget som bestämmer de ekonomiska villkoren och förutsättningarna för kostnadskalkylen. Bland annat måste fastighetsföretaget från början ange om projekteringskostnader och eventuella byggherrekostnader ska ingå i kostnadskalkylen. Kostnadsuppgifterna ska också detaljgranskas av en erfaren kalkylator, antingen en inhyrd konsult eller av personal på företagets kalkylavdelning.

Det är inte ovanligt att ett fastighetsföretag genomför energibesparande åtgärder samtidigt som man genomför en renovering eller allmän upprustning av fastigheten. I kalkylerna för Totalprojektet ska endast de kostnader, som är direkt förknippade med de energieffektiviserande åtgärderna, tas med. Innan kalkylarbetet påbörjas bör konsulten/kalkylatorn rådgöra med fastighetsägaren, som måste fastställa vad som ska inkluderas i kostnadskalkylen.

Etapp 2 – Genomförande av åtgärder

I Etapp 1 av Totalprojekt räknar man ut vilket paket av energieffektiviseringsåtgärder som ger störst energibesparing *och* som är lönsamt. I Etapp 2 ska fastighetsföretaget genomföra det beslutade åtgärdspaketet i dess helhet.

Etapp 2 delas in i delmomenten:

- Detaljprojektering av åtgärder.
- Entreprenad.
- Funktionskontroll.

Etapp 2 bygger på omsorgsfull upphandling, projektering och entreprenad. I grunden är dessa moment likadana som vid en normal ombyggnation, men misstag måste undvikas till varje pris eftersom den förväntade energibesparingen, och därmed poängen med Totalprojektet, annars kan gå förlorad. Det är också viktigt att säkerställa att det går att följa upp energianvändningen efteråt. Det kan således behövas någon extra elmätare och värmemätare. Oftast har man redan någon form av datoriserat styr- och övervakningssystem med registrering av energianvändningen. Då är det viktigt att gå genom om den är tillfyllest för energiuppföljningen. Det kan behövas någon komplettering som i så fall bör ske i samband med energiåtgärdernas genomförande.

Att den förutspådda energibesparingen verkligen uppnås hänger förstås på att huset och de tekniska systemen fungerar som avsett. Man måste därför vara noga med att säkerställa att åtgärderna, som man genomfört, fungerar som de ska från början. Brister i injusteringar och eventuella felkopplingar kan påtagligt öka energianvändningen och på det sättet helt fördärva åtgärdernas lönsamhet. Innan utvärderingen av åtgärdspaketet kan starta bör man således kontrollera funktionen, och vid behov rätta till eventuella fel.

Etapp 3 – Utvärdering

Syftet med Etapp 3 är att följa upp energianvändningen och därmed kunna göra en bedömning av det verkliga utfallet. Energianvändningen bör följas upp genom mätningar åtminstone varje månad under ett år. Utfallet av mätningarna används i en slutlig lönsamhetsberäkning.

Etapp 3 delas in i delmomenten:

- Mätning av energianvändningen efter ombyggnaden.
- Efterkontroll av lönsamheten.

Mätning av energianvändningen

När åtgärdernas funktion säkerställts, bör således energianvändningen mätas och data presenteras månad för månad under det första årets drift. Förutom mätning av värme och fjärrkyla, om sådan används, måste man mäta el och om möjligt skilja mellan el som används till hyresgästens verksamhet och el till fastighetsdriften.

Man bör under datainsamlingen hålla koll på driftsituationen och användningen av fastigheten. Syftet är att se om det finns skillnader i driftförhållanden och användning jämfört med de antaganden som gjordes under den inledande Etapp 1. Det kan exempelvis hända att verksamhetstiderna ändrats eller att en del av huset står oanvänt, trots att det inte var planerat från början. En sådan här uppföljande undersökning är nödvändig, för att det ska vara möjligt att förklara eventuella skillnader mellan förväntat och verkligt utfall.

Efterkontroll av lönsamheten

Vid uppföljande av lönsamhetskalkylen använder man siffrorna från den uppmätta energianvändningen och de fastställda slutliga kostnaderna för åtgärds paketet; alltså de verkliga kostnader som uppstod i Etapp 2. Man måste då hålla reda på om projekteringskostnader och byggherrekostnader var inkluderade i kalkylen eller inte.

Det verkliga lönsamhetsutfallet beräknas i form av internränta för hela åtgärds paketet. Denna jämförs med den internränta som beräknades i Etapp 1. Blir det påtagliga avvikelser mellan det förväntade och det verkliga lönsamhetsutfallet, bör man klarlägga orsaken.

2 Totalmetodikens ekonomiska grunder

Det här kapitlet beskriver de ekonomiska grunderna för Totalmetodiken. Bland annat beskrivs mer i detalj internränta och kalkylränta, hur hänsyn tas till ändringar i energipris, hur val av kalkylperioder påverkar lönsamhetsberäkningar, hur lönsamhet bedöms enligt internräntemetoden och hur hänsyn tas till reinvesteringar.

2.1 Grundläggande begrepp för lönsamhetsberäkningar

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 kostnadsminskningar. Metodiken för detta tillhör ekonomins bas och finns behandlad i de flesta skrifter som berör grundläggande företagsekonomi. I det följande kommer att kortfattat beröras en del moment som är väsentliga vid bedömning av energiåtgärder.

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 energi-effektiviserande 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 energibesparingen och den resursuppoftning som krävs.

Ekonomiska kalkyler behövs för att ta investeringsbeslut, bestämma hur resurser ska fördelas och välja mellan olika förslagsalternativ. Det är viktigt att man får ett entydigt svar om förslaget är lönsamt och bör genomföras.

Innan de olika ekonomiska metoderna förklaras i detalj är det viktigt att ha full förståelse om några grundläggande begrepp som påverkar resultatet av lönsamhetsberäkningar.

Ränta

För att bedöma om en investering är lönsam behöver man jämföra de kostnader som den kräver och de inkomster eller besparingar som den kommer att ge. För detta måste man kunna jämföra investeringen, som sker i nutid, med inkomster eller besparingar, som sker i framtiden. Ekonomiska händelser som ligger olika i tiden knyts samman av *räntan*.

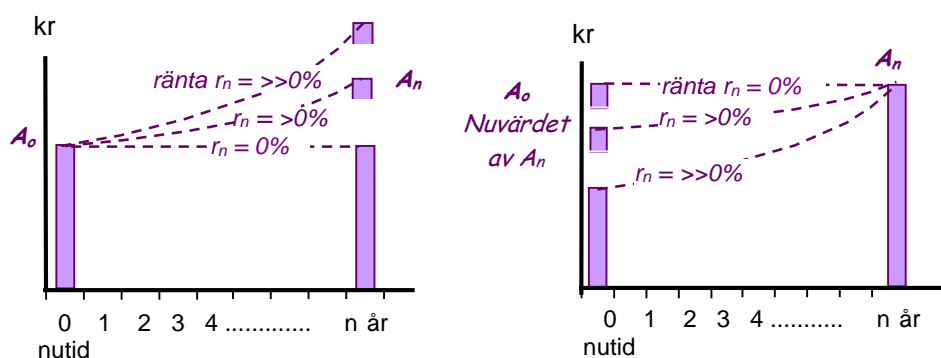
Det är normalt värdefullare att ha tillgång till pengar i dag än att få dem i framtiden. Förhållanden mellan hur penningmedel idag värderas i förhållande till framtida inkomster bestäms av räntan r . Det finns ett antal olika räntebegrepp, vilket

behandlas närmare i det följande, bland annat finns en sammanställning i figur 2.2. Här används till en början *nominell ränta*, som betecknas r_n och är en form av basränta, som exempelvis en bankränta.

Räntans storlek uttrycker hur man värderar framtida inkomster jämfört med att ha tillgång till penningmedel i dag. Ägaren av kapitalet har en möjlighet att behålla sina pengar eller investera eller låna ut för att få dem lönsamt tillbaka under kommande år. Räntan måste vara tillräckligt stor för att investeringen eller utlåningen skall vara intressant jämfört med att behålla kapitalet eller använda det för något annat. Vore det helt likgiltigt om man har ett visst belopp A_0 (kr) i dag eller om man får beloppet A_n (kr) i framtiden, exempelvis om 10 år, skulle den nominella räntan kunna vara 0 %. Är tillgång till pengar i dag viktig i jämförelse med att få dem i framtiden, bör räntan vara hög.

Om man investerar ett visst belopp A_0 (kr) idag så att det årligen ökar med räntan r_n , har summan efter n år vuxit till beloppet A_n (kr). Hur stort A_n blir beror på räntans storlek. Ju större ränta desto större A_n .

Om man i stället skulle få ett belopp A_n (kr) efter n år, är dess värde idag A_0 (kr). Detta värde blir lägre ju högre ränta som valts. Värdet i dag A_0 (kr) av ett belopp A_n (kr) som faller ut om n år i framtiden kallas *nuvärdet av ett enstaka belopp*. Sambandet mellan belopp i dag och i framtiden och deras samband med räntan illustreras i figur 2.1.



Figur 2.1 Räntans påverkan på sambandet mellan enstaka belopp som faller ut vid olika tider.

Realränta

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 i nutid om 2 – 3 % per år.

Investeringar förutsätter normalt att de skall betalas tillbaka med framtida inkomster eller besparingar. I penningmått kommer de framtida inkomsterna eller de framtida besparingarna, räknade i pengar, att stiga på grund av inflationen. 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.

Om man utgår från den *nominella räntan*, måste hänsyn tas till inflationen vid en bedömning av investeringens lönsamhet. Emellertid kan inflationen ses som en ändring av en skalfaktor och man slipper ha med den om man i stället använder en ränta som är rensad från den. Den från inflationen rensade räntan, *realräntan*, är approximativt den verkliga räntan minskad med den procentuella årliga ändringen av den genomsnittliga kostnadsnivån.

Man kan göra approximationen: $r \approx r_n - w$ %,

där r *real ränta*

r_n *nominell ränta*

w *inflation*

Korrigerad real ränta

Det som sagts ovan gäller endast om alla priser i stort följer 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 tillämpa likartad approximation som den för inflationen. Om man antar att den årliga relativa energiprisökningen blir q % utöver den genomsnittliga prisändringen, får man korrigera realräntan med värdet q %. Man kan således ta hänsyn till om energipriser ändras annorlunda än den genomsnittliga inflationen genom att använda en *korrigerad real ränta* r_{korr} , som approximativt är: $r_{korr} \approx r - q$ %, där

r_{korr} *korrigerad real ränta*

r *real ränta*

q *energiprisökning utöver den genomsnittliga prisändringen*

Hur ovanstående approximation påverkar lönsamhetsbedömningar redovisas i avsnitt "Framtida relativa prisändringar" i Kapitel 2.2.

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.

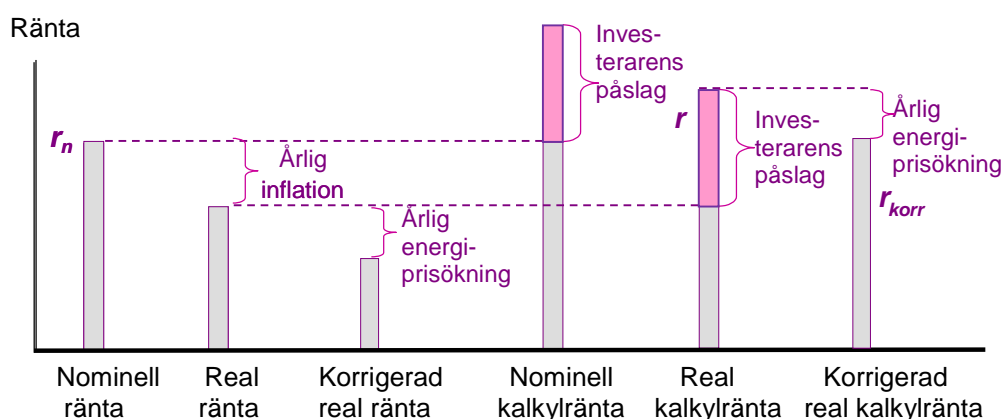
Kravet på lönsamhet kan kombineras med kompletterande styrande villkor, men valet av kalkylränta är det kanske mest grundläggande styrmedlet för att säkerställa den med hänsyn till företagets förutsättningar nödvändiga investeringsdisciplinen. Beslut om kalkylräntan är därför alltid fråga för företagets 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 ur företagets soliditet, likviditet, lånemöjligheter, alternativa investeringsmöjligheter, ägandets långsiktighet mm.

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

När det gäller energibesparande åtgärder kan man som nämnts förvänta sig en större framtida prisökning än den genomsnittliga inflationen. Kalkylräntan ersätts således med en korrigerad kalkylränta r_{korr} .

Figur 2.2 belyser hur olika räntebegrepp förhåller sig till varandra.



Figur 2.2 Olika räntebegrepp. Vid lönsamhetsberäkningar används real kalkylränta eller korrigerad real kalkylränta.

Normalt menas med real kalkylränta den reala medelräntan över hela kalkylperioden. Energipriser tenderar att stiga mer än den genomsnittliga inflationen, d.v.s. man har en relativ prisökning och kostnadsbesparingen ökar mer än inflationen. Detta kan man ta hänsyn till genom att vid lönsamhetsberäkningar använda en korrigerad real kalkylränta, $r_{korr} = r - q \%$, där $q \%$ är energiprisernas ökning utöver den genomsnittliga prisändringen.

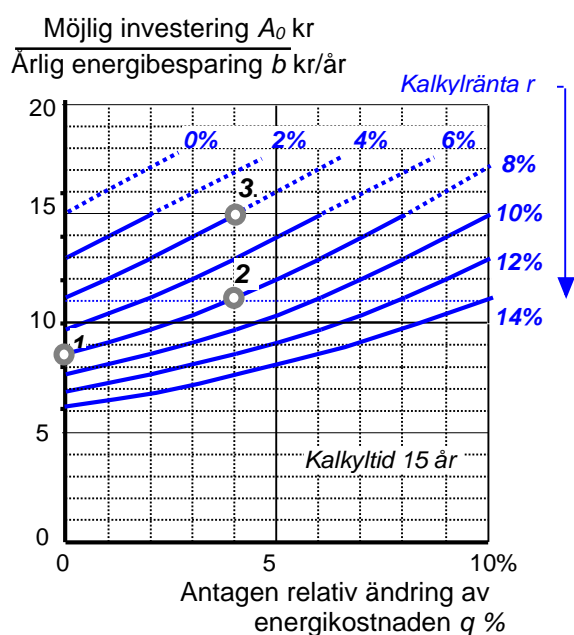
Kalkylränta och relativa prisändringar

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 2.3 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.

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



Exempel:
 En viss åtgärd kommer att ge besparingen 20 000 kr/år med det energipris man har just då.

Med kalkylräntan 8 %, vore det lönsamt att investera upp till
 $8,5 \cdot 20\ 000 = 170\ 000\ \text{kr}$

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
 $11 \cdot 20\ 000 = 220\ 000\ \text{kr}$

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

Diagrammet i figuren gäller för en åtgärd med kalkyltiden 15 år. För en åtgärd med längre kalkyltid blir kurvorna brantare, d.v.s. antaganden om framtida energiprisökningar har än starkare effekt.

Såväl valet av kalkylränta som antaganden om framtida prishöjningar avgör den beräknade lönsamheten. En lönsamhetsberäkning där det inte tydligt angetts, vilken kalkylränta och relativ prisändring som använts, är oanvändbar.

Tidsperioder i lönsamhetsberäkningar

Det finns oftast olika tidsbegrepp som används vid lönsamhetsberäkningar i olika sammanhang. De olika begrepp kan ha helt olika betydelse vad det gäller byggnads-

och fastighetsområdet och vid bedömning av åtgärder. Inom ramen för Beloks Totalmetodik är det därför nödvändigt att förklara hur tidsperioderna definieras här och ge råd för beställaren om vad som är viktigt att tänka på vid val av tidsperiod i lönsamhetsberäkningar.

Teknisk livslängd

Med teknisk livslängd avses den tid som en investering kan vara tekniskt användbar, d.v.s. så länge som investeringen fungerar på ett tillfredsställande sätt som uppfyller de funktionsmässiga krav som ställs.

Ekonomisk livslängd

Med ekonomisk livslängd avses den tid som en investering anses vara ekonomiskt lönsam.

Enligt EU kommissionen skall medlemsstaterna sträva efter att använda standarden EN 15459 [1] när man bestämmer vilka ekonomiska livslängder man ska räkna med för olika energieffektiviseringsåtgärder. Standarden anger ekonomiska livslängder för en mängd komponenter och produkter men t.ex. inte för åtgärder i byggnadens klimatskal eller för solceller. Rekommenderade livslängder för de åtgärder som saknas i standarden finns i [2].

I Bilaga 3 presenteras en del rekommenderade ekonomiska livslängder för olika åtgärder.

Kalkyltid

Den tid som väljs att genomförda beräkningar skall gälla för. Kalkyltiden bestäms av beställaren. Exempelvis kan kalkyltiden för ett tekniskt system väljas till 30 år, även om den ekonomiska livslängden sätts till 15 år. En anledning kan vara att det tekniska systemet utgör en del av ett sammansatt system, där kalkyltiden för det sammansatta systemet är 30 år.

Avskrivningstid

Ett bokföringstekniskt begrepp som talar om under vilken tid man väljer att skriva av en investering.

2.2 Ekonomiska metoder

Det finns flera olika slags ekonomiska metoder med vilka lönsamheten av investeringar kan bedömas. Följande kommer att beskrivas mer i detalj:

- Återbetalningsmetod (Payback)
- Nuvärdesmetod
- Annuitetsmetod
- Internräntemetod

Dessa kan användas på lite olika sätt beroende på vad det är man vill undersöka ekonomiskt. De fyra olika ekonomiska modeller illustreras i figur 2.4.

		Lönsamhetsmått
Återbetalningsmetod (Payback)	återbetalningstid utan hänsyn till ränta och ekonomisk livslängd	Återbetalningstid (år)
Nuvärdesmetod	alla pengar räknas om till nuvärde	Nuvärdesöverskott (kr)
Annuitetsmetod	alla pengar räknas om till årskostnad	Årsöverskott (kr/år)
Internräntemetod	beräkning av den internränta som investeringen ger	Internränta (%)

Figur 2.4 Några förekommande metoder för bedömning av investeringar med tillhörande lönsamhetsmått.

Återbetalningsmetod (Payback)

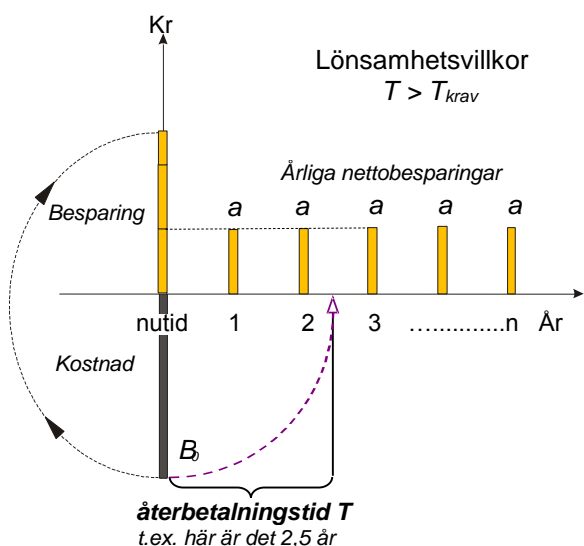
Återbetalningsmetoden, som ofta kallas Payback eller Payoff metod, är en enkel och lättfattlig metod som enbart går ut på att se hur lång tid det tar att få tillbaka (tjäna in) det belopp som investerats. Investeringen ses som lönsam om den ger inkomster eller besparingar som betalar investeringen inom en viss tid, återbetalningstiden.

$$\text{Återbetalningstid (år)} = \frac{\text{Investering (kr)}}{\text{Årlig besparing (kr/år)}}$$

Återbetalningsmetoden illustreras i figur 2.5.

Metoden är enkel att använda, men blir rätt grov eftersom modellen inte tar hänsyn till räntan eller investeringens ekonomiska livslängd. 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 produktionseffektiverande investeringar. Kravet på återbetalningstiden kan här ligga kring två år.

Åtgärder med lång ekonomisk livslängd, som förväntas vara i drift under lång tid, missgynnas av återbetalningsmetoden, som driver fram kortsiktiga investeringar. En okritisk användning av återbetalningsmetoden styr mot ett kortsiktigt investering utan hänsyn till kvalitet.



Exempel:

Befintliga fönster skall bytas mot nya treglasfönster med bättre värmeisolerande förmåga.

Besparingen beräknas bli 10 000 kr per år.

Investeringen är 100 000 kr

Återbetalningstiden T blir:

$$T = \frac{100\,000 \text{ kr}}{10\,000 \text{ kr/år}} = 10 \text{ år}$$

Figur 2.5 Illustrering av återbetalningsmetoden. Investeringen ses lönsam om den ger inkomster eller besparingar som betalar investeringen inom den hösta tillåtna återbetalningstiden.

Återbetalningsmetoden är olämplig att använda inom byggnads- och fastighetsområdet eftersom det här är fråga om långsiktigare investeringar och återbetalningsmetoden inte tar hänsyn till ränta och livslängd.

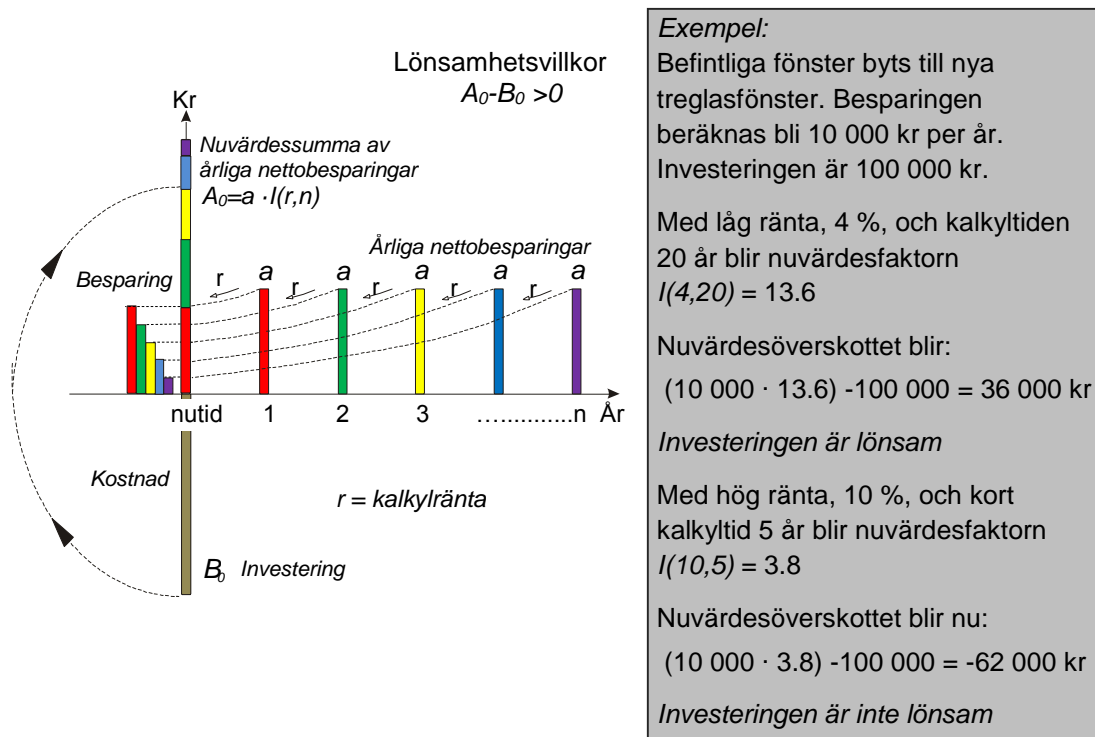
Nuvärdesmetoden

Med nuvärdesmetoden jämför man de totala besparingarna under kalkyltiden med investeringen. Nuvärdesmetoden innebär att alla med investeringen sammanhörande kostnader, intäkter och besparingar räknas om till nuvärdet, d.v.s. till investerings-tillfället. Summan av de årliga besparingarna räknas ut med hjälp av nuvärdesfaktorn, som bestäms av kalkylräntan och kalkyltiden och kan styra om det blir lönsamt eller ej. Investeringen är lönsam om nuvärdessumman av nettobesparingarna är större än investeringen. Nuvärdesmetoden illustreras i figur 2.6.

Det sammanlagda nuvärdet av de belopp a som faller ut under n år i framtiden är nuvärdessumman A_0 . Denna beräknas enligt:

$$\text{Nuvärdessumma av årliga besparingar } A_0 \text{ (kr)} = \text{Årlig besparing } a \text{ (kr)} \cdot \text{Nuvärdesfaktor } I(r,n)$$

där $I(r,n)$ är nuvärdesfaktorn vid kalkylräntan r och kalkyltiden n . Nuvärdesfaktorn hämtas enklast ur tabell, se Bilaga 2.



Figur 2.6 Illustrering av nuvärdemetoden. För varje årlig besparing, eller amortering, kan nuvärdet beräknas, eller diskonteras, till nutidspunkten. Nuvärdet av varje amortering beror på vilket år den sker och vilket kalkylränta används. Summan av besparingarnas nuvärde A_0 ska vara större än investeringskostnaden B_0 för att investeringen ska vara lönsam.

Nuvärdemetoden tar hänsyn till investeringens ekonomiska livslängd och är därmed rättvisande på ett helt annat sätt än återbetalningsmetoden.

Annuitetsmetoden

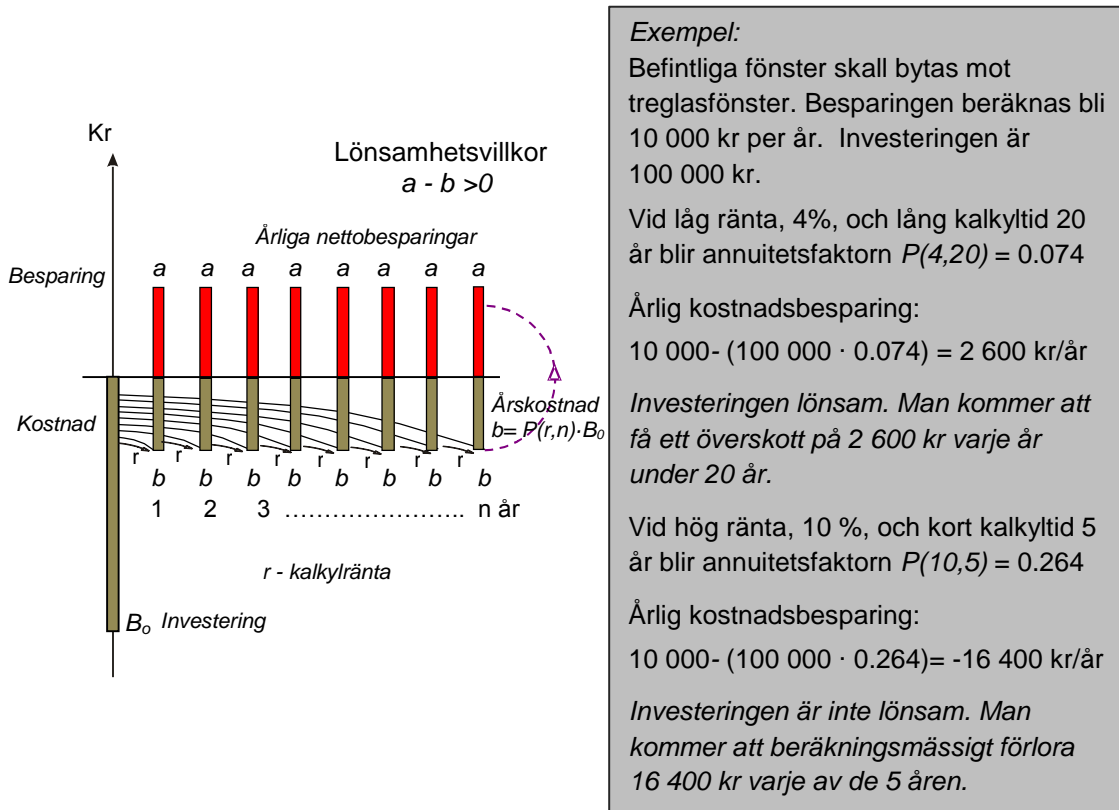
Med annuitetsmetoden räknas investeringen om till årskostnad jämnt fördelad över kalkyltiden och jämförs med motsvarande årliga besparingar. Investeringen omvandlas till en årskostnad med hjälp av annuitetsfaktorn som utgår från kalkyltid och kalkylränta. Investeringen är lönsam om de årliga nettobesparingarna är större än årskostnaden.

Annuitetsmetoden illustreras i figur 2.7.

Om man investerar ett belopp B_0 (kr) som skall återbetalas under de följande n åren kan årskostnaden (kapitalkostnaden) b (kr/år) för detta beräknas:

Investeringens årskostnad b (kr/år) = Investering B_0 (kr) · annuitetsfaktor $P(r, n)$

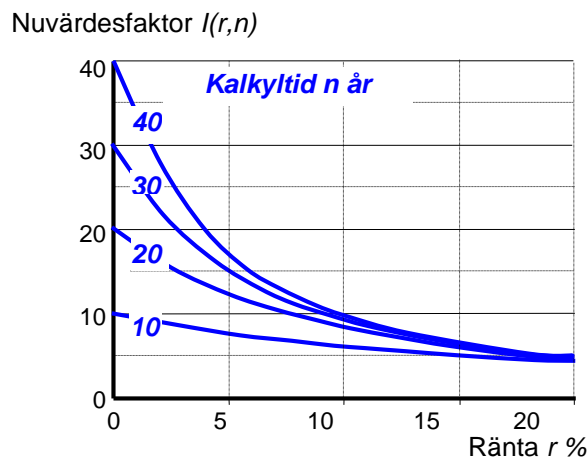
där $P(r,n)$ är annuitetsfaktorn vid räntan r och kalkyltiden n . Annuitetsfaktorn hämtas enklast ur tabell, se Bilaga 2.



Figur 2.7 Illustrering av annuitetsmetoden. De årliga besparingarna jämförs med de årliga kostnaderna för investeringen. De årliga besparingarna a ska vara större än de årliga kostnaderna b för att investeringen skall vara lönsamt.

Nuvärdesfaktorn

Nuvärdesfaktorn och annuitetsfaktorn finns tabellerade i otaliga handböcker och de finns inlagda i kalkylatorer. Figur 2.8 ger en bild av dels nuvärdesfaktorns storlek, dels hur den varierar med kalkylränta och kalkyltid. Motsvarande kan givetvis göras även för annuitetsfaktorn.



Figur 2.8 Nuvärdesfaktorns beroende av kalkylränta och kalkyltid.

Man kan se att kalkylräntan har en stark inverkan på nuvärdesfaktorn. Låg ränta innebär att de framtida besparingarna har högt värde jämfört med om samma belopp sparats in idag. Resultatet av en jämförelse mellan en investering och framtida utfall är därmed helt beroende av vilken kalkylränta som använts. Man kan inte bedöma lönsamheten av en investering om det saknas uppgift om kalkylränta och antagen relativ energiprishöjning.

Man kan också se att 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 ekonomiska livslängden skulle vara kort.

Framtida relativa prisändringar

En ekonomisk modell för värdering och sammanställning av energisparande åtgärder bör vara enkel och lättöverskådlig. Då man värderar energisparåtgärder i en befintlig byggnad finns alltid en osäkerhet i bedömningen av vad en enskild åtgärd kommer att kosta och vad den kommer att ge i energibesparing. Det syns därför försvarbart att acceptera några matematiska approximationer i den ekonomiska hanteringen, om de bidrar påtagligt till enkelheten. En sådan är lämplig då man skall ta hänsyn till energins framtida relativa prisändring.

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. Om man antar att den årliga relativa energiprisökningen blir q % utöver den genomsnittliga prisändringen, kan man korrigera realräntan med värdet q %. För *korrigerad realränta* kan man göra en approximation: $r_{korr} \approx r - q$ %, där r_{korr} är korrigerad real ränta och r är realränta. Felet med denna approximation visas med följande beräkning.

Om man antar att den årliga energiprisökningen blir q % utöver den genomsnittliga prisändringen, gäller:

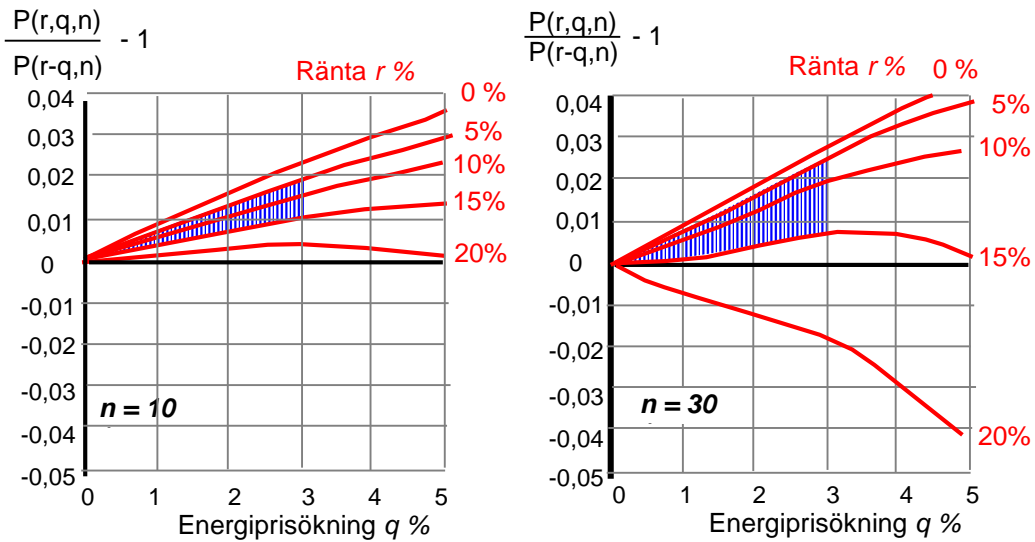
$$a = \left(\frac{\frac{1+r/100}{1+q/100} - 1}{1 - \left(\frac{1+r/100}{1+q/100}\right)^{-n}} \right) \cdot A_o = P(r, q, n) \cdot A_o$$

där $P(r, q, n)$ är en annuitetsfaktor, som inkluderar även en relativ prisändring. Annuitetsfaktorn $P(r, q, n)$ finns inte tabellerad i vanliga ekonomiskrifter. Som förut nämnts kan man dock approximera genom att sätta:

$$P(r,q,n) \approx P(r-q,n)$$

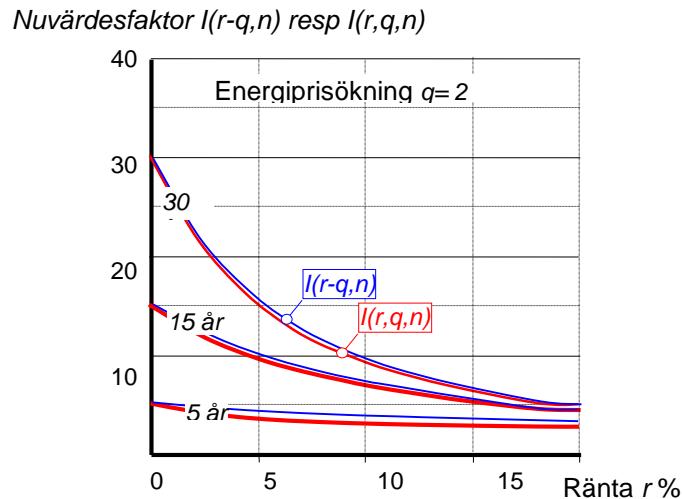
$$I(r,q,n) \approx I(r-q,n)$$

Figur 2.9 visar det beräkningsmässiga fel som ligger i denna approximation. Här visas detta med annuitetsfaktorn $P(r,q,n)$ respektive $P(r-q,n)$ (nuvärdesfaktorns invers).



Figur 2.9 Det matematiska felet i approximationen $P(r,q,n) \approx P(r-q,n)$. De streckade ytorna anger de områden där investeringar inom byggnadssektorn ligger.

Som figuren visar, är felet mindre än 3 % i annuitetsfaktorn $P(r,q,n)$, för de värden på reala kalkylräntan r som kan vara aktuella inom byggområdet och realistiska värden på real energiprisökning q . I figur 2.10 visas på ett något annorlunda vis hur approximation påverkar nuvärdesfaktorn I . Man ser att $I(r,q,n)$ och $I(r - q,n)$ överensstämmer mycket väl.

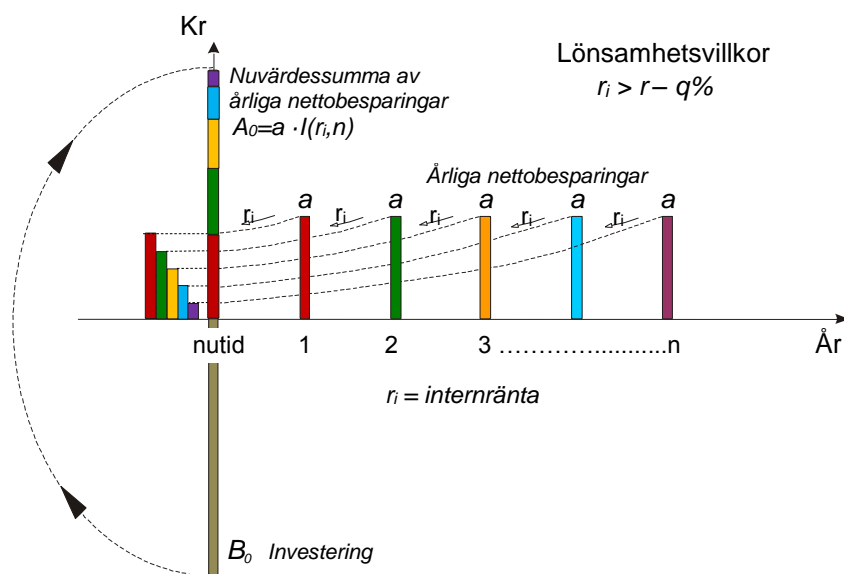


Figur 2.10 Approximeringen $I(r-q,n)$ och det matematiska värdet $I(r,q,n)$

Den ekonomiska ramen för investeringar sänks en aning om man använder approximationen $P(r,q,n) \approx P(r-q,n)$. Om man ser på vilken internränta en viss investering ger innebär det ett fel som är mindre än 0.2 procentenhet i denna. Detta är försumbart jämfört med de osäkerheter, som investeringsbedömningar alltid är förbundna med. Approximationen syns därmed väl försvarbar, inte minst genom att den gör det enkelt att se hur antaganden om räntor inverkar på investeringsbeslut.

Internräntemetoden

Ett sätt att bedöma lönsamheten av investeringskrävande åtgärder är att se på vad den faktiska avkastningen, räknad i räntemått, blir av en investering. Man beräknar räntan, med vilken nuvärdessumman av de årliga besparingar blir lika stor som investeringen. Den räntan kallas *internränta*. Kriteriet på lönsamhet är då att internräntan skall vara högre än den kalkylränta som fastställts av företaget. Internräntesmetoden illustreras i figur 2.11.



Figur 2.11 Illustrering av internräntemetoden. Enligt internräntemetoden anges den faktiska avkastningen av en investering i räntemått. Internräntan är räntan då nuvärdessumman av de årliga nettobesparingar blir lika med investeringen.

Om en investering B_o (kr) ger en årlig driftkostnadsminskning a (kr/år), innebär detta en faktisk ränta, en *internränta* r_i , som är ett mått på investeringens avkastning. Denna *internränta* r_i fås ur:

$$a \cdot I(r_i, n) = B_o \iff a = \frac{1}{I(r_i, n)} \cdot B_o = P(r_i, n) \cdot B_o \iff \frac{a}{B_o} = P(r_i, n)$$

Internräntediagram

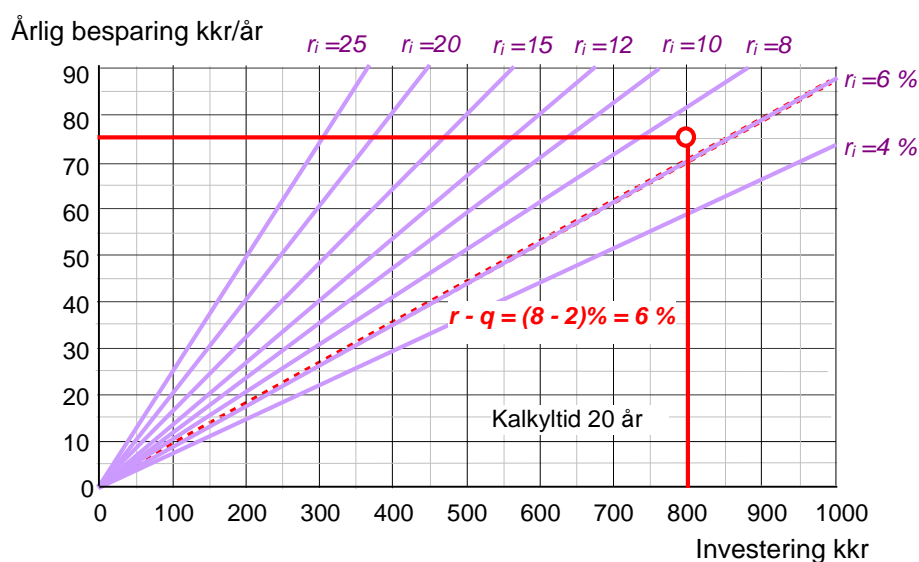
I ett diagram med axlarna investering A_0 och årlig besparing a kan man således för en viss kalkyltid n lägga in linjer med lutningar som gäller för olika internräntor.

Diagrammet kallas därför *internräntediagram*. Annuitetsfaktorn $P(r_i, n)$ är tangenten, dvs lutningen, för linje från origo.

Om man i internräntediagrammet lägger in en investering med sammanhängande årlig besparing, får man direkt den internränta åtgärden ger, som figur 2.12 visar. Kriteriet på lönsamhet är att internräntan skall vara högre än den kalkylränta som fastställts i företaget.

Man kan ta hänsyn till relativa energiprishöjningar på två olika sätt:

- Kalkylräntan korrigeras genom att minska den med den relativa energiprishöjningen, så som visas i figur 2.12.
- Diagrammet korrigeras genom att internränteskalan r_i ändras med den relativa energiprishöjningen, men kalkylräntan bibehålls som lönsamhetskriterium.



Figur 2.12 Internräntediagram. *Exempel:* Den av fastighetsägaren fastställda reala kalkylräntan är $r = 8\%$. Energipriserna antas stiga med $q = 2\%$, d.v.s. med 2 procentenheter över inflationen.

Exempel

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.

2.3 Lönsamhetsbedömning enligt Totalprojektet

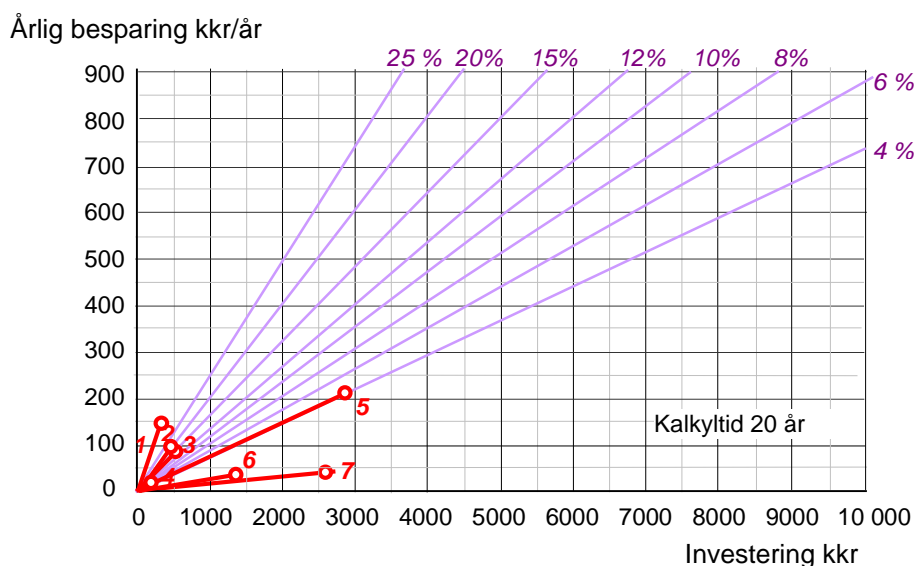
Beslutsunderlaget för lönsamhetsbaserade långsiktiga investeringar bör normalt utgå från en kalkyl enligt en kapitalvärdesmetod, d.v.s. nuvärdesmetod, annuitetsmetod

eller internräntemetod. Samtliga dessa innebär att investeringen vägs mot framtida kostnadsminskningar. Oberoende av vilken av metoderna som tillämpas fås samma resultat, förutsatt att alla ingångsdata är desamma och kalkylen genomförs på ett korrekt sätt.

Beloks Totalmetodik baseras på internräntemetoden. Därför ligger fokus i det följande på hur internräntediagram kan användas för redovisning av energianalyser.

Åtgärds paket i internräntediagram

När man har identifierat ett antal energisparande åtgärder och beräknat deras kostnad och energibesparing, kan man lägga in alla dessa som punkter i ett internräntediagram. Från varje sådan punkt kan man sedan lägga in en linje till origo, där linjens lutning således representerar internränta (se figur 2.13).



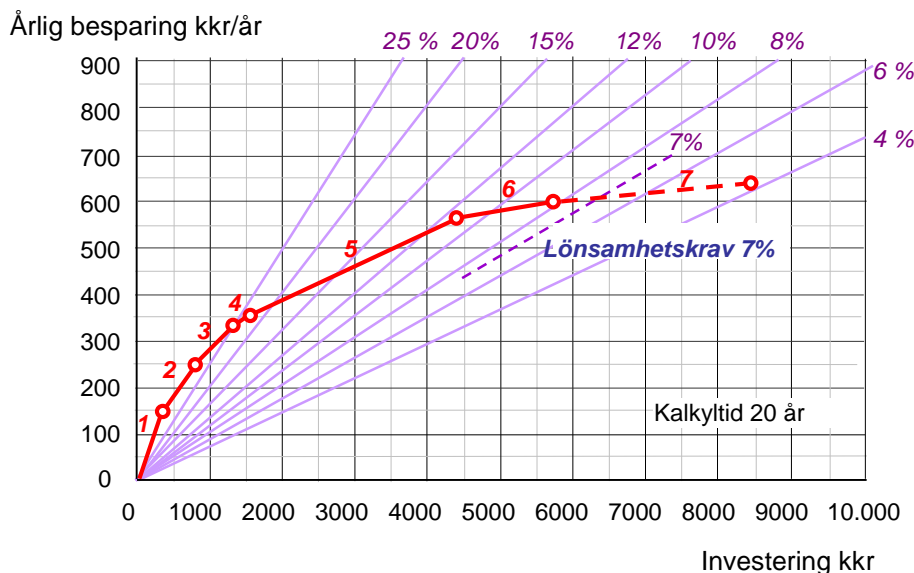
Figur 2.13 Åtgärdernas lönsamhet presenterad i ett internräntediagram. Procentsatserna anger internräntan. Röda punkter med linjer till origo representerar olika åtgärder. Diagrammet gäller för kalkyltiden 20 år.

Genom att ordna alla dessa linjer efter minskande lutning får man ett underlag för att bilda åtgärds paketet, d.v.s. ett paket som innehåller de energieffektivaste åtgärderna som figur 2.14 visar.

När flera åtgärder bedöms samtidigt, måste hänsyn tas till hur de påverkar varandra. Om en åtgärd genomförs kan besparingsutrymmet för nästa ha minskat, jämfört med om de skulle ha genomförts i omvänd ordning. Således påverkar ordningsföljden av genomförda åtgärder hur mycket varje enskild åtgärd kan spara.

Kriteriet för hur många åtgärder som tas med är att internräntan för paketet i dess helhet skall överstiga den fastställda kalkylräntan. Som man kan se i figur 2.14, kan

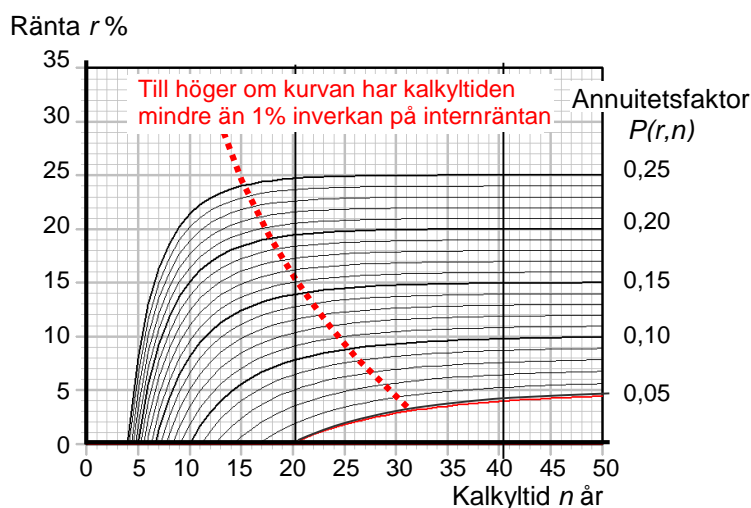
den minst lönsamma av de i figur 2.13 visade åtgärderna inte tas med i åtgärdspaketet.



Figur 2.14 Åtgärdernas lönsamhet presenterad i ett internräntediagram och bildning av åtgärds paket. Procentsatserna anger internräntan. Beställarens lönsamhetskrav är 7 %. Notera att alla åtgärder i det visade exemplet har samma kalkyltid, 20 år.

Kalkyltidens inverkan

Investerings – besparingsdiagrammet, *internräntediagrammet*, som visas i Figur 2.13 och 2.14, gäller för en viss kalkyltid. Denna kan vara samma som den ekonomiska livslängden av de olika åtgärderna, men ibland kan fastighetsägaren välja en kortare tid. Energiåtgärder i lokalbyggnader kan ha olika ekonomiska livslängder. För tekniska installationer väljs ofta en tid mellan 15 och 20 år, medan byggnadsdelar kan ha en ekonomisk livslängd på 40 år. Samtidigt vill man kunna visa dem i samma diagram. Figur 2.15 belyser kalkyltidens inverkan på internräntan. Vid en given investering med en given avkastning stiger internräntan med kalkyltiden.



Figur 2.15 Internräntans beroende av kalkyltiden. Till höger om den streckade kurvan har kalkyltiden försumbar ekonomisk inverkan.

Som visas i Figur 2.15, har kalkyltidens längd efter ca 15-20 år liten inverkan på internräntan. Om åtgärden har kombination kalkyltid – ränta som ligger till höger om den prickade röda kurvan för alla åtgärder med olika kalkyltid, innebär skillnader i kalkyltid liten, mindre än en procent-enhet, inverkan på internräntan. Ligger denna kombination till vänster om kurvan för åtgärder med kort ekonomisk livslängd, måste skillnaden i ekonomisk livslängd beaktas.

Det vore opraktiskt att arbeta med flera internräntediagram för olika kalkyltider. Därför kombineras de till ett diagram där internräntelinjernas lutning anpassas till varje åtgärds kalkyltid. Om man sätter samman flera åtgärder med olika kalkyltider kan detta beaktas genom korrigering av de olika delarnas besparingseffekt.

Den gemensamma internräntan r_i för två samtidigt investeringar B_{01} kr med kalkyltiden n_1 år och B_{02} kr med kalkyltiden n_2 år, med avkastningarna a_1 kr/år respektive a_2 kr/år, bestäms av att summan av avkastningarnas nuvärden skall täcka hela investeringen.

$$B_{01} + B_{02} = I(r_i, n_1) \cdot a_1 + I(r_i, n_2) \cdot a_2$$

Där $I(r_i, n_1)$ och $I(r_i, n_2)$ är nuvärdesfaktorer för de årliga avkastningarna a_1 och a_2 .

Det är ganska arbetskrävande att göra detta manuellt, men sker enkelt med hjälp ett beräkningsprogram, *Belok Totalverktyget*. Mer information finns i Kapitel 6.

Exempel

Totalmetodiken illustreras i det följande med ett praktiskt exempel. Det är en kontorsbyggnad om 8 500 m²_{BTA}, där Totalprojektet genomförts i dess helhet, d.v.s. man har bildat ett åtgärds paket, genomfört det i byggnaden och därefter följt upp energi-användningen under ett år. De i exemplet nedan visade värdena är beräknade energi-besparingar och kostnader från Etapp 1, som låg till grund för åtgärds paketet i det aktuella fallet. Dessa har använts på grund av att det är de som gäller i praktiken då man bildar åtgärds paket och fattar beslut om att genomföra Totalprojekt.

I verkligheten visade det sig att kostnaderna blev lägre medan energibesparingen i stort blev som den beräknade.

(se www.belok.se *Rapporter/Totalprojekt/Slutrapport/Getholmen*)

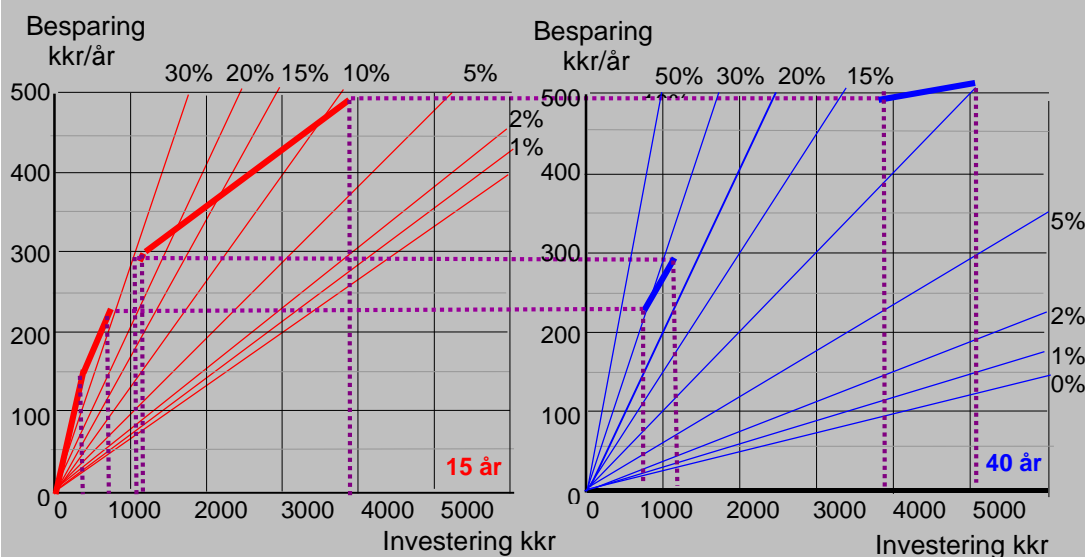
I tabell 2.1 är i den aktuella byggnaden identifierade energisparåtgärder, deras kalkyltid, deras beräknade kostnad och den förväntade besparingen sammanställda. Åtgärderna är redovisade i koncentrerad form. En del av dem består egentligen av flera olika delar. Åtgärderna i tabellen har 15 eller 40 års kalkyltid.

Tabell 2.1

Exempel på energisparåtgärder med olika kalkyltider

Nr	Åtgärd	Kalkyltid [år]	Investering [kkr]	Besparing [kkr/år]	Internränta [%]
1	Ny fastighetsbelysning	15	350	139	39.4
2	Reducerad baslast värme	15	350	73	19.3
3	Förbättrad takisolering	40	400	72	17.9
4	Införande av nattkyla sommartid	15	75	10	10.2
5	Nytt ventilationssystem	15	2700	196	1.1
6	Nya fönster	40	1200	31	0.1
	Summa		5 075	521	

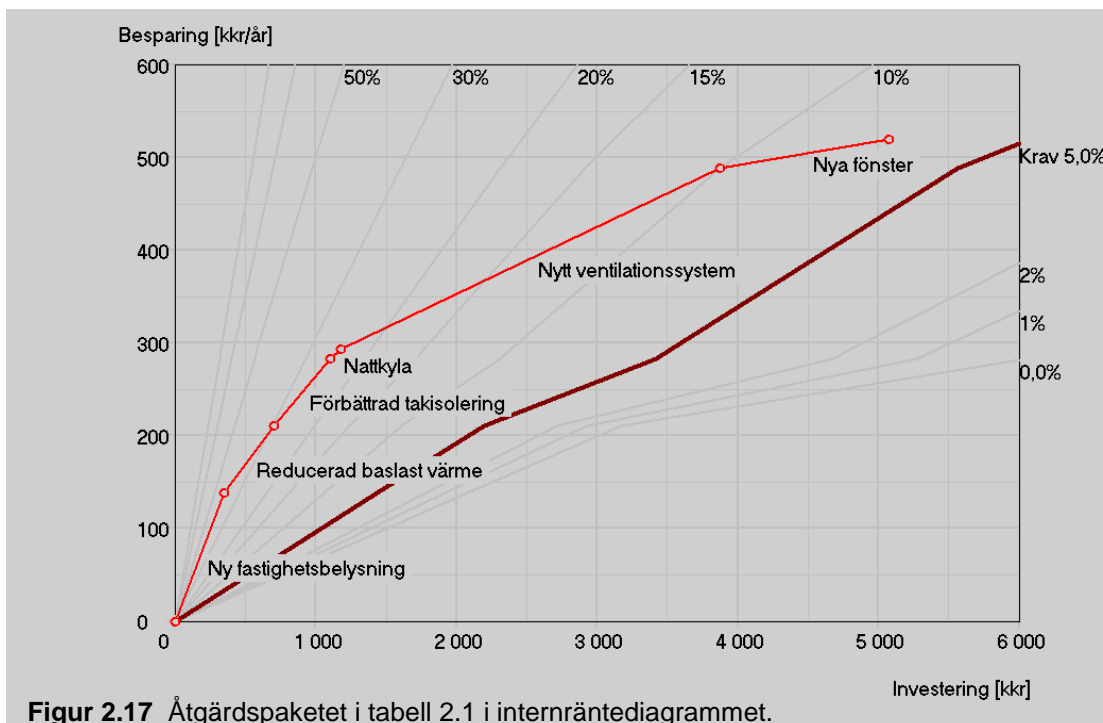
I figur nedan visas de inlagda i intern-räntediagram för 15 år respektive 40 år.



Figur 2.16 Kombinerad av energisparåtgärder med olika kalkyltider på internräntediagram.

I figur 2.17 visas åtgärdspaketet i tabell 2.1 beräknat med Beloks *Totalverktyget*.

Fastighetsägaren har i det här fallet krävt att investeringen skall ge en besparing som innebär minst 7 % real ränta (real kalkylränta). Samtidigt har antagits att energipriserna stiger årligen med 2 % utöver den allmänna inflationen. Detta innebär att internräntan skall vara minst $7-2 = 5\%$ för hela paketet. Som syns i figur ovan är den ca 7 %.



Reinvestering

När delar i byggnaden har olika ekonomisk livslängd kan det innebära att energisparande åtgärder med kortare ekonomisk livslängd än husets i dess helhet, blir ersatta när de inte längre fyller sin uppgift. Utgår man exempelvis från att de tekniska installationerna har den ekonomiska livslängden 15 år, medan byggnaden som sådan skall fungera i 40 år, måste installationerna ersättas efter 15 respektive efter 30 år. Det krävs en reinvestering efter 15 år och en efter 30 år.

Nuvärdet i dag, B_{or} , av en reinvestering B_{nr} , som sker om n år, är

$$B_{or} = B_{nr} \cdot i(r, n)$$

Nuvärdesfaktor för en enstaka framtida händelse, $i(r, n)$, finns tabellerad i Bilaga 2.

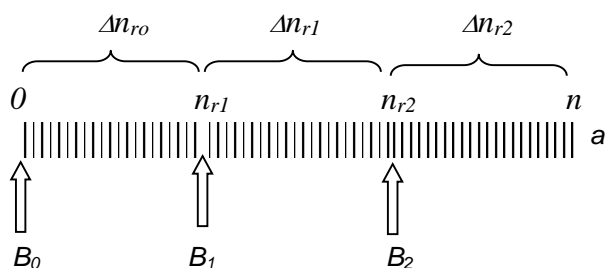
Man tar hänsyn till de framtida reinvesteringarna genom att addera nuvärdet av reinvesteringarna till den inledande investeringen och sedan bestämma internräntan utgående från reinvesteringarnas sammanlagda ekonomiska livslängd.

Med två reinvesteringar B_{r1} och B_{r2} efter n_{r1} respektive n_{r2} år, blir nuvärdet ΣB_0 av hela investeringsprocessen:

$$\Sigma B_0 = B_0 + B_{r1} \cdot i(r, n_{r1}) + B_{r2} \cdot i(r, n_{r2})$$

Två reinvesteringar innebär att hela den ekonomiska processen löper under den ursprungliga investeringen och reinvesteringarnas sammanlagda ekonomiska livslängder. Denna sammanlagda ekonomiska livslängd är:

$$\Delta n_0 + \Delta n_{r1} + \Delta n_{r2}$$



Ett som det syns ganska rimligt antagande är att återinvesteringarna blir i realvärde lika stora som den första investeringen, att de kommer att ge samma årliga avkastning och att de kommer att ha samma ekonomiska livslängd. I realvärden innebär det att:

$$B_0 = B_{r1} = B_{r2} \quad \text{och} \quad \Delta n_{r0} = \Delta n_{r1} = \Delta n_{r2} = \Delta n \quad \text{samtidigt som} \quad a \text{ är konstant}$$

Med det här antagandet kommer varje reinvestering att ge samma internränta (samma investering, samma ekonomiska livslängd, samma årlig avkastning). Detta innebär att med de här antagandena ändras inte internräntan genom reinvesteringarna. Däremot blir den ekonomiska processen i dess helhet annorlunda. Hela ekonomiska livslängden blir $3 \cdot \Delta n$ och nuvärdet av investeringarna blir:

$$\Sigma B_0 = B_0 \cdot (1 + i(r, n_{r1}) + i(r, n_{r2}))$$

Frågan om reinvesteringar är av intresse först då det är fråga om samtidiga investeringar i åtgärder med olika ekonomiska livslängder, som då man utformar ett åtgärdsprogram för energibesparing. För att belysa detta används nedanstående exempel, men med åtgärderna indelade i två grupper efter ekonomisk livslängd.

Exempel

I paketet ingår således åtgärder med dels 15 års ekonomisk livslängd dels 40 års ekonomisk livslängd. De med kort ekonomisk livslängd bedömer man måste ersättas efter 15 respektive 30 år. Man kan då bilda två åtgärds paket:

- ett för åtgärds paket med 15 års ekonomisk livslängd och ersättning efter 15 och 30 år.
- ett för åtgärds paket med 40 års ekonomisk livslängd.

Åtgärds paketet med 15 års ekonomisk livslängd har internräntan 9 %. Detta fås enkelt med hjälp av *Belok Totalverktyget* eller bilagans tabeller. Internräntan 9 % används här för nuvärdesberäkningen av reinvesteringarna. Det är en approximation, som oftast är helt acceptabel.

$$i(9,15) = 0,27 \quad i(9,30) = 0.075$$

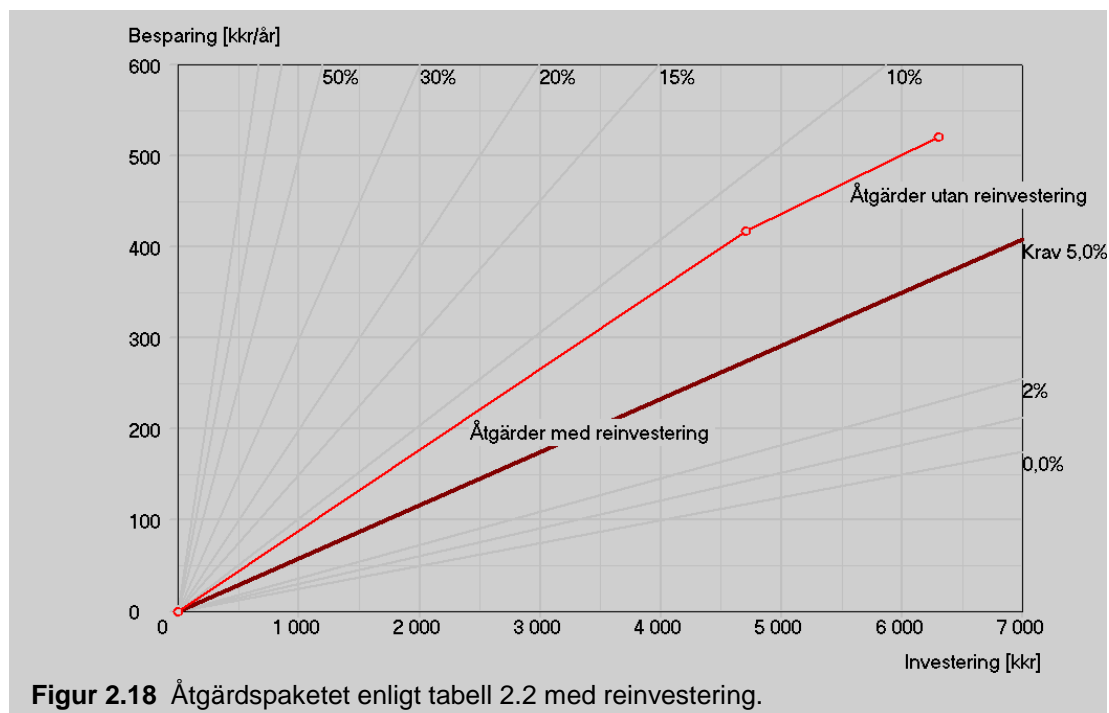
$$1 + i(9,15) + i(9,30) = 1.35$$

Tabell 2.2

Exempel på energisparåtgärder med reinvestering.

Nr	Åtgärd	Ekonomisk livslängd [år]	Investering [kkkr]	Inkl reinvestering [kkkr]	Besparing [kkkr/år]
1	Ny fastighetsbelysning	15	350		139
2	Reducerad baslast värme	15	350		73
4	Införande av nattkyla sommartid	15	75		10
5	Nytt ventilationssystem	15	2 700		196
	Summa		3 475		418
	Summa med reinvestering	40		4 700	
3	Förbättrad takisolering	40	400		72
6	Nya fönster	40	1 200		31
	Summa		1 600		103

Man har nu två åtgärds paket, båda med ca 40 års ekonomisk livslängd. I figur 2.18 visas åtgärds paketet i tabell 2.2 med reinvestering. Internräntan med reinvestering blir således ca 8 % jämfört med den utan reinvestering då den enligt Figur 2.17 blir ca 7 %.



Referenser

- [1] Svensk Standard SS-EN 15459:2007 “Energy performance of buildings - Economic evaluation procedure for energy systems in buildings”
- [2] European Commission. “Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services.”

3 Totalmetodikens Etapp 1. Upphandling av konsult

Det här kapitlet behandlar frågor som är väsentliga ur beställarens synvinkel vid genomförande av Totalmetodikens Etapp 1. Bland annat berörs beställarens och konsultens roller och uppgifter och de grundläggande krav som måste specificeras i underlaget för konsultupphandling.

3.1 Beställarens roll och uppgifter

Det övergripande målet för beställarens energieffektiviseringsarbete är givetvis att minska energianvändningen. Då måste man dock först klarlägga vad läget är idag, vilka kostnader man har på årsbasis och om man inom företaget har erforderlig kunskap och erforderliga resurser för att ta sig fram i energieffektiviseringsarbetet.

För att som beställare genomföra ett projekt enligt Totalmetodiken är det viktigt att tänka på följande:

- Vad är förutsättningarna för energieffektiviseringsarbetet i den specifika byggnaden? Hur följer man upp energianvändningen idag? Finns det tillräcklig information om byggnaden för att kartlägga dess energianvändning?
- Vad är målet med energieffektiviseringsarbetet, vilka förväntningar finns från beställarens sida?
- Vilka ekonomiska förutsättningar har företaget och vilka resurser finns för att genomföra energiåtgärder?
- Hur säkerställer man informationsutbyte och kunskapsfördelning mellan olika aktörer som påverkar resultatet av energiarbetet, som hyresgäster, driftspersonal, förvaltare, konsulter, entreprenörer?
- Hur säkerställer man uppföljning och kvalitet i underhåll och drift? Vilka resurser finns och hur skall de praktiskt tillämpas?

Beställaren måste tydligt precisera uppdraget till alla berörda i det specifika projektet. Vanligtvis utses en person från beställarens sida att vara projektledare. Denne skall ha huvudansvaret för projektet och ha tillräckliga befogenheter och tid.

I projektledarrollen ingår bland annat att:

- Handla upp energikonsult (formulera och distribuera förfrågningsunderlag, utvärdera anbud, projektleda och samordna).
- Förse energikonsulten med all erforderlig byggnadsrelaterad information.
- Samordna interna resurser/personer för projektet, t.ex. engagera driftspersonal.

- Presentera rapport från Etapp 1 för berörda, inför beslut om genomförande av åtgärds paket.
- Planera för Etapp 2, t.ex. förbereda upphandling av projektör och entreprenör.

3.2 Information från beställaren

Informationen som behövs från beställarens sida i upphandlingsfasen kan variera beroende på om det är offentlig upphandling och LOU behöver följas, eller om det är en privat upphandling.

Även om det finns mycket specifik kunskap om energieffektivisering inom företaget behöver man ofta anlita en energikonsult. Denne måste från början få klart för sig arbetets omfattning så att bedömningen av arbetsinsatsen blir riktig. Information som ger en bild av omfattningen bör finnas med i underlaget för upphandlingen av konsulten. Det bör klart framgå att det rör sig om en grundlig genomgång av fastigheten och identifiering av tänkbara energisparåtgärder samt beräkning av varje åtgärds kostnad och energibesparing. Det är fråga om ett betydligt grundligare och mer omfattande arbete än vad som gäller för till exempel en energideklaration.

Det är upp till konsulten att begära kompletterande information om så behövs och det är upp till beställaren att se till att informationen kommer att levereras. Efter upphandling kan konsulten komma att behöva mer detaljerad information för uppdraget.

Som exempel, bör beställaren göra tillgänglig följande till energikonsulten (mindre detaljerat i upphandlingsfasen och mera detaljerat under uppdragets genomförande):

- *Byggnadsinformation:* fastighetsbeteckning; adress; byggår (nybyggnad och ev. om-/tillbyggnad); areor: BTA, BRA eller A_{temp} ; plan-, sektions-, fasad- och översiktsritningar; underhållsplaner bygg; genomförda byggnadstekniska åtgärder eller renoveringar, åtminstone de senaste 10 åren.
- *Information om verksamhet:* beskrivning av verksamheten, t.ex. antal personer i byggnaden, närvaro-/arbetstider.
- *Energistatistik:* värmebehov MWh/år eller kWh/(m²·år); elbehov MWh/år eller kWh/(m²·år); ev. fjärrkylbehov MWh/år eller kWh/(m²·år). Energi-statistiken bör vara från minst senaste året men helst flera år bakåt.
- *Mätmöjligheter:* Finns det undermätare i byggnaden skall dessas värden också redovisas. Klargör tydligt de olika mätarnas mätområde, en eller flera byggnader.

- *Beställarens krav på inomhusmiljö:* inneklimatkrav på luftkvalitet, termiskt klimat och ljus, t.ex. min-max krav innetemperatur, relativ fuktighet, CO₂-halter, partiklar, belysningsstyrka, mm; hur upplevs inneklimatet idag?
- *Installationer:* information om system och systemdelar, driftskort, tillgång till styr- och övervakningssystem; plan-, sektions-, princip- och översiktsritningar; i första hand relationsritningar V och E; OVK-protokoll; energideklaration; underhållsplaner för installationer; genomförda installationstekniska åtgärder eller renoveringar, åtminstone de senaste 5-10 åren.
- *Ekonomiska grunduppgifter:* energipriser, bränslepriser, effektavgifter; uppskattad relativ energiprisökning (% per år); kalkylperioder för tekniska system och olika delar av byggnaden som kan komma att åtgärdas; kalkylränta för energieffektiviserande åtgärder; vilka kostnader skall med utöver åtgärds-kostnader, som exempelvis projekteringskostnader och byggherrekostnader.

3.3 Underlag för upphandling av konsult för Etapp 1 i Beloks Totalmetodik

Det är viktigt att konsulten har erforderlig kunskap för och erfarenhet av att genomföra projekt enligt Totalmetodiken. När det gäller befintliga lokalbyggnader ligger den huvudsakliga besparingspotentialen oftast i de tekniska systemen. Konsulten måste därför ha god kompetens om värmesystem, ventilationssystem, kylsystem, elsystem samt styr-, regler- och övervakningssystem. Beställaren måste vara tydlig och ställa rätt krav så att det inte uppstår ett gap mellan vad beställaren förväntar sig och vad konsulten levererar. Beställaren måste ange i förfrågningsunderlaget vad konsulten har ansvar för och hur avstämning av konsultens arbete skall ske.

Som beställare bör man i upphandlingsunderlaget:

- precisera uppdraget i detalj.
- beskriva fastigheten.
- specificera vilka krav ställs på konsulten och på det material som skall levereras, t.ex. leveransdatum, dokumentation.

I upphandlingsunderlaget bör krävas redovisning av:

- Konsultens personliga erfarenhet av energieffektiviseringsuppdrag i lokalbyggnader som liknar det aktuella objektet. Dela helst upp redovisningen i uppdrag om Energideklarationer resp. mer omfattande Energieffektivisering.
- Konsultens resurser och kompetens vad gäller energiberäkningar. Här bör redovisas både vilka validerade beräkningsprogram konsulten arbetar med

samt vilken erfarenhet konsulten har av energiberäkningar av det slag som krävs i Totalprojekt.

- Konsultens personella resurser, kompetens och erfarenheter att kostnadsberäkna resp. lönsamhetsberäkna energibesparande åtgärder. Konsultens erfarenhet av uppdrag enligt Totalmetodiken.

I upphandlingsunderlaget bör också anges hur lämnade anbud kommer att värderas. Utvärderingen bör innefatta viktning av minst kompetens, erfarenhet och pris.

3.4 Konsultens ansvar och uppgifter

Energikonsulten skall i Totalmetodikens inledande Etapp 1:

- Inhämta och sammanställa tekniska och allmänna basdata för byggnaden.
- Genomföra energibesiktning av byggnaden och ta fram åtgärdsförslag.
- Beräkna energibesparingen per åtgärd.
- Beräkna kostnader per åtgärd.
- Ta fram åtgärdspaket enligt Totalmodellen.
- Leverera en rapport som skall utgöra underlag för beslut om genomförande av åtgärdspaket.

Energibesiktningen skall genomföras noggrant och omfatta såväl byggnadens klimatskal som samtliga installationer, eventuellt exkl. hyresgästrelaterade installationer. Energibesiktningen genomförs i samverkan med driftstekniker. Besiktningen skall dokumenteras med checklistor, anteckningar, fotografier, ev. mätningar etc. Konsulten avgör normalt själv behovet av mätningar. Före besiktningen skall konsulten haft möjlighet att sätta sig in i allt material som beställaren levererat.

Konsulten tar fram *samtliga* tekniskt och praktiskt rimliga åtgärder, som minskar energianvändningen. De enskilda åtgärdernas lönsamhet värderas inte ekonomiskt till att börja med. Detta görs först i samband med sammanställningen av åtgärdspaket. Det är bra om konsulten kan diskutera förslagen med beställaren för att eventuellt sortera ut förslag som av olika orsaker inte är tänkbara eller praktiskt möjliga.

Varje åtgärdsförslag kostnads- och energiberäknas separat. Det är viktigt att konsulten har, och kan hantera, ett tillförlitligt energiberäkningsprogram. Kostnadsberäkningarna skall vara inriktade på energisparande. Om en åtgärd innebär både förbättring av innemiljön och energibesparing eller både minskade underhållskostnader och energibesparing, måste en kostnadsseparering ske. Om exempelvis byte av fönster innebär även bättre inneklimat eller minskat underhållsbehov skall

endast en del av hela kostnaden belasta Totalprojektet. Beställaren avgör vilka kostnader som skall belasta Totalprojektet. Varje beräkning ska dokumenteras väl med förutsättningar, antaganden, ursprung för indata, beräkningsmetod och resultat.

Konsulten utformar ett åtgärds paket enligt Totalmetodiken. Detta behandlas i detalj i Kapitel 6. Framtagandet av åtgärds paketet och motiven för urvalet av olika åtgärder ska dokumenteras.

Etapp 1 bör redovisas i en rapport som ska innehålla en sammanfattning av projektet och dokumentation av varje enskilt åtgärds förslag, dels var för sig i paketet, dels som sammanställning av hela åtgärds paketet i siffror och diagram. Informationen i rapporten måste vara tillräcklig som underlag för beslut om genomförande.

Det kan förekomma att den specifika byggnad där energieffektivisering skall ske är komplex, och det är oklart hur systemen och byggnaden fungerar idag. Det kan då vara svårt för konsulten att uppskatta hur mycket tid som måste läggas för förarbete, innan arbetet med att bilda åtgärds paketet kan påbörjas. Det är därför viktigt att diskutera förutsättningarna med konsulten innan projektet påbörjas och det kan i vissa fall vara en bra idé att genomföra en mindre förstudie. Detta kan hjälpa att undvika problemen hos konsulten där budgeterat tid i anbudet blir inte tillräcklig för att genomföra projektet med bra kvalitet och bra resultat.

Checklistor för arbetet med att utarbeta ett underlag för upphandling av Etapp 1 finns i Bilaga 4. I Bilaga 5 visas en mall för beskrivning av uppdraget.

4 Totalmetodikens Etapp 1. Planering och inhämtande av basdata för byggnaden

Kapitlet behandlar frågor som är väsentliga framförallt ur konsultens synvinkel vid genomförande av Totalmetodikens Etapp 1. Tonvikten ligger på planeringen av arbetet och den information som behöver samlas in och sammanställas innan energibesiktning genomförs på plats.

4.1 Inledande uppgifter

I den första Etappen i Beloks Totalmetodik analyseras byggnaden för att hitta energibesparingar som är möjliga att genomföra. Denna analys är avgörande för att resten av projektet ska bli lyckat. Förutsättningen för att kalkylen ska hålla och för att man ska nå önskad lönsamhet är att man har identifierat alla verkligen energisparande åtgärder, samt kostnadsberäknat och energiberäknat varje åtgärd på ett rimligt tillförlitligt sätt. En första förutsättning för detta är att de uppgifter man utgår från är korrekta och kompletta. Därför är ett första steg att klarlägga förutsättningarna och samla in basdata och det måste ske noggrant.

Innan energibesiktningen genomförs på plats måste konsulten ägna en del tid åt förberedelser. Först genomförs en ”skrivbordsbesiktning” där man gör en kartläggning av redan dokumenterade uppgifter. Det gäller att samla in möjligast mycket relevant information om fastigheten så att man får en bra bild av fastigheten i dess helhet och dess delar, verksamheten och de krav som följer av denna samt, inte minst, dess tekniska system.

Innan man går till besiktning på plats bör man:

- Upprätta en tidplan för projektets genomförande.
- Hålla ett startmöte.
- Samla in bakgrundsinformation om byggnaden.
- Kontakta förvaltare, driftpersonal och eventuellt hyresgäst representant.
- Förbereda mätningar som kan behöva genomföras på plats.

4.2 Upprätta tidplan

Totalmetodikens Etapp 1, identifiering av åtgärder och utformning av åtgärdspaket, kräver en arbetsinsats som är betydligt större och mer avancerad än vad som krävs för exempelvis energideklarationen. Man måste gå genom byggnaden, och dess tekniska system grundligt, identifiera så många tekniskt och praktiskt möjliga energibesparingsåtgärder som möjligt och slutligen samla dessa i ett totalt sett lönsamt åtgärdspaket. Ofta blir arbetet med att ta fram åtgärdspaketet ganska komplext, bland annat eftersom vissa åtgärder kan påverka storleken på den energibesparing man kan förvänta av andra åtgärder. Detta kräver att arbetet är

mycket väl strukturerat och att utföraren aldrig förlorar helhetssynen. En noggrann planering av genomförandet är därför av stor vikt.

I Tabell 4.1 visas ett exempel på tidplan för Totalmetodikens Etapp 1. Tidplanen är indelad i de huvudmoment som tillsammans utgör Etappen. Förutom planerad tidsåtgång för varje aktivitet visar tidsplanen vilka aktörer som ansvarar och/eller är inblandade för respektive moment. Notera att det är ett exempel och ingen rekommendation för hur mycket tid som borde läggas på varje delmoment. Det är upp till varje konsult att bedöma hur mycket tid som går åt och denna bedömning beror förstås mycket på egenskaperna hos den specifika byggnaden.

Tabell 4.1.

Exempel på tids och aktivitetsplan för genomförande av Totalmetodikens Etapp 1. Förutom planerad tidsåtgång för varje aktivitet visar tidsplanen vilka aktörer som har ansvar/inblandning för respektive moment (K – konsult, B – beställare, D – driftsansvarig).

<i>Aktivitet / huvudmoment</i>	<i>Ansvarig</i>	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9
0. Startmöte med beställare eller beställarens projektledare, driftsansvarig och övriga nyckelpersoner	K, B									
1. Inhämtande av grunddata och sammanställning av tekniska basdata för byggnaden	K, B, D									
2. Energibesiktning och identifiering av åtgärder	K, D									
3. Energiberäkningar	K									
4. Kostnadskalkyler	K									
5. Lönsamhetsberäkningar och framtagande av åtgärds paket enligt Totalprojektet	K									
6. Rapportering och presentation av åtgärdsförslag	K									

4.3 Startmöte

När kontraktet mellan beställare och konsult har tecknats bör ett startmöte hållas där projektet diskuteras igenom. För att säkerställa effektivt informationsbyte och underlätta konsultens jobb under arbetets utförande, bör alla nyckelpersoner i projektet medverka. Förutom konsulten och beställaren är normalt driftsansvarig, förvaltare och även verksamhetsansvarig att betrakta som nyckelpersoner.

Följande punkter bör tas upp vid startmötet:

- Projektets aktivitets- och tidplan.
- Kontaktpersoner.
- Information som behövs från beställarens sida.
- Planering av genomgång på plats.
- Rapportering.

Vid genomgången av projektets aktivitets- och tidplan skall de berörda informeras om hur arbetet kommer att genomföras och vilken insats som förväntas av var och en. Vid genomgången planerar man in kommande möten och besiktningar. Man bestämmer också hur hyresgäster ska informeras om projektet och om eventuella störningar som kan uppstå i samband med besiktning av lokaler, inomhusklimatmätningar, etc.

Konsulten bör upprätta en kontaktlista över alla medverkande. Även personer som inte är direkt inblandade kan behöva tas med på denna lista. Detta gäller exempelvis kontaktperson vid ritningsarkiv, teknisk personal, tidigare leverantörer, ansvariga för styr- och övervakningssystem, etc. Även tidigare energi- och miljöutredningar kan vara viktiga för arbetet och därför kan uppgifter om kontaktpersoner för sådana utredningar behövas. Alla viktiga kontaktvägar bör stämmas av vid startmötet.

Startmötet ger också möjlighet för konsulten att diskutera igenom alla krav som beställaren har på den aktuella byggnaden beträffande inomhusklimat och energi-effektiviseringsarbetet. Vidare bör man klarlägga de krav beställaren har på åtgärdspaketets lönsamhet och de förutsättningar som ska gälla för den ekonomiska kalkylen, t.ex. kalkyltider för byggnadstekniska respektive installationstekniska åtgärder och vilken framtida energiprisändring utöver inflationen som skall antas.

I Bilaga 6 återfinns checklistor som kan användas som stöd för en diskussion om hur konsulten på bästa sätt kan få tillgång till all relevant information om byggnaden och dess tekniska system. Ju fler frågetecken som kan rätas ut tidigt, desto mer rationellt och effektivt kan konsulten utföra uppdraget.

Slutligen bör man klara ut hur den löpande avstämningen och den slutliga rapporteringen av konsultens arbete skall ske.

4.4 Bakgrundsinformation om byggnaden

Innan det praktiska besiktningsarbetet genomförs på plats krävs en del förarbete i form av den redan nämnda ”skrivbordsbesiktningen”. Denna lägger grunden för hela projektet genom att man sammanställer redan dokumenterade uppgifter som är relevanta vid en energibesiktning. Den som skall besiktiga fastigheten får härigenom en första inblick i byggnadens utformning och storlek samt byggnadstekniska och installationstekniska status. Har konsulten fått tillgång till och samlat denna information innan besiktningen görs på plats, blir arbetet rationellt och effektivt.

Normalt är det naturligt att beställarens personal tillhandahåller huvudparten av basinformationen, eftersom de vet var informationen finns, eller kan någorlunda enkelt ta reda på det.

De checklistor som visas i Bilaga 6 kan användas som stöd för insamlingen av informationen. I praktiken finns emellertid all den information som efterfrågas i dessa checklistor sällan direkt tillgänglig. Strävan ska dock vara att få fram en tydlig och fyllig bild av:

- Byggnaden.
- Verksamheten.
- Inneklimatkraven.
- Installationerna.
- Energianvändningen.

Byggnaden

Basinformation som fastighetsbeteckning, adress, byggår (nybyggnad och ev. om-/tillbyggnad) och uppgifter om byggnadens areor (BTA, BRA eller A_{temp}) är viktigt för energiutredningen, främst för jämförelser med referensvärden och energiberäkningar.

Därutöver bör man studera ritningar. Översiktsritning, normalt i skala 1:200/400, planritningar, fasadritningar och även sektioner brukar vara tillräckligt för att få en översiktlig bild av byggnaden. Tekniska beskrivningar av konstruktionsdetaljer kan vara av stort värde. Alla ritningar bör vara relationshandlingar. En kort beskrivning av byggnadstekniska åtgärder eller renoveringar de senaste 5-10 åren bidrar till en bra helhetsbild.

Verksamheten

I de flesta fall kan fastighetsägaren/beställaren ge tillräcklig information om verksamheterna i byggnaden. Ibland kan det dock vara nödvändigt att även kontakta hyresgästerna beträffande närvaro/arbetsstider och antalet personer som brukar vistas i byggnaden. Uppgifter om personbelastning och användning av rum i olika delar av byggnaden ger en bild av vad ventilationsbehovet är idag och om det behovet tillgodoses med de befintliga tekniska systemen.

Inneklimatkrav

Energieffektiviseringsåtgärder i en byggnad får inte försämra byggnadens funktion, inomhusmiljö eller tekniska kvalitet. Energibesparingar får aldrig medföra risker för människors välbefinnande eller hälsa och inte heller leda till att byggnadens användbarhet eller beständighet försämras. Detta är ett grundläggande krav som alltid måste beaktas vid planeringen och vid genomförandet måste man därför först klarlägga vilka krav som ställs på inomhusklimatet. För varje åtgärd som identifieras måste man sedan bedöma om den långsiktigt kan medföra någon försämring av inneklimatet eller byggnadens användbarhet och kvalitet.

Om byggnaden inte uppfyller gällande inneklimatekrav

Det kan finnas flera skäl till att inneklimatetet inte ligger på den nivå som krävs. Kraven kan ha ökat sedan huset byggdes eller användningen av rummen kan ha ändrats, utan att klimathållningssystemet har anpassats och justerats därefter. De klimatstyrande systemen är utformade för lägre krav än vad som gäller nu, eller fungerar helt enkelt bristfälligt.

Man bör alltid utreda om de inneklimatekrav som gäller uppfylls i byggnaden. Det är viktigt att konsulten och beställaren diskuterar och fastställer vilken basfall eller referensfall som ska tas som utgångspunkt för energieffektiviseringsprojektet. Det kan exempelvis hända att dagens system behöver uppgraderas för att säkerställa inneklimatekraven. Det är då inte rimligt att belasta energieffektiviseringsprojektet med kostnaden för denna uppgradering – åtminstone inte hela kostnaden. Denna problematik beskrivs mer i detalj i Kapitel 6.

Installationer

Vid skrivbordsbesiktningen tar konsulten reda på huvuddragen i byggnadens ventilations-, värme- och kylsystem. Principskeman för ventilation, värme och kyla är basen för att skapa överblick. Protokoll från obligatorisk ventilationskontroll (OVK) talar om, dels förstås huruvida ventilationsystemen är godkända, dels hur stora luftflödena är.

Drift- och underhållsinstruktioner ger information om hur det är tänkt att systemen ska styras och regleras. Tillgång till driftdator ger möjlighet att kontrollera styrparametrar och driftstider för alla tekniska system, inkl. ventilation, värme, kyla och belysning. Driftdatorn kan också ge värdefull information i form av loggningar av utvalda parametrar över tid.

Relationsritningar över ventilations-, värme- och kylsystem är viktiga. När byggnadens energibalans ska beräknas och åtgärderna skall identifieras, kan det också behövas plan- och sektionssritningar för bedömning av möjligheten och kostnaden för att exempelvis byta ventilationsaggregat, byta tilluftsdon, komplettera ventilationskanaler etc.

En första bedömning av eleffekter för belysning kan göras med hjälp av uppdaterade belysningsritningar, där antalet och typen av armaturer framgår.

Information om övriga elkrävande installationer kan också vara viktigt.

En kort beskrivning av installationstekniska åtgärder eller renoveringar som gjorts de senaste 5-10 åren bidrar till en bra helhetsbild. Information om tidigare energiutredningar, t.ex. energideklaration eller annan typ av utredning/analys kan vara också viktig för energiutredningen.

Driftspersonalen kan lämna uppgifter om eventuella ändringar som gjorts av de tekniska systemen och i så fall varför dessa gjordes. Driftspersonalen kan också berätta om eventuella brister/problem med systemens funktion idag, och om det finns oklarheter i befintlig dokumentation, t.ex. om ritningarna inte stämmer med verkligheten.

Energianvändning

Följande uppgifter om byggnadens energianvändning behövs för energiutredningen:

- Värmeanvändning MWh/år eller kWh/(m²·år).
- Elanvändning MWh/år eller kWh/(m²·år), elanvändningen delas upp i fastighetsel respektive verksamhetsel.
- Ev. fjärrkylanvändning MWh/år eller kWh/(m²·år).

Uppgifterna bör helst komma från energistatistik och det bör framgå om värmeuppgifter är normalårskorrigerade. Statistiken bör vara från minst det senaste året men helst från flera år bakåt. Om fastigheten som ska utredas består av flera byggnader måste man normalt ta reda på den årliga energianvändningen för var och en av de olika byggnaderna. Därefter undersöker man energianvändningen på byggnadsnivå, d.v.s. kartlägger var energin används. Det är en stor fördel om det finns separat mätning av el, värme och kyla och separat mätning i olika byggnader i fastigheten. Ju mer detaljerad energistatistik, desto bättre. Finns det undermätare i huset skall värdena från dessa också redovisas. Klargör tydligt de olika mätarnas mätområde, t.ex. verksamhetsel, fastighetsel, etc.

För att kunna jämföra energianvändningen med andra liknande byggnader är det praktiskt att använda nyckeltal med sorten kWh/(m²·år). Det är viktigt att klarlägga vilket areabegrepp som används för referensvärdena, normalt A_{temp}, BTA eller BRA.

4.5 Möte med förvaltare, driftpersonal och verksamhetsansvariga

Det är viktigt att få fram så mycket som möjligt av relevant och korrekt information. Möten med berörd personal är ofta ett effektivt sätt att få fram sådan information med en rimlig arbetsinsats.

Förvaltaren har ett övergripande ansvar för byggnaden. Det är också ofta förvaltarens ansvar att ta beslut om genomförande av åtgärder på huset eller dess tekniska system.

Driftansvariga och driftstekniker har vanligtvis bra koll på hur byggnaden och systemen fungerar idag och kan ha stort inflytande över både funktion och energianvändning. De har också information om eventuella funktionsbrister; vad de beror på och vad man har gjort för att eliminera dem. Det brukar också vara driftstekniker

som kan visa runt i byggnaden vid besiktningen på plats och som har tillgång till tekniska utrymmen.

Före besiktning på plats kan det också vara värt att boka ett möte med verksamhetsansvariga för att samla information om byggnadens användning idag och planerade förändringar i detta avseende. Det kan vara värdefullt att konsulten vid besiktningen tillsammans med verksamhetsrepresentant går igenom olika rum i byggnaden. Det är verksamhetens behov som ställer krav på de installationstekniska systemen och på byggnaden som helhet.

I Bilaga 7 ges exempel på frågor som konsulten kan ha nytta av att ställa till förvaltare, driftpersonal och verksamhetsrepresentant.

4.6 Förberedelse av mätningar

När ”skrivbordsbesiktningen” genomförts kan det visa sig att det fortfarande saknas viktig information, som bara kan tas fram genom mätningar på plats. Det kanske saknas detaljerad information om fastighetens energianvändning, eller om det behövs mer detaljerad information om stora elenergianvändare i fastigheten, t.ex. processkyla, storkök, etc. Man kan då kanske motivera separata elenergimätningar för en kortare period. Det kan vara värdefullt att tänka igenom detta redan innan man genomför energibesiktningen på plats.

För att mätningarna ska kunna genomföras effektivt, och för att de ska ge ett användbart resultat, måste de planeras med tillräcklig omsorg. Helt kort nämns här ett antal frågor som måste besvaras i samband med den planeringen:

- Vad ska mätas?
- Varför ska det mätas?
- Hur ska mätningen gå till?
 - Kort stickprov?
 - Loggning över längre tid, t.ex. flera dagar?
 - Typ av instrument?
 - Datainsamlingssystem?
- Hur kan befintligt styr- och övervakningssystem nyttjas? Detta är ofta det första alternativet.
- Hur ska data hanteras, bearbetas och presenteras? Av vem?
- Hur lång tid kommer mätningarna att ta?
- Vad kommer mätningarna att kosta? Ryms de inom budgeten?

5 Totalmetodikens Etapp 1. Energibesiktning och identifiering av åtgärder

Det här kapitlet behandlar frågor som är väsentliga ur konsultens synvinkel vid genomförande av energibesiktning och identifiering av åtgärder i det inledande skedet, Etapp 1 i Totalprojekt.

5.1 Grunder för energibesiktningen

Det förutsätts att konsulten som kommer att genomföra Totalmetodikens Etapp 1 har den erfarenhet och kompetens för att genomföra en ingående energianalys av lokal-fastigheter. Föreliggande handbok belyser sådant som är speciellt viktigt att beakta vid energibesiktning för Totalprojekt.

Generellt kan man dela in energibesiktningar efter deras grundlighet i tre kategorier:

- *Kategori 1:* Är i princip endast en ”skrivbordsbesiktning” där man gör en kartläggning av redan dokumenterade uppgifter. Möjligtvis görs en enkel okulärbesiktning.
- *Kategori 2:* Innefattar, förutom en ”skrivbordsbesiktning”, en grundlig genomgång av byggnaden och installationer. Momentana enklare mätningar kan behöva göras.
- *Kategori 3:* Innefattar, förutom allt som ingår i Kategorier 1 och 2, en utökad analys av byggnaden innefattande bland annat kompletterande mätningar av systemens funktion, insamling av kompletterande detaljinformation för energiberäkningar samt kostnadskalkylen.

För Totalprojekt gäller den mest krävande energibesiktningen, *Kategori 3*. Konsulten skall göra en grundlig genomgång av byggnaden och dess tekniska system och tillhörande handlingar. Byggnaden går genom utifrån metodiken *Behov – Distribution - Produktion* (se nästa kapitel om detaljer). Tekniska rum, såsom undercentraler, fläktrum och elcentraler besöks. Byggnadens klimatskärm, installationerna och verksamheten i byggnaden studeras, för att klarlägga var potentialen för energieffektiviseringar finns.

För att energibesiktningen och identifieringen av åtgärder ska bli effektiv och korrekt bör följande punkter beaktas:

- Utför besiktningen i samverkan med driftspersonal och förvaltare.
- Planera besiktningen i förväg. Noggranna förberedelser och omsorgsfull planering av besiktningsarbetet bidrar till att hålla nere det erforderliga antalet besök på plats. Förberedelserna behandlas i Kapitel 4.

- Börja med att i styr- och övervakningssystemet, om ett sådant finns, gå genom de tekniska systemens verkliga funktion, temperaturförhållanden, tidkanaler etc.
- Gör en lista på samtliga åtgärder som kan ge rimlig energibesparing: ta med både nära till hands liggande uppenbart lönsamma åtgärder och sådana som kan synas vara energiekonomiskt tveksamma.
- Dokumentera på plats, gärna med fotografier.
- Gör rapporteringen spårbar och begriplig.

Det är viktigt att besiktningen genomförs med tanke på de energiberäkningar som ska göras som en del av Etapp 1. Det gäller därför att samla in tillräckligt med indata till energiberäkningsprogrammet. Bland annat behövs för energiberäkningar verksamhetstider, personbeläggningar, effekter och utnyttjningstider för system, maskiner och belysning, rumstemperaturer, bedömning av byggnadens täthet, ventilationsluftflöden etc.

I den mån mätdata behövs använder man i första hand data från byggnadens styr- och övervakningssystem, men vid behov man kan behöva göra kompletterande mätningar, till exempel av värmeåtervinningssystemens faktiska effektivitet, samt av flöden och temperaturer i systemen för ventilation, värme och komfortkyla.

Vid besiktning på plats bör man också kontrollera att identifierade åtgärder verkligen kan genomföras rent tekniskt; att det inte finns några praktiska begränsningar. Vidare måste man klarlägga omständigheter som kan påverka kostnaderna för den specifika åtgärden. Följande punkter bör beaktas:

- Hur stora renoveringsarbeten kan behövas?
- Finns det arkitektoniska begränsningar?
- Finns det plats för nya system/apparater?
- Hur påverkar åtgärden andra system?
- Hur påverkar genomförandet av åtgärden verksamheten?

5.2 Genomförande av en energibesiktning enligt strukturen: *Behov – Distribution – Produktion*

Den som genomför besiktningens arbetet måste ha en klar helhetsbild och samtidigt kunna identifiera och studera de viktiga detaljerna. Förutsättningen att klara detta ökar om man arbetar enligt strukturen *Behov – Distribution – Produktion*¹ vid analys av olika tekniska system.

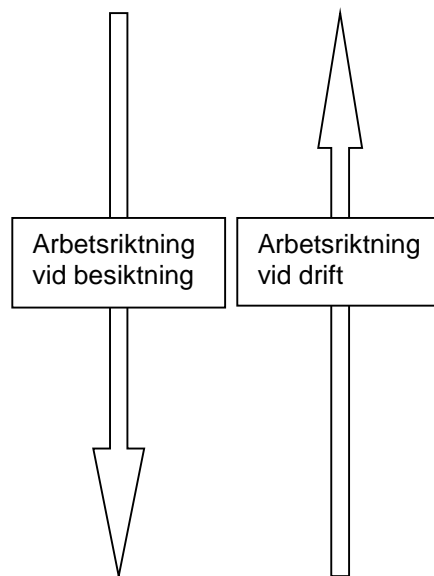
¹ Med ”Produktion” avses det som sker i centrala enheter/försörjningssystem

Grundläggande fråga vid energibesiktningen är:

Vilka är behoven/kraven och hur uppfyller vi dem?

Behoven av energi/media tillgodoses i tre steg där man kan analysera följande:

- Behov (tillgodoses)
 - Kvalitet?
 - Mängd?
 - Tidpunkt?
- (via) Distribution
 - Skiljer sig behoven ”kvalitet/mängd/tidpunkt” i olika delar av byggnaden?
 - Hur energieffektiv är distributionen?
- (från) Produktion
 - Är den anpassad till behoven?
 - Hur energieffektiv är produktionen?



Arbetsriktningen *Behov – Distribution – Produktion* är densamma som vanligtvis används vid projektering. Vid drift är arbetsriktningen vanligtvis den omvända. Då är det viktigt att sköta och hålla centrala försörjningssystemen i drift för att tillgodose behoven.

Behoven bestäms vanligtvis av verksamheten och inneklimatkraven som gäller för rummen i byggnaden. Undersök om luftflöden, värmeeffekter, kyleffekten är de rätta – inte för låga för att kraven skall uppfyllas och, av energiskäl, inte onödigt höga. För belysningen gäller att belysningskvaliteten skall vara rätt samtidigt som elbehovet skall vara rimligt lågt.

Vid analys av *distributionen* undersöker man om luft, värme, kyla, etc., förs till och fördelas till olika rum efter dessas behov. Varierar behoven, t.ex. luftflöde, lufttillstånd, värmeeffekt, kyleffekt, olika med tiden i olika delar av byggnaden? Det kan hända till exempel att det i vissa delar av byggnaden förekommer värmebehov medan det i andra delar av byggnaden samtidigt behövs kyla. Är distributionen energieffektiv? Kontrollera flödes- och temperaturstyrning och reglering, spjäll- och ventilfunktioner och inställningar, isolering, pumpars och fläktars verkningsgrader.

Vid analys av *produktionen* undersöker man hur effektiv denna är. Det handlar exempelvis om produktion av ett visst luftflöde av en viss temperatur och produktion av köld- eller värmebärarflöden av viss temperatur. Frågan är om produktionen sker

effektivt sätt och med effektiv styrning, finns det värmeåtervinning i ventilationssystem?

*Exempel på analys vid besiktning av ventilationssystem*Analys av *Behov*:

- *Kvalitet*: Har tilluften rätt temperatur och renhet² för att uppfylla kraven?
Åtgärdsförslag: Anpassa tilluftens temperatur, förbättra reningen
- *Mängd*: Tillförs tillräckligt mycket luft för att uppfylla kraven?
Åtgärdsförslag: Anpassa luftflödet alt. anpassa efter last
- *Tidpunkt*: Säkerställs rätt mängd med rätt kvalitet vid rätt tidpunkt? Undersök variationer över tid, t.ex. vid närvaro/ej närvaro, sommar/vinter etc.
Åtgärdsförslag: Anpassa driftstider

Analys av *Distribution*:

- Skiljer sig behoven av *Kvalitet*, *Mängd*, och *Tidpunkt* mellan olika delar av byggnaden?
Åtgärdsförslag: Efterbehandling med värme/kyla/filter. Sektionering med spjäll. Fler aggregat för att tillgodose varierande behov.
- Är distributionen energieffektiv? Vilka motorer, fläktar finns och hur stort är tryckfallet? Behövs isolering av kanaler?
Åtgärdsförslag: Kontrollera don och spjäll för att reducera tryckfallet och välj energieffektivare fläktar/motorer vid byte. Komplettering med varvtalsstyrning; Isolering av kanaler.

Analys av *Produktion*:

- Hur görs anpassning till behoven vid aggregaten: Temperatur, Renhet, Flöde, Drifttid?
Åtgärdsförslag: Anpassa styrning med hänsyn till behovets variationer
- Är produktionen energieffektiv? Finns det värmeåtervinning? Om så bör dess verkningsgrad alltid mätas.
Åtgärdsförslag: Roterande regenerativa växlare: kontrollera och vid behov åtgärda styrningen, otätheter och läckage. Vätskekopplade rekuperativa system: kontrollera och vid behov åtgärda anslutningar, reglerventiler, batteriernas renhet, brinens tillstånd. Om den verkliga temperaturverkningsgraden är låg, överväg byte av system.

5.3 Mätningar på plats

Det kan visa sig att det saknas viktig information som bara kan tas fram genom mätningar på plats. I vilken utsträckning man gör kompletterande mätningar bestäms av den information som man får ut från den ”skrivbordsbesiktning” som beskrivs i föregående kapitel och av resultaten från det första besöket på plats.

Några exempel på parametrar som kan bli föremål för mätningar:

- Tilluftstemperatur vid aggregat.
- Inblåsningstemperatur vid tilluftsdon.
- Rumstemperaturer.
- Radiatortemperaturer.

² I speciella lokaler, t.ex. museer, sjukhus, behövs även fukt

- Temperaturer i värmesystem centralt.
- Tryckfall över komponenter i luftbehandlingssystemet.
- Fläkteffekter.
- Luftflöden.
- Eleffektbehov för byggnaden om separat mätning inte finns.
- Eleffektbehov för kylmaskiner om separat mätning inte finns.
- Värmeåtervinningars temperaturverkningsgrad³.

För att mätningarna ska kunna genomföras effektivt, och för att de ska ge ett användbart resultat, måste de planeras med tillräcklig omsorg (se Kapitel 4).

5.4 Identifiering av åtgärder

I många byggnader går det ofta enkelt att identifiera en del åtgärder som kan ge rätt stora besparingar som inte kräver nämnvärda investeringar. Oftast är det då fråga om inställningar av börvärden, drifttider, injusteringar och liknande. I andra byggnader, speciellt sådana som redan har låg energianvändning, kan det vara svårare att hitta besparingsåtgärder som har förutsättningar att bli kostnadseffektiva, men sådan finns i stort sett alltid. I de flesta byggnader har emellertid tänkbara åtgärder ett stort spann när det gäller lönsamhet.

I lokalbyggnader återfinns de stora besparingarna ofta just i de tekniska systemen, såsom belysningssystem, ventilationssystem, värmesystem, kylsystem. För att komma åt dessa besparingar kan det vara nödvändigt med åtgärder också i styr- och reglersystem.

Utformningen av byggnadens klimatskärm och den byggnadstekniska utformningen i övrigt är av avgörande betydelse från första början då huset projekteras och byggs. När en byggnad väl är byggd blir det emellertid svårt att finna byggnadstekniska åtgärder som inte kostar alldeles för mycket i förhållande till de energibesparingar de kan ge. Totalprojektmetodiken kan dock erbjuda möjligheten att genomföra även vissa sådana åtgärder, genom att den totala lönsamheten kan bäras upp av mer lönsamma åtgärder kopplade till installationerna.

Grundtänkandet med Totalprojektmetodiken är att man försöker identifiera så många åtgärder som möjligt som kan ge rimlig energibesparing och inte fokuserar bara på de åtgärder som var och en är lönsamma i sig. Poängen är att man samlar många åtgärder i ett lönsamt åtgärdspaket. Därför får man inte vid besiktningen avskriva

³ Värmeåtervinningssystemets temperaturverkningsgrad måste mätas då det arbetar med full effekt, dvs då utemperaturen är så låg att eftervärmning av tilluften sker. Man kan även mäta vid högre utetemperatur genom att höja tilluftstemperaturen tills eftervärmningen slås på. Detta måste normalt ske utom arbetstid.

åtgärder som i sig inte verkar lönsamma. Huruvida det faktiskt är lönsamma eller ej får den ekonomiska analysen av hela åtgärds paket utvisa i ett sammanhang.

Ambitionen är alltså att hitta så många energieffektiviseringsförslag som möjligt. Förutsättningen för att lyckas med det ökar om man lyckas ”tänka fritt” och ifrågasätta de befintliga lösningarna:

- Ställ ofta frågan ”varför?”!
- Befintliga installationer kan antingen styras eller användas bättre (kan vara en kortsiktig effektivisering), eller så tänker man nytt och djärvt och byter ut det gamla (en långsiktig effektivisering).
- Natt- eller helgvandringar kan ofta ge information om onödig energi-användning.
- Planerade underhållsåtgärder kan ofta kombineras med energi-effektiviseringsåtgärder.

En checklista på vanliga energieffektiviseringsåtgärder inom olika teknikområden presenteras i Bilaga 8. I slutet av detta kapitel ges även tips på litteratur som ger vägledning beträffande möjliga åtgärder. Ibland kan det också vara av stort värde att anlita specialistkonsulter som kan ge synpunkter, t.ex. på lösningar för belysning, styr- och regler, storkök.

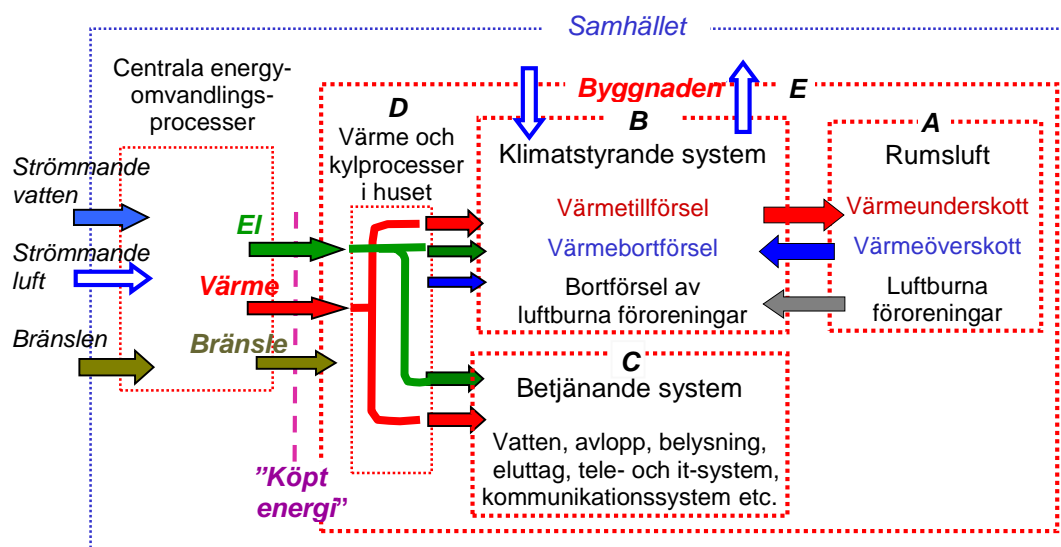
Det är viktigt att slutrapporten från Etapp 1 kan användas som underlag för Etapp 2 då projektering och byggarbeten genomförs. Därför måste varje åtgärd beskrivas tämligen noggrant. Projektören i Etapp 2 skall ha ett entydigt och klart underlag för sin detaljprojektering.

Systemgränser

Innan man börjar genomgången av byggnaden och dess energipåverkande system är det viktigt att bestämma vilka de är och hur de avgränsas sinsemellan. Det sker genom att definiera system och systemgränser, varvid utgångspunkten är den process eller det fysikaliska förlopp man avser studera. I figur 5.1 visas som exempel system och systemgränser vid en energianalys av byggnader.

De Totalprojekt som har genomförts i Beloks regi har fokuserats på att minska byggnadens värme- och elbehov genom förbättringar av byggnadsdelar och installationssystem. Inriktningen har alltså varit själva *behovet*, inte hur behovet tillgodoses. Systemgränsen har således lagts kring systemen **A**, **B** och **C** i Figur 5.1. Ändringar av försörjande system, **D**, har normalt inte tagits med. Det står givetvis fritt att även välja systemgräns **E**, vilket innebär att man tar med ”allt” inom huset. Ett val av denna systemgräns innebär att man inriktar sig på ”köpt energi” och därför även tar med åtgärder såsom byte av olje- eller elpanna till värmepump. Det viktiga är inte hur systemgränsen väljs, utan att det görs ett medvetet val tidigt i projektet och att

man sedan konsekvent följer detta. Valet av systemgränser måste alltid ske i samråd med beställaren.



Figur 5.1 System och systemgränser vid energianalys av en byggnad

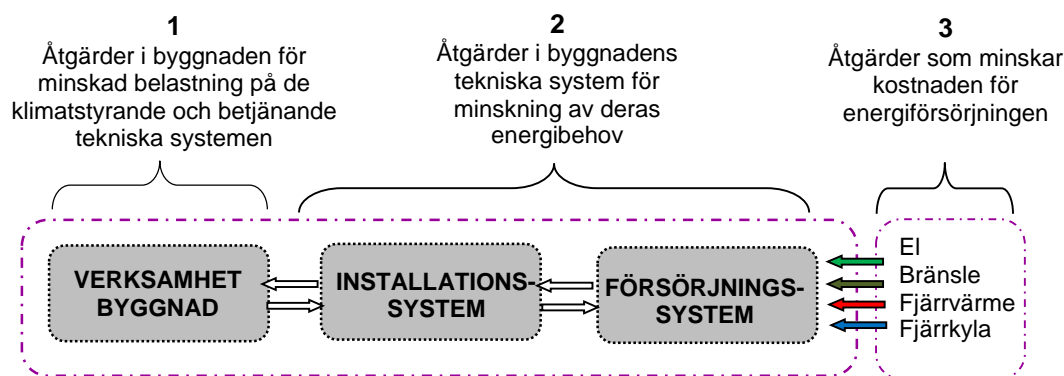
I det här sammanhanget finns anledning att varna för att lägga systemgränsen långt utanför byggnaden, dvs att inkludera hela samhället eller världen. Detta skulle leda till att man blandar in begrepp som primärenergi. Dels riskerar man då resonemang som kan bli mycket svårgenomskådliga, dels finns risk för att man vidtar åtgärder, som senare kan visa sig felaktiga, exempelvis då definitionen av primärenergi kan ändras genom politiska beslut eller teknikutveckling.

Då det är fråga om att identifiera energisparåtgärder i en byggnad och bedöma deras inbördes samband och deras inverkan på den totala energianvändningen, är en direkt på detta inriktad systemindelning lämplig.

Man kan då göra en uppdelning i tre grupper av åtgärder, ordnade enligt följande efter inverkan på energianvändningen.

1. Åtgärder i byggnaden för att minska belastningen på, och därmed energi-behovet för, de klimatstyrande och betjänande tekniska systemen. Det är åtgärder som påverkar belastningarna från system A i figur 5.1
2. Åtgärder i byggnadens tekniska system så att dessas energibehov för att bemästra belastningarna i system A och kraven på system C minskar. Det är åtgärder som ligger i system B och C figur 5.1.
3. Åtgärder som minskar kostnaden för energiförsörjningen. Det är åtgärder som ligger i system D i figur 5.1.

Figur 5.2 åskådliggör de tre grupperna med deras systemgränser.



Figur 5.2. Fördelning i tre principiellt artschilda åtgärdsområden, ordnade efter hur de inverkar på energianvändningen.

Minskning av effektbehov

Energieffektivisering handlar oftast om att minska energianvändningen, men minskning av effektbehov kan också vara viktig, även om detta kan vara något svårare i befintliga byggnader än i nybyggnader. Om det går att spara effektavgifter bidrar det till den minskning av driftkostnader som bekostar investeringen i energibesparande åtgärder.

Att minska toppeffektuttag av värme, el och i förekommande fall fjärrkyla, kan spara en hel del kostnader. Effekttoppar byggs av den momentana summan av byggnadens totala effektbehov. Det är alltså viktigt att beakta alla effektbehov och bedöma deras samtidighet. Man bör göra en analys av vilka effekter är baseffekter och vilka som är tidsvarierande effekter, som starteffekter vid start av ventilationsaggregat, belysning, maskiner.

Minskning av toppeffektuttag kräver en hel del mätning av stora effekttörstiga maskiner/apparater. Mätningar under 1-2 veckor avslöjar hur maskiner/apparater utnyttjas och styrs/regleras.

Minskning av toppeffekter kan åstadkommas genom ändrad eller förbättrad styrning och reglering. Förändringar av rutiner kan också bidra, t.ex. undvikande av samtidig start av ventilationsaggregat, maskiner.

Litteraturltips

1. "ByggaBoDiaglogen", Boverket 2007
2. "Energikoll i små och medelstora företag - vägledning och checklistor för mer effektiv energianvändning", Statens energimyndighet 2010
3. "Energibesiktning av byggnader – flerbostadshus och lokaler", Karin Adalberth och Åsa Wahlström 2007

4. "Energihandboken", Svensk Innemiljö

6 Totalmetodikens Etapp 1. Energiberäkningar, kostnadskalkyler och framtagning av åtgärdspaket

Det här kapitlet diskuterar i detalj frågor som är väsentliga för konsulten vid genomförande av energiberäkningar, framtagning av kostnadskalkyler och framtagning av åtgärdspaket enligt Beloks Totalmetodik.

6.1 Energiberäkningar

En grundläggande förutsättning för att det i praktiken skall vara möjligt för fastighetsföretag att besluta om att genomföra, ofta rätt kostnadskrävande energibesparingsprojekt, är att man kan lita på beslutsunderlaget. Främst gäller det de beräknade energibesparingarna.

För att kunna bedöma effekterna av olika energisparåtgärder kan det krävas rätt många beräkningar eller simuleringar för att få ett tillförlitligt grepp om varje åtgärds inverkan på energianvändningen. Det är nödvändigt att man då det gäller lokaler, använder beräkningsprogram eller simuleringsprogram som är utformade för att behandla lokaler och att det dessutom går att med rimliga arbetsinsatser analysera enskilda åtgärders inverkan. Program som används måste vara validerade och den som genomför beräkningarna måste förstå hur beräkningsmodellen knyter an till den verkliga byggnad som skall simuleras.

Man kan särskilja två artskilda slag av energisparande åtgärder:

- Sådana där energibesparingen är helt knuten till själva åtgärden och inte påverkar byggnaden och dess system i övrigt.
- Sådana där åtgärden utöver den direkta besparingen har indirekt inverkan på energianvändningen i byggnaden i övrigt.

Exempel på det första slaget är installation eller byte av värmeåtervinning för ventilationsluften. Den påverkar inte något annat än ventilationssystemets värme och elbehov. Samma gäller byte av pumpar, byte av fläktar och liknande. Här kan man ganska enkelt beräkna det totala energiutfallet av varje åtgärd. I fallet värmeåtervinning finns ett lätthanterligt beräkningsprogram på Beloks hemsida www.belok.se.

Exempel på det andra slaget av energisparande åtgärder är exempelvis byte till energieffektivare belysning. Detta minskar direkt elbehovet för belysning, men värmebehovet kan öka. Är det fråga om kylbaffelsystem kan samtidigt kylbehovet under arbetstid minska. Här måste *byggnadens hela energianvändning* utan och med åtgärden simuleras. Ett annat exempel är ombyggnad av CAV till VAV-system. Ventilationens värme- och elbehov minskar påtagligt, men utöver detta minskar även

radiatorernas värmebehov genom att de inte längre behöver kompensera för luftens kyleffekt under arbetstid i tomma rum.

Innan man börjar beräkna energibesparingen genom olika åtgärder, ska beräkningsprogrammet man använder anpassas till den aktuella byggnaden och verksamheten i den. Det sker genom att man utgår från byggnadens energianvändning i dess befintliga utformning och dess aktuella användning och drift.

Byggnaden modelleras enligt ritningar och behovet av värme, el och kyla beräknas med antagna värden om drifttider, beläggning, belysningsanvändning mm. De antagna värdena för energiberäkningar baseras på de data man tagit från genomgång av handlingar och besiktning på plats. Vid energiberäkningarna kan byggnaden behöva delas upp i olika zoner beroende på verksamhet och tekniska installationer, t.ex. olika användningstider, drifttider, typ av klimatsystem, olika användning av zoner, etc.

Resultatet av beräkningarna jämförs med byggnadens energistatistik. Om beräkningarna och energistatistiken avviker markant från varandra, kan det bero på att en del antagna ingångsdata inte stämde med verkligheten. Det gäller osäkra antaganden om exempelvis de interna värmelasterna från människor och kontorsmaskiner. Sådana ingångsdata måste kontrolleras och justeras. Målet är att avvikelserna mellan beräknad energianvändning och uppmätta energivärden inte bör vara större än ca 10 %. Genom justeringen av osäkra ingångsdata blir därmed beräkningsmodellen ”kalibrerad” efter verkliga förhållanden och anpassad för att ge verklighetstroga beräkningsresultat av energisparåtgärder i den aktuella fastigheten.

Energiåtgärderna simuleras därefter steg för steg för att säkerställa att man får med de enskilda åtgärdernas möjliga inverkan på varandra.

Viktigt för energiberäkningar är:

- Rätt bakgrundsdata, inklusive rätt bedömning av befintlig situation med byggnaden och system.
- Om resultat från byggnadsmodellen inte stämmer överens med energistatistiken:
 - Kontrollera bakgrundsdata och bedöm vad som mest påverkar resultaten, t.ex. antagna rumstemperaturer, luftinfiltration, användningstider, drifttider kan ha stor påverkan till resultatet.
 - Bedöm om det behövs fler mätningar för att korrigera antagna värden.
- Förutsättningar och antaganden för energiberäkningar måste dokumenteras, t.ex. vilka grunddata för byggnaden har använts och vilka indata har använts för beräkning av utfallet av energibesparande åtgärder.

- Jämförelse av energianvändningen före och efter genomförandet av åtgärder måste vara begriplig och rimlig. Fastställ utgångspunkten med beställaren och säkerställ att man får med den inverkan på varandra som sparåtgärder kan ha.

Det kan förekomma att för vissa åtgärder och system behövs speciella programvaror och/eller användning av erfarenhetsvärden för att bedöma energianvändningen och besparingspotentialen, bland annat för:

- Åtgärder i centrala värme- och kylsystem.
- Åtgärder i styr- och reglersystem.
- Åtgärder i tryckluftsystem.
- Behovsstyrning i ventilationssystem.
- Åtgärder som berör minskning av infiltration, t.ex. byte av fönster, ändringar i ventilationssystem och balansering av flödena.
- Befuktning och avfuktning med ventilationssystem i speciella lokaler.

6.2 Kalibrering av energiberäkningsmodellen

Modellen som används för att beräkna besparingspotentialen av identifierade åtgärder skall så långt som möjligt försöka efterlikna byggnadens verkliga användningsmönster. Därför behöver man ta fram en beräkningsmodell för den aktuella byggnaden, kalibrerad efter hur byggnaden används. Detta sker i följande steg.

- Insamling av indata.
- Värdering av indata – osäkerhetsbedömning.
- Inmatning av indata.
- Första beräkning.
- Jämförande av resultat mot uppmätta värden.
- Justering av osäkra indata.
- Ny beräkning, eventuellt flera nya beräkningar.
- Fastställande av byggnadens basmodell.

Insamling av indata

Antagna värden för energiberäkningar baseras på de data man tagit fram ur handlingar och vid besiktning på plats. Handlingar som källor till indata är ritningar, principalscheman, driftkort, uppgifter som fås ur styr- och övervakningssystemet, OVK protokoll, drift- och underhållsinstruktioner samt eventuella tidigare

energiutredningar. Intervjuer av driftpersonal kan också ge mycket. Se närmare i Kapitel 4 och 5.

Indata för energiberäkningar är också beroende på vad det energiberäkningsprogram som används kräver. Det rekommenderas att all indata som behövs för det specifika programmet dokumenteras, t ex som Excel-tabeller, för att öka spårbarheten av hela beräkningsprocessen.

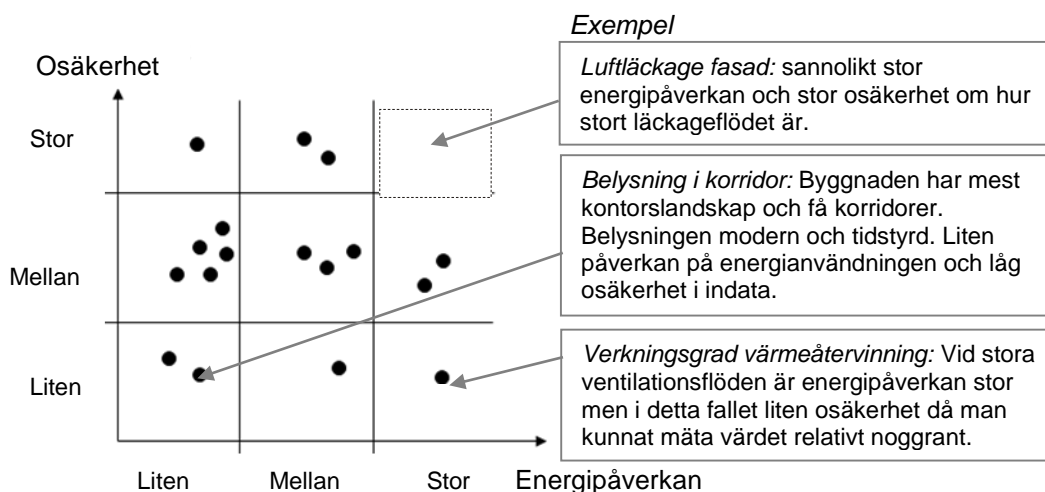
Värdering av indata – osäkerhetsbedömning

Efter det att alla uppgifter som skall utgöra indata för energiberäkningen sammanställs gör man en bedömning av:

- hur säker är den enskilda uppgiften.
- hur stor inverkan kan ett fel i den enskilda uppgiften ha på energieresultatet.

Syftet är att identifiera indata, som är osäkra och samtidigt har en klar påverkan på resultatet av energiberäkningen.

För varje ingångsuppgift görs en bedömning av dels osäkerheten, dels av påverkan på energieresultatet med en tregradig skala: *liten – mellan – stor*. Samtliga indata läggs därefter in i en matris så som visas i Figur 6.1.



Figur 6.1 Indata till energiberäkningar inlagd i en *energipåverkans – osäkerhets* matris. Punkterna i diagrammet speglar indata som har viss osäkerhet och energipåverkan.

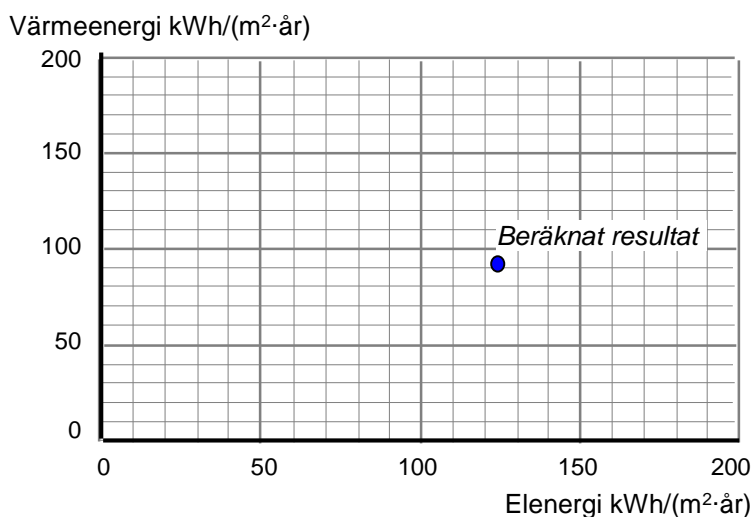
Exempel på bedömning: Luftläckage genom fasad
Byggnaden är vindutsatt, av äldre datum och ej renoverad. Trycktäthetsmätning ej utförd. Uppskattning om hur stort läckageflödet är har *stor osäkerhet* och samtidigt sannolikt *stor energipåverkan*.

Inmatning av indata

Detta huvudsteg kräver stor noggrannhet, eftersom inmatning av indata också är en osäkerhetskälla. För att minska risken för felinmatning bör, som nämnts, all indata noteras separat, t.ex. i Excelmall. Detta ökar också spårbarheten för hela beräkningsprocessen. Då kan man enkelt kontrollera vilka grunddata som används (även i efterhand), om inmatning av indata har varit korrekt och justera indata om det behövs. *Glöm inte att dubbelkolla alla inmatade värden.*

Första beräkning

Genomför första beräkningen och spara resultat separat. Fastställ vad som skall ingå i värme respektive el, t.ex. fastighetsel, verksamhetsel. För in resultat i ett värme/elenergiagram. Exempel visas i Figur 6.2.

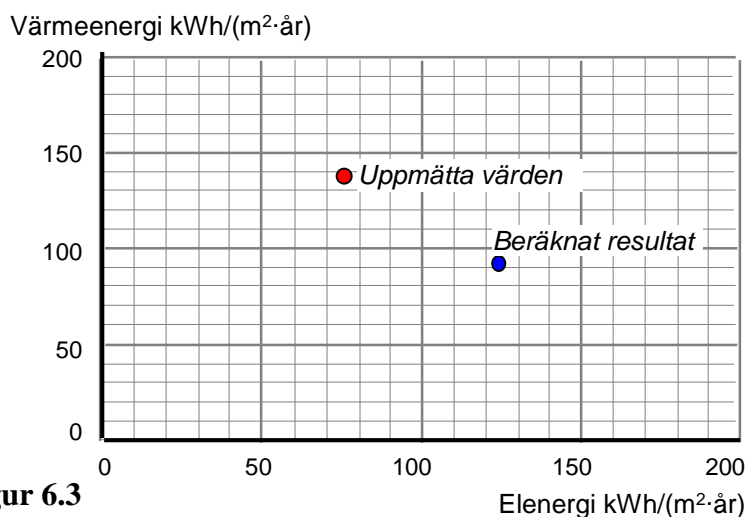


Figur 6.2 Resultaten av första beräkning i energiberäkningsprocessen: energi-användning för värme och el.

Jämförelse mot avlästa värden

Resultaten av den första beräkningen i energiberäkningsprocessen skall nu jämföras med uppmätta uppgifter om byggnadens energianvändning som man har fått från beställarens sida. I figur 6.3 visas uppmätt och beräknad energianvändning. Som syns skiljer de sig åt rätt mycket.

Om den beräkningsmodell man använder är verifierad och byggnaden och dess tekniska system är rätt modellerade, beror avvikelserna mellan uppmätt och beräknat normalt på att antagna ingångsdata om verksamhet, okontrollerad ventilation, drifttider med mera inte stämmer med verkligheten. Det är antaganden som är mycket osäkra, samtidigt som de har stor påverkan på beräkningsresultatet, d.v.s. ingångsdata längst upp till höger i matrisen i figur 6.1.

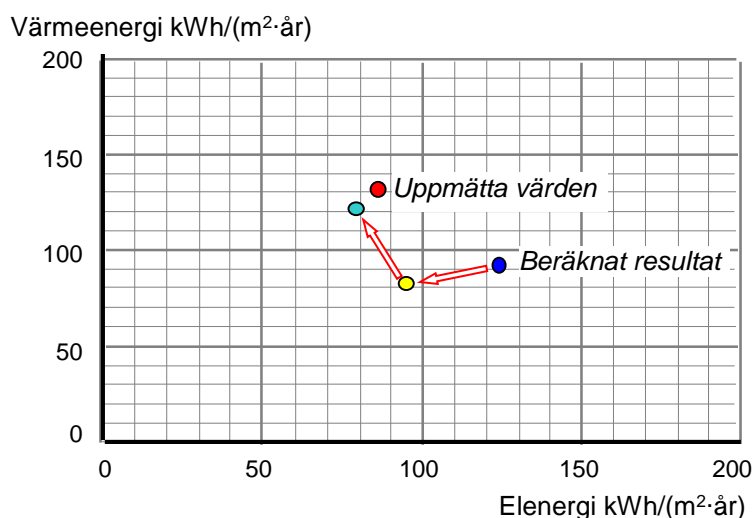


Figur 6.3 Jämförelse av resultatet av energiberäkningar med uppmätt energianvändning. Igen med den uppmätta verkliga energianvändningen.

Justering av osäkra indata – ny beräkning

Om beräknat resultat skiljer sig mycket från avlästa värden görs en kontroll och justering av några av de indata som har både stor osäkerhet och stor resultatpåverkan, enligt modellen i figur 6.1. Bedöm om det behövs ytterligare kontroll av ingångsdata på plats och eventuellt någon kompletterande mätning för att korrigera antagna värden.

Efter att osäkra ingångsdata justerats genomförs nya beräkningar tills avvikelserna mellan beräknad energianvändning och uppmätt energistatistik inte är större än ca 10 %. Detta illustreras i Figur 6.4 och Figur 6.5.

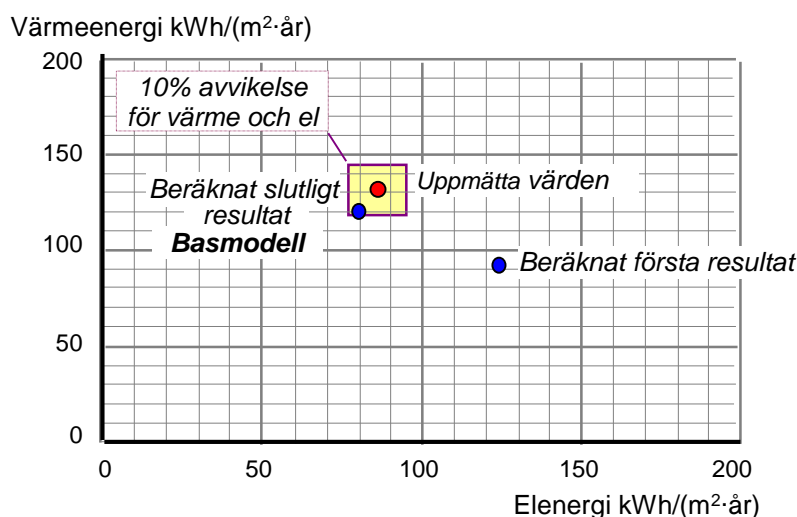


Figur 6.4 Jämförelse av resultaten av energiberäkningar med uppmätt energianvändning efter justering av osäkra indata.

Fastställ basmodell

När avvikelserna mellan beräknad energianvändning och uppmätt energistatistik inte är större än ca 10 % kan man fastställa basmodellen. Man kan då säga att beräkningsmodellen är kalibrerad och redo att användas för att studera effekten av olika energibesparingsåtgärder i den aktuella fastigheten. Detta illustreras i Figur 6.5.

Glöm inte att dokumentera förutsättningar och antaganden för slutresultaten av energiberäkningarna och för fastställandet av basmodellen. Detta skall anges i rapporten till beställaren.



Figur 6.5 Jämförelse av resultaten av energiberäkningar med uppmätt energistatistik och fastställning av basmodell, visad i ett värme/elenergidigram.

6.3 Undersöka åtgärder

De energieffektiviseringsåtgärder, som man har identifierat vid energibesiktningen ska nu detaljstuderas med hjälp av det kalibrerade energiberäkningsprogrammet.

Energibehovet simuleras steg för steg för varje sparåtgärd och den beräknade energibesparingen dokumenteras. Energiberäkningar kommer därmed att omfatta:

- åtgärd 1
- åtgärder 1 och 2
- åtgärder 1, 2 och 3
- osv...

Härigenom säkerställs att man får med den inbördes inverkan som olika sparåtgärder kan ha. Det kan finnas behov att även se på andra kombinationer. Exempelvis: för att bedöma energibesparingen av åtgärd 2 se på åtgärder 1+2+3 minus åtgärd 1+3 och; för att bedöma besparingen av åtgärd 1 se på åtgärder 1+2+3 minus åtgärd 2+3.

Besparing av värme, kyla, el till fastighetsdrift och el till hyresgäster specificeras separat. Det kan förekomma att vissa åtgärder sparar inte bara energi men också övriga kostnader och resurser. Till exempel kan tappvarmvattenåtgärder spara vattenanvändning. Byte av belysningsarmaturer kan leda till sparade kostnader för byte av ljuskällor. Tvärtom kan genomförande av åtgärden innebära ökad kostnad för underhåll, t.ex. installation av värmeåtervinning eller behovsstyrning. Detta bör tas med vid lönsamhetsberäkningar och bör specificeras tillsammans med energi-/kostnadsbesparingen. Dock är det upp till beställaren att bestämma hur stor andel av kostnadsändringar i underhåll, som tas med i lönsamhetskalkylen.

Förutsättningar och antaganden för energiberäkningar måste dokumenteras, t.ex. vilka indata som har använts för beräkning energibesparingar med identifierade åtgärder.

Dessutom bör åtgärderna beskrivas på sådant sätt att rapporten kan användas som underlag för Etapp 2 då projektering och byggarbete genomförs.

Exempel

Ett Totalprojekt har gjorts i en högstadieskola som byggdes på 1950-talet. Här går drygt 300 elever, byggnadens uppmätta golvarea är 4000 m², A_{temp}. Det finns ingen värmeåtervinning i ventilationssystemet och byggnaden har dålig isolering. Värmebehovet är ca 195 kWh/(m²·år) och elbehovet ca 60 kWh/(m²·år).

Ett antal energieffektiviseringsåtgärder har identifierats och simulerats för att beräkna besparingen och forma åtgärds paket. En mer omfattande åtgärd vore att bygga om ventilationen från konstant flöde CAV till behovsstyrt flöde DCV. Det skulle ha en stor besparingseffekt, men vore ganska kostsamt. Alternativen bibehållen CAV kompletterad med värmeåtervinning och ombyggnad till DCV behandlas var för sig i tabell 6.1 respektive tabell 6.2. Åtgärderna påverkar varandras besparingsutrymme och har simulerats i kombination med varandra.

Tabell 6.1

Beräknad energibesparing för identifierade åtgärder med befintligt ventilationssystem kompletterat med värmeåtervinning.

Identifierad åtgärd	Investering kkr	Värmebesparing kWh/(m ² ·år)	Elbesparing kWh/(m ² ·år)
Åtgärd 2: Värmeåtervinning	650	65	- 2
Åtgärd 3: Injustering och nya termostater	100	15	0
Åtgärd 4: Nya cirkulationspumpar	50	0	3
Åtgärd 5: Takisolering	600	15	0
Åtgärd 6: Nya ytterdörrar	80	3	0
Åtgärd 7: Ny belysning	750	-5	10
Åtgärd 8: Fasadisolering	1200	10	0
Åtgärd 9: Nya fönster	950	20	0
Summa	4380	123	11

Tabell 6.2

Beräknad energibesparing för identifierade åtgärder inklusive ombyggnad till behovsstyrd ventilation.

Identifierad åtgärd	Investering kkr	Värmebesparing kWh/(m ² ·år)	Elbesparing kWh/(m ² ·år)
Åtgärd 1: Behovsstyrd ventilation	1000	40	20
Åtgärd 2: Värmeåtervinning	650	30	-2
Åtgärd 3: Injustering och nya termostater	100	15	0
Åtgärd 4: Nya cirkulationspumpar	50	0	3
Åtgärd 5: Takisolering	600	15	0
Åtgärd 6: Nya ytterdörrar	80	3	0
Åtgärd 7: Ny belysning	750	-5	10
Åtgärd 8: Fasadisolering	1200	10	0
Åtgärd 9: Nya fönster	950	20	0
Summa	5380	128	31

Basfall

Det kan förekomma att byggnaden med sina tekniska system i utgångsläget inte uppfyller de krav som gäller för inneklimatet. Ett grundvillkor för Totalprojekt är att energibesparingen inte får uppnås på bekostnad av grundläggande kvalitetskrav. Inte

heller bör energisparåtgärder genomföras i ett system som har en bristande funktion från början. Om lokalerna till exempel inte uppfyller de minimikrav som ställs beträffande luftväxling, bör man överväga en uppgradering av byggnadens ventilationssystem och utarbeta en genomtänkt lösning *innan* man börjar studera de energieffektiviserande åtgärderna. Den nödvändiga uppgraderingen kan i sig självklart leda till en ökning av fastighetens energianvändning, jämfört med det initiala läget då grundläggande krav inte uppfylls.

Kostnaden för de energisparande åtgärderna måste gälla energibesparingen enbart. Om fastigheten skulle behöva upprustas, för att exempelvis uppfylla minimikrav på termiskt klimat och luftkvalitet, måste basfallet grundas på vad som gäller *efter* en sådan nödvändig upprustning. Energiberäkningen skall således utgå från de tekniska egenskaper byggnaden och dess installationer får *efter upprustningen*. Kostnaderna för en uppgradering av byggnaden till en godtagbar kvalitetsnivå, skall ligga utanför lönsamhetskalkylen för Totalprojektet. Hur detta skall hanteras måste fastställas i samråd med fastighetsägaren.

Om byggnaden redan från början uppfyller minimikraven blir basfallet lika med byggnadens verkliga tekniska egenskaper och den energianvändning som uppmätts.

Exempel

En energibesiktning har genomförts i en skola som är byggd i slutet av 1960-talet och har arean 9 472 m² A_{temp}. Skolan har idag ca 350 elever i 16 klasser och 40 lärare och övrig personal. Via samtal med personal, mätningar på plats och teoretiska beräkningar har det kunnat konstateras att luftflödena i klassrum och grupprum är för låga för att hålla gällande krav på inneklimatet dvs. maximalt 1 000 ppm koldioxidhalt inomhus. För att förbättra inneklimatet bör luftflödena i alla klassrum och grupprum ökas med ca 25 %. De befintliga tilluftsaggregaten och frånluftsfläktarna är åtskilda och har otillräcklig kapacitet för detta. Vidare klarar kanalsystemen inte de höjda luftflödena. Detta innebär dels nya aggregat, dels ny kanaldragning med nya don.

Uppgradering av ventilationssystemet innebär således att man säkerställer att inneklimatet uppfyller gällande krav och att detta sker till lägsta kostnad utan någon hänsyn till energieffektivitet. Därmed har valts enklast möjliga lösningar utan hänsyn till energianvändning. Drifftider och tilluftstemperaturer antas här vara desamma som före åtgärder, men i andra fall kan de behöva ändras, vilket då också påverkar energibehovet.

Ombyggnaden för uppgradering innebär i det här fallet att skolans energianvändning ökar, främst p.g.a. de ökade luftflödena utan värmeåtervinning:

Energianvändning	Före uppgradering kWh/(m ² ·år) A _{temp}	Efter uppgradering kWh/(m ² ·år) A _{temp}
Fjärrvärme	126	138
Elenergi	46	47

I det här fallet tas energianvändningen efter uppgradering som basfall vid energiberäkningarna. Man utgår från den energianvändningen som skulle fås efter uppgradering för uppfyllande av klimatkraven. Vid beräkning av kostnaderna för energiåtgärder, t.ex. tillägg av värmeåtervinning, skall endast kostnaderna för de delar i ventilationsombyggnaden som ökar energieffektiviteten tas med.

6.4 Kostnadskalkyler

Kostnaden för varje åtgärd måste beräknas för sig, men hänsyn tas till hur de olika åtgärdernas samtidiga genomförande kan påverka kostnaden. Till exempel vid samordning av hela arbetet blir kostnader för projektering och bygg eventuellt billigare.

Det är alltid beställaren som bestämmer såväl de ekonomiska villkoren som förutsättningarna för kostnadskalkylen. Bland annat måste beställaren innan kostnadskalkylen påbörjas ange om projekteringskostnader skall ingå och om eventuella byggherrekostnader skall ingå i kostnadskalkylen. Givetvis måste det klart framgå i kalkylrapporten vad som har medräknats.

Den som gör kostnadskalkylen måste ha god erfarenhet av sådana. De kan göras på olika sätt: av egen eller anlitad kalkylator, med hjälp av sektionsfakta⁴, genom offerter från entreprenörer eller genom kombinationer av källor. Det kan vara lämpligt att börja kalkylarbetet med ledning av schablonuppgifter, som finns exempelvis i sektionsfakta eller i liknande litteratur.

Beställaren bör vara medveten om att kostnadskalkyler i ett tidigt skede är osäkra. Etapp 1 i Beloks Totalmetodik kan liknas vid utredningsskedet i en vanlig projekteringsprocess där man genomför kravspecifikation med konsekvensanalysen för identifierade åtgärder. Detaljerad projektering genomförs i Etapp 2 som resulterar i underlag som krävs för att handla upp entreprenader. Först när utrustning och entreprenader handlas upp i ”skarpt” läge, vet man med säkerhet hur stor kostnaden verkligen blir. Full säkerhet fås först efter upphandling av entreprenör eller kanske när entreprenaden är avslutad.

Underlag för beräknade kostnader måste dokumenteras i rapporten som lämnas till beställaren där man specificerar var uppgifterna kommer från.

Vad påverkar kostnaderna för åtgärder?

Vid bedömning av kostnader för varje åtgärd kan följande kostnadsposter vara aktuella:

- Demonteringskostnader.
- Investeringskostnader för den specifika produkten/system.
- Arbetskostnader/ installationskostnader.
- Byggbikostnader, t.ex. håltagning, brandtätning, undertak och markarbete.
- Kabeldragning och kraftanslutning.
- Styrning och reglering och återkoppling till DUCar.
- Injusteringskostnad.

⁴ Wikells Sektionsfakta ROT, Sektionsfakta VVS

Som redan nämnts är det fastighetsägaren som anger om projekteringskostnader och eventuella byggherrekostnader skall ingå i kostnadskalkylen. Projekteringen som krävs för genomförandet av åtgärds paketet kan ingå i entreprenaden.

Skilj på kostnaderna för energieffektivisering och underhåll

Det är inte ovanligt att ett fastighetsföretag genomför energibesparande åtgärder samtidigt som man genomför en renovering eller allmän upprustning av fastigheten. I kalkylerna för Totalprojektet ska då tas med endast de kostnader, som är direkt förknippade med de energieffektiviserande åtgärderna. Kostnaderna för en eventuell uppgradering av fastigheten till en godtagbar kvalitetsnivå, skall som tidigare betonats inte ingå i lönsamhetskalkylen för Totalprojektet.

Exempel

- Om husets fönster ändå ska bytas på grund av att de är i dåligt skick eller på grund av att inneklimatet är dåligt vintertid, ska endast den extrakostnad som uppstår om man väljer speciellt energieffektiva fönster tas med i Totalprojektets kalkyl.
- De befintliga systemen klarar inte uppfylla inneklimatkraven för dagens verksamhet och för att förbättra inneklimatet borde luftflödena i ett antal rum ökas med ca 25 %. Tilluftsaggregat och frånluftsfläktar är åtskilda och har otillräcklig kapacitet. Vidare klarar kanalsystemen inte de höjda luftflödena. Detta innebär dels nya aggregat, dels ny kanaldragning med nya don. Uppgraderingen innebär att inneklimatet lyfts så att det fyller dagens krav, men att det sker till lägsta kostnad utan någon hänsyn till energieffektivitet. Vid beräkning av kostnaderna för energiåtgärder är endast kostnaderna för de delar i ventilationsrenoveringen som ökar energieffektiviteten, jämfört med den uppgraderade versionen, medtagna.
- En av åtgärderna inom ett Totalprojekt är att tilläggsisolera en källarvägg. Samtidigt ska husets dränering åtgärdas inom ramen för en renoveringsombyggnad. Kostnaderna måste då fördelas mellan de två projekten: renoveringsombyggnaden och Totalprojektet. Kostnaden för schaktningsarbetet belastar renoveringsombyggnaden, medan kostnaderna för den extra isoleringen och arbetet för att montera isoleringen ska belasta Totalprojektet.

6.5 Lönsamhetskalkyl

I den deletappen av Etapp 1 gör konsulten lönsamhetsberäkningar, dels för de identifierade åtgärderna var för sig, och dels samlat för paket av åtgärder. Metoden innebär att man rangordnar åtgärderna ur lönsamhetssynpunkt, baserat på en variant av internräntemetoden. Metoden beskrevs i detalj i Kapitel 2.

För att genomföra lönsamhetsberäkningar för identifierade åtgärder är det grundläggande att veta vilket lönsamhetskrav, räknat i räntemått, beställaren har och vilka övriga kalkylförutsättningar är, t.ex. energipriser, uppskattad energiprisökning, kalkylperioder, etc. Checklista om informationsbehov från beställarens sida finns i Bilaga 6.

Varje åtgärds lönsamhet bedöms utifrån beräknad kostnadsbesparing, kostnad för genomförande och kalkylperiod. Se exempel på sammanställning av data för lönsamhetskalkyl i Tabell 6.3. Tänk på noggrannheten i resultat. Det finns alltid en osäkerhet i både besparings- och kostnadsbedömningar för olika åtgärder. Därför bör det vara en balans mellan den noggrannhet resultaten visas med och den osäkerhet som ingår i bedömningar i kalkylen.

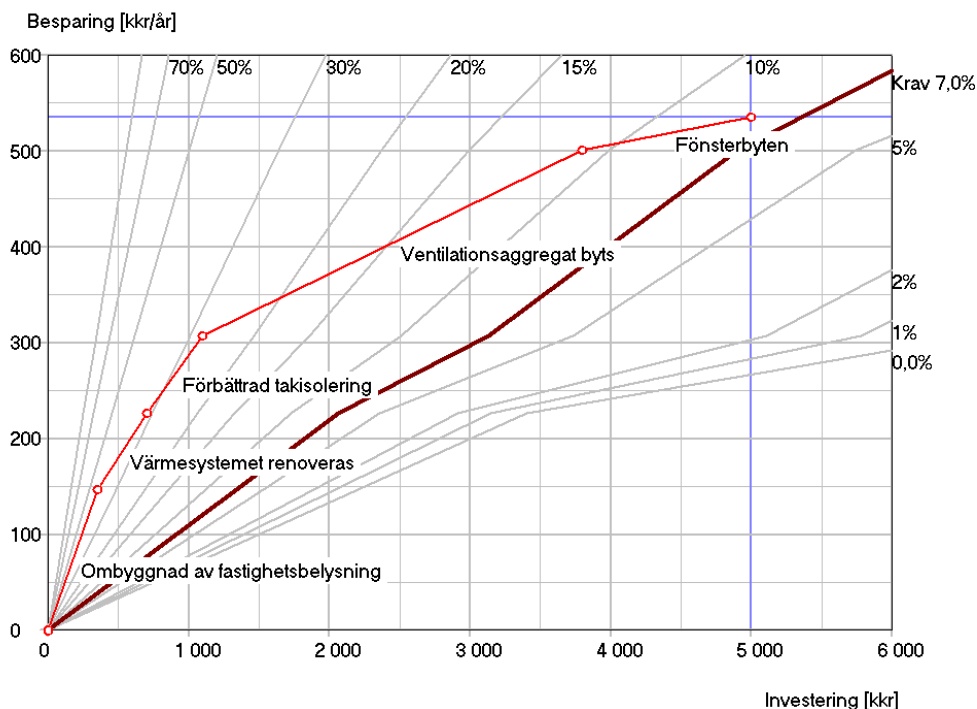
Tabell 6.3

Exempel på sammanställning av data för lönsamhetskalkyl.

Identifierad åtgärd (ÅT)	Inves- tering kkr	Kal- kyltid år	Värme- besparing kWh/m ² -år	Värme- besparing kkr/år	El- besparing kWh/m ² -år	El- besparing kkr/år	Övrig besparing kkr/år	Besparing totalt kkr/år
ÅT1: Behovsstyrd ventilation	1000	15	40	80	20	70	-5	145
ÅT2: Värme- återvinning	650	20	30	60	-2	-5	0	55
ÅT3: Injustering och nya termostater	100	15	15	30	0	0	0	30
ÅT4: Nya cirkulationspumpar	50	15	0	0	3	10	0	10
ÅT5: Takisolering	600	40	15	30	0	0	0	30
ÅT6: Nya ytterdörrar	80	40	3	6	0	0	0	6
ÅT7: Ny belysning	750	15	-5	-10	10	35	5	30
ÅT8: Fasadisolering	1200	40	10	20	0	0	0	20
ÅT 9: Nya fönster	950	40	20	40	0	0	0	40

Nu kan man lägga in alla åtgärder som punkter i ett internräntediagram och bilda ett åtgärdspaket.

Lönsamhetsberäkningar och bildande av åtgärdspaket gör man enklast med *Totalverktyget* som finns på Beloks hemsida www.belok.se. Programmet tar hänsyn till olika kalkylperioder för olika åtgärder och anpassar kurvan av åtgärdspaketet automatiskt. Vid manuell beräkning är det svårt att visualisera åtgärder med olika kalkylperioder i samma diagram. Se Kapitel 2 för mer information. Kort beskrivning av programmet visas i Bilaga 9. Ett exempel på bildande av åtgärdspaket med hjälp av *Totalverktyget* visas i Figur 6.6.



Figur 6.6. Exempel på bildning av åtgärds paket presenterad i ett internräntediagram med hjälp av *Totalverket*. Beställarens lönsamhetskrav är 7 % och den bedömda framtida energiprishöjningen 2 % utöver inflationen. Det innebär att beställarens lönsamhetskrav är att åtgärds paketet skall ge högre real avkastning än $7 - 2 = 5$ %.

Kriteriet för hur många åtgärder som tas med är att internräntan för paketet i dess helhet inte får bli lägre än den fastställda kalkylräntan. Det betyder att den beräknade internräntan för hela paketet inte får vara lägre än beställarens avkastningskrav, uttryckt som kalkylränta. Detta bestämmer paketets omfattning.

Bildande av åtgärds paket för största besparing

Då man bildar åtgärds paketet utgår man ju från de enskilda åtgärdernas lönsamhet. Ett antal åtgärder kan hamna under lönsamhetskravlinjen i internräntediagrammet och skall således tas bort. Samtidigt kan en åtgärd hamna delvis på kravlinjen och borde också egentligen tas bort. Detta kan resultera i att hela paketet får mycket högre internränta än lönsamhetskravet men vilket energibesparingen förlorar på stort.

För att hitta den mest energibesparande åtgärds paket bör man prova att göra någon ändring av ordningsföljden mellan åtgärder. Till exempel, om det i slutet av åtgärds paketet ligger en kostsam åtgärd som är vid gränsen att uppfylla kravet eller kommer att delvis falla utanför lönsamhetsnivån, kan man prova med att ersätta den med åtgärder som kan i sig vara mindre lönsamma, men som tillsammans faller inom paketets lönsamhetskrav. På så vis kan man uppnå totalt större energibesparing och samtidigt uppfylla lönsamhetskravet.

Samtidigt, när man letar efter det mest energibesparande åtgärdspaketet, är det viktigt att inte glömma bort att ta hänsyn till hur olika åtgärder påverkar varandra. Vid behov bör kostnadsbesparingar och investeringskostnader omräknas för att beakta samverkan av åtgärder i det nya paketet.

Exempel

Ett Totalprojekt har gjorts i en högstadieskola som byggdes på 1950-talet. Skolan hade drygt 300 elever och byggnadens uppmätta golvarea var 4000 m², A_{temp} . Det fanns ingen värmeåtervinning på ventilationssystem och byggnaden hade dålig isolering. Årligt energibehov var ca 195 kWh/(m²·år) värme och 60 kWh/(m²·år) el.

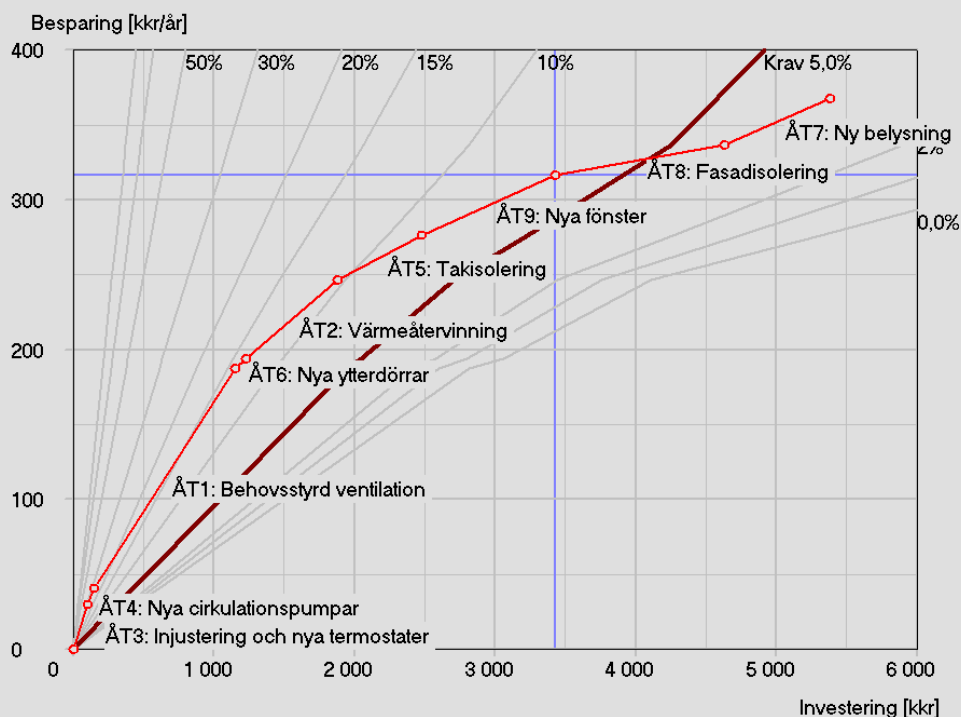
Ett antal energieffektiviseringsåtgärder identifierades och simulerades för att beräkna energibesparing och att forma ett åtgärdspaket. Beräknad energi- och kostnadsbesparingar för åtgärder visas i Tabell 6.4. Hänsyn har tagits till hur åtgärder påverkar varandra. Kostnadsbesparingar beräknades med energipriserna: värme 0.5 kr/kWh; el 0.9 kr/kWh.

Table 6.4
Beräknad energi- och kostnadsbesparing samt investeringskostnader för identifierade åtgärder i en skolbyggnad.

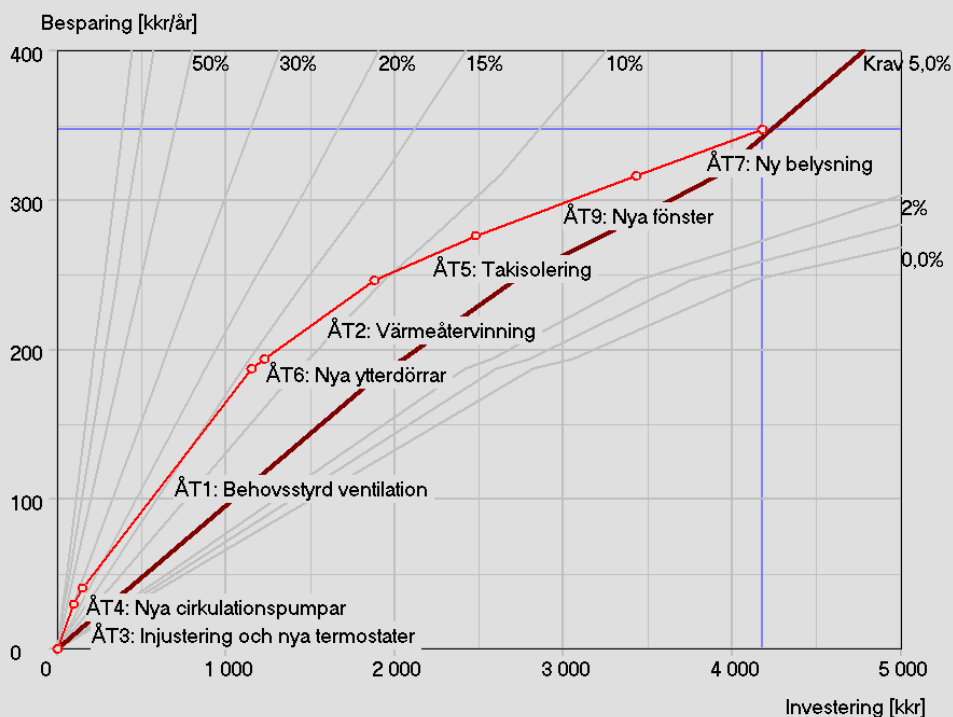
Identifierad åtgärd (ÅT)	Investering kkr	Kalkyltid år	Värmebesparing kWh/m ² ·år	Värmebesparing kkr/år	Elbesparing kWh/m ² ·år	Elbesparing kkr/år	Övrig besparing kkr/år	Besparing totalt kkr/år
ÅT1: Behovsstyrd ventilation	1000	15	40	80	20	72	-5	145
ÅT2: Värmeåtervinning	650	20	30	60	-2	-5	0	55
ÅT3: Injustering och nya termostater	100	15	15	30	0	0	0	30
ÅT4: Nya cirkulationspumpar	50	15	0	0	3	10	0	10
ÅT5: Takisolering	600	40	15	30	0	0	0	30
ÅT6: Nya ytterdörrar	80	40	3	6	0	0	0	6
ÅT7: Ny belysning	750	15	-5	-10	10	35	5	30
ÅT8: Fasadisolering	1200	40	10	20	0	0	0	20
ÅT 9: Nya fönster	950	40	20	40	0	0	0	40
Totalt	5380		128	256	31	110	0	366

Figur 6.7 visar åtgärdspaketet i internräntediagram. Beställarens lönsamhetskrav var 7 % och uppskattad energiprishöjning 2 % utöver inflationen. Det innebär att åtgärdspaketet skall ge högre avkastning än $7 - 2 = 5$ %. Lönsamhetskravet är angivet med mörkröd linje.

Som kan ses i figur 6.7, faller de sista två åtgärderna utanför lönsamhetskravet och borde tas bort. Men för att hitta det mest energibesparande åtgärdspaket kan man prova att lägga åtgärderna i en annan ordning. Man finner då att det mest energibesparande åtgärdspaket inom lönsamhetsramen fås om man tar bort *Åtgärd 8 "Fasadisolering"* och håller kvar *Åtgärd 7 "Ny belysning"*. Resultatet av lönsamhetsberäkningar visas i Figur 6.8. Energibesparingen för hela paketet blir ca.120 kWh/(m²·år) värme och ca 30 kWh/(m²·år) el. Detta innebär en minskning av hela energibehovet med ca 60 %. Hela paketet ger kostnadsbesparingen ca 345 kkr/år med investeringen av 4180 kkr.



Figur 6.7 Identifierade åtgärder för en skolbyggnad i internräntediagram. Beställarens lönsamhetskrav är $7 - 2 = 5\%$ i avkastning. Som kan ses, faller de sista två åtgärderna under lönsamhetskravet och borde således utgå.



Figur 6.8 Slutligt åtgärds paket för skolbyggnaden. Beställarens lönsamhetskrav $7 - 2 = 5\%$ uppfylls. Lönsamheten för hela paketet blir ca 5% .

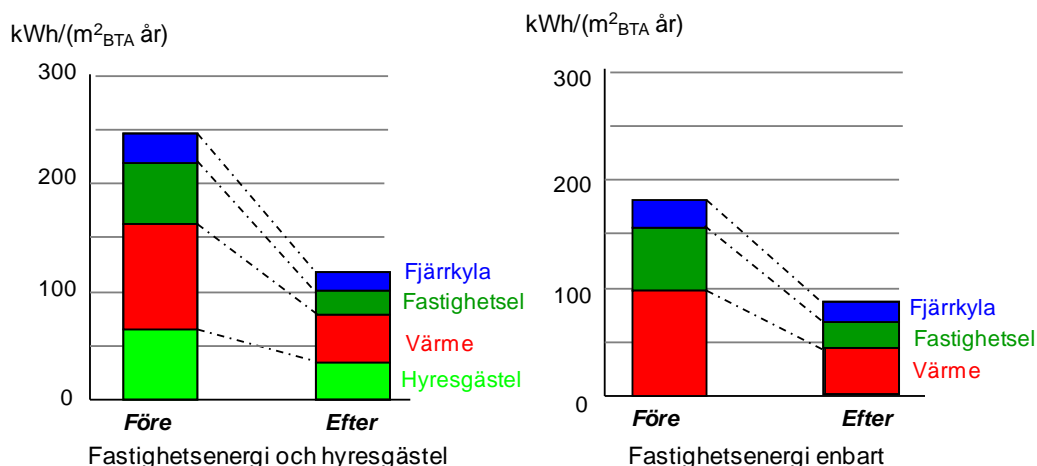
6.6 Summering och rapport

Beställaren gör upp med konsulten om vad som skall ingå i rapporten från Etapp 1. Rapporten utgör underlag för fastighetsföretagets beslut om att genomföra åtgärdspaketet och måste vara lättolkad, såväl tekniskt som ekonomiskt. Rapporten ska också fungera som underlag för projektering.

Rapporten bör innehålla åtminstone följande:

- Indata i form av tekniska uppgifter om fastigheten och energianvändning före åtgärder.
- Noggrann beskrivning av åtgärder.
- Delresultat i form av beräknad energi- och kostnadsbesparing för varje åtgärd.
- Kostnader samt slutresultatet av lönsamhetsberäkningen, åtgärdspaketet i internräntediagram och energianvändningen före och efter åtgärdspaketet.

Resultatet från lönsamhetsberäkningarna ska redovisas med samma typ av diagram som används i *Totalverket*, se Figur 6.6. Exempel på jämförelse med energianvändning innan och efter man genomfört åtgärdspaketet visas med diagram som kan ses i Figur 6.9. Gör separata specifikationer för energibesparingen av värme, kyla, el till fastighetsdrift och hyresgästens elanvändning.



Figur 6.9 Energibehov före- och efter genomfört åtgärdspaket.

6.7 Känslighetsanalys

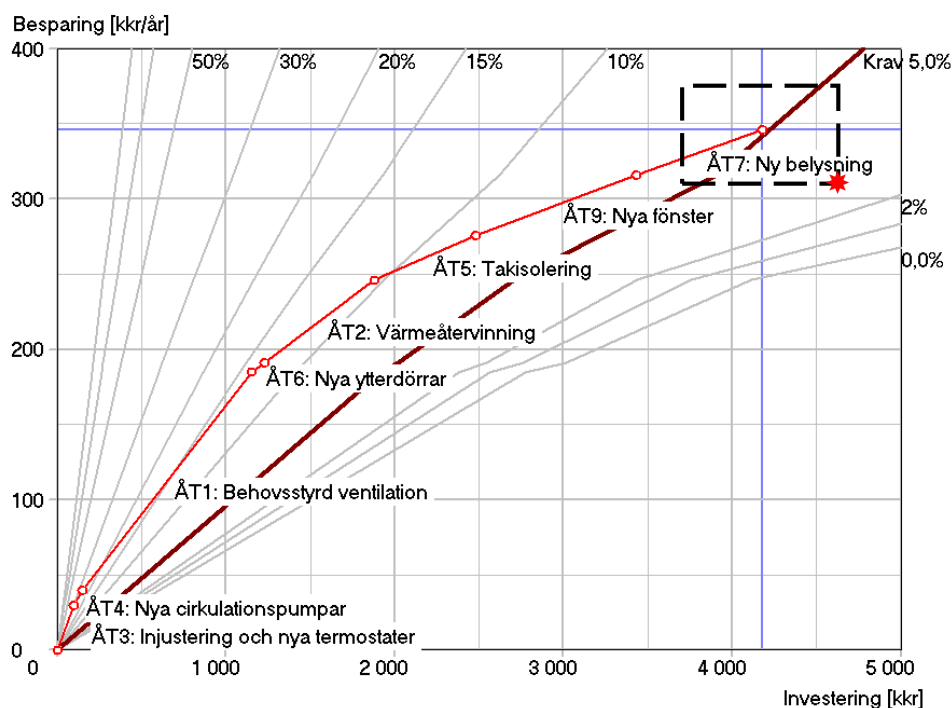
När beslut skall tas för investeringar baserade på Totalmetodiken bör någon form av känslighetsanalys genomföras. Känslighetsanalyser bör givetvis genomföras oavsett vilken metodik som ligger till grund för beslut om investeringar, särskilt om dessa blir stora.

Exempel på frågeställningar som kan vara aktuella är:

- Vad händer om energibesparingarna överskattats?
- Vad händer om någon av åtgärderna blir kostsammare än bedömt?
- Vad händer om energiprisökningen bara blir hälften så stor som bedömt?

Ett möjligt sätt att studera känsligheten i olika antaganden illustreras med exemplet nedan. Om beräkningarna till en början, med valda förutsättningar, ger resultatet enligt figuren 6.10 nedan, ca 5 % internränta, hur mycket kan det inverka på resultatet om den totala årliga besparingen skiljer $\pm 10\%$ från den beräknade, eller om investeringen skiljer $\pm 10\%$ från den beräknade?

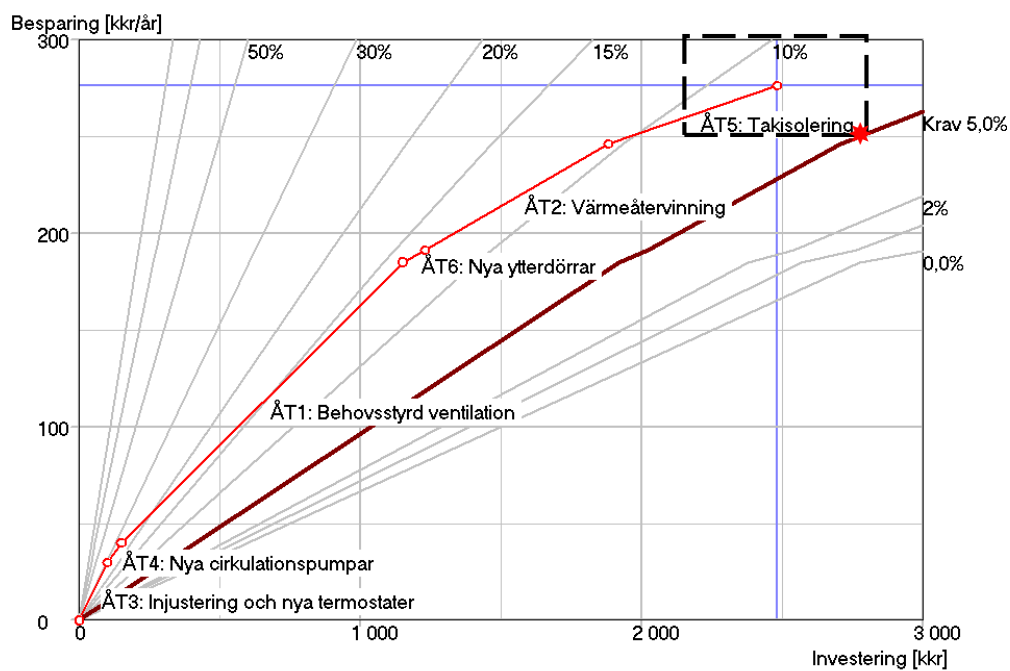
Figuren 6.10 visar att sämsta utfall vad gäller internränta kan bli 2.5 % (markerat med *), medan bästa möjliga utfall kan bli närmare 7.5 %. En känslighetsanalys där årlig besparing och investering varieras med $\pm 10\%$ vardera från ingångsvärden i analysen resulterar i möjliga utfall i internränta mellan ca 3 % och 7.5 %.



Figur 6.10 Känslighetsanalys. Inverkan på resultatet om den totala årliga besparingen och investeringen skiljer sig $\pm 10\%$ från den beräknade.

Om fastighetsägaren kräver minst 5 % avkastning på investerat kapital inom ramen för känslighetsanalysen, så innebär det att åtgärdspaketet måste begränsas för att få sämsta tänkbara utfall större än 5 %. Exempelvis, om de sista två åtgärderna tas bort ur åtgärdspaketet så visar känslighetsanalysen, se Figur 6.11, att internräntan hamnar i intervallet 5 – 12 %. Således, om man bedömer att osäkerheten i besparingen kan ligga på $\pm 10\%$ och i investeringen på $\pm 10\%$ kan det finnas anledning att utelägna

de sista två åtgärderna i åtgärdspaketet, för att säkerställa att fastighetsägaren krav på en avkastning på investerat kapital motsvarande minst 5 % verkligen blir uppfyllt.



Figur 6.11 Känslighetsanalys. Inverkan på resultatet om den totala årliga besparingen och investeringen skiljer sig $\pm 10\%$ från den beräknade. Två åtgärder borttagna jämfört med figur 6.10.

7 Totalmetodikens Etapp 2. Upphandling av projektör och entreprenörer

Kapitlet tar upp frågeställningar som beställaren bör ha med i sitt tänkande i samband med genomförandet av Totalmetodikens Etapp 2, d.v.s. genomförandet av det i Etapp 1 framtagna åtgärds paketet. Bland annat behandlas beställarens roll och uppgifter och grundläggande krav som bör ingå i underlaget för upphandling.

7.1 Beställarens roll och uppgifter

Åtgärds paketet som tas fram i Totalmetodikens Etapp 1 skall genomföras i sin helhet i dess Etapp 2, som detta kapitel behandlar.

Erfarenheter av genomförda projekt visar att för att verkligen uppnå den energibesparing, och därmed den lönsamhet, som förutsatts, är det viktigt att man i upphandlingen av projektör och entreprenör ställer tydliga krav på att den färdiga anläggningen fungerar på avsett sätt.

Detta ställer krav på såväl upphandlingen och projekteringen som genomförandet av entreprenaden. Vidare bör en funktionskontroll ingå i slutbesiktningen. I grunden är det samma moment som vid en normal ombyggnation, men här har man inte råd med misstag eller brister då sådana riskerar den förväntade energibesparingen, och därmed hela tanken med Totalprojekt.

Informationen i avrapporteringen från Etapp 1 är underlaget för beslut om att genomföra åtgärderna. Den utgör också grunden för den detaljprojektering som krävs. Eftersom normalt en stor del av besparingsåtgärderna är knutna till de tekniska installationerna, är det viktigt att projektören har en god förståelse för dessas funktion. Det är också viktigt att projektören inser målet – att minska energianvändningen.

En del åtgärder kommer att kräva mer eller mindre detaljerad projektering. Men det kan också förekomma att vissa åtgärder kräver bara ändring av befintliga system utan att bygga om systemet, t.ex. ändring av börvärden, driftstider, etc. och de åtgärderna kan lätt göras av driftstekniker som är ansvariga för byggnaden.

Dessutom måste hänsyn tas till hur åtgärdernas genomförande berör hyresgäster och husets användare. Vid ombyggnation måste hela arbetet samordnas med hyresgäster och deras verksamhet. Det kan också förekomma att någon åtgärd kan ingå i hyresgästers ansvar. Till exempel i byte av ljuskällor och åtgärder som berör belysning kan ligga inom hyresgästens ansvar. Hyresgäster kan också ha ansvaret för kostnad, planering och projektering av viss utrustning. Det är således viktigt att det förs en dialog mellan hyresgäst och beställare och att man är överens om ansvarsgränser och söker finna möjligheter att samordna en del investeringar.

Beställaren eller beställarens representant måste vara byggherre i hela byggprocessen och följa projektet aktivt. Helst bör det ske med en egen projektledare, exempelvis en teknisk förvaltare, driftansvarig eller energi- och miljöansvarig. Projektledaren ser till att det skapas kontaktvägar mellan projekteringsgruppen, entreprenörer, hyresgäster och övriga inblandade. Dessutom rekommenderas det att konsulten som genomförde den inledande Etappen 1, framtagningen av åtgärdspaketet, finns tillgänglig för frågor även i Etapp 2 eftersom detaljprojektören måste förstå syftet med och bakgrunden till de olika åtgärderna. Om projektledningen inte kan ske med egen personal kan en konsult anlitas. Lösningen med egen personal kan dock vara att föredra.

Som redan betonats är det viktigt att alla system fungerar som avsett då entreprenaden slutförts. Allt som ingår i åtgärdspaketet måste således fungera rätt när entreprenörerna lämnar över anläggningen till beställaren. Det innebär att det krävs en slutbesiktning, som bland annat innebär att viktiga funktioner kontrolleras. För att betona vikten av att beställaren får funktionsmässigt färdig anläggning efter entreprenadens färdigställande, syns det motiverat att definiera ett ekonomiskt ansvar för att allt fungerar så att man verkligen har den förväntade energibesparingen, *innan entreprenaden godkänns*. Det kan vara en fördel att handla upp detaljprojekteringen och entreprenaden inom ett gemensamt ansvar, d.v.s. som en slags totalentreprenad. Den kombinerade projektören och entreprenören skulle då kunna åläggas ett ekonomiskt ansvar för att man verkligen når den förväntade besparingen. Det kan innebära en extra kostnad för beställaren, men erfarenheten visar att denna extra kostnad kan i praktiken vara såväl välmotiverad som lönsam.

I beställarens roll vid genomförande av Etapp 2 inkluderar bland annat:

- Att fungera som byggherre i hela byggprocessen.
- Utse en projektledare som samordnar kontakterna mellan de berörda: hyresgäster, driftpersonal, projektör, entreprenör och övriga inblandade.
Beställarens projektledare skall också kvalitetssäkra arbetet: granska handlingar och kontrollera utförandet.
- Ta fram underlag för upphandling och handla upp projektör och entreprenör.

7.2 Underlag för upphandling av Etapp 2 i Beloks Totalmetodik

Det är viktigt att i förfrågningsunderlaget tydligt specificera vad projektören och entreprenören skall göra och vilket slutresultat som förväntas. Dessutom bör beställaren ange i förfrågningsunderlaget vad projektören och entreprenören har ansvar för och hur avstämning av projektörens och entreprenörens arbete skall ske. Många fastighetsföretag har egna riktlinjer och krav för projektering, byggandet och

kvalitetskrav som gäller för byggprocessen. De behöver beaktas vid genomförandet av åtgärds paketet.

Som beställare bör man i upphandlingsunderlag:

- Precisera uppdraget i detalj och vilket ansvarsområde som uppdragstagare kommer att ha, t.ex. projektledning, projektering, totalentreprenad.
- Specificera vilka krav som ställs på uppdragstagare och på det levererade, t.ex. erfarenhet, kompetens, resurser, startdatum, leveransdatum, dokumentation och redovisning.

När man formulerar upphandlingsunderlaget bör det anges hur slutbesiktningen med funktionskontroll kommer att genomföras.

Både vid projekteringen och under entreprenaden kan det visa sig att någon av åtgärderna i paketet inte kan utföras i enlighet med underlaget från Etapp 1. Det skulle exempelvis kunna vara tilläggsisolering av en vind som av utrymmesskäl inte kan utföras i sin helhet. Man bör i så fall se på vad detta kan innebära för åtgärds paketet i dess helhet och eventuellt justera det, innan den direkta ombyggnaden påbörjas.

Projektörens ansvar och uppgifter

För att praktiskt genomföra åtgärder behövs en detaljerad beskrivning av systemlösning för specificerade åtgärder samt detaljprojektering. Projekteringen resulterar i underlag som krävs för att handla upp entreprenader.

Projektören som skall upphandlas i Etapp 2 skall ha följande uppgifter och ansvar:

- Planera projekteringsprocessen enligt projektledares/beställarens föreskrifter.
- Genomföra projekteringsarbete för specificerade åtgärder enligt underlaget från Etapp 1.
- Följa beställarens föreskrifter för projektering.
- Följa beställarens kvalitetsrutiner och säkerställa att kvalitetsmålen uppnås.
- Samverka med hyresgäster, driftspersonal, entreprenörer etc. för kvalitets-säkring av projektet. Avstämning med konsulten som genomförde Etapp 1 rekommenderas för att följa upp detaljer för åtgärder och att säkerställa bra kvalitet i resultatet.
- Om så behövs komplettera med mätare för uppföljning av energi-användningen (värme, kyla, fastighetsel, hyresgästel).

Entreprenörens ansvar och uppgifter

Entreprenörens huvudsakliga roll är genomförandet av specificerade åtgärder enligt projektörens underlag. Dessutom bör entreprenören ha ansvar att säkerställa att åtgärderna som man genomfört, fungerar som de ska från början. Beställaren bör kräva att entreprenören inte kan lämna uppdraget innan godkänd funktionskontroll av åtgärder har genomförts.

Entreprenören som skall upphandlas i Etapp 2 skall ha följande uppgifter och ansvar:

- Praktiskt genomföra specificerade åtgärder enligt projektörens underlag.
- Säkerställa att åtgärderna som man genomfört, fungerar som de ska innan slutbesiktningen.
- Följa beställarens föreskrifter för byggandet och idrifttagandet.
- Följa beställarens kvalitetsrutiner och säkerställa att kvalitetsmålen uppnås.
- Dokumentera entreprenadkostnaden för energiåtgärderna.

7.3 Planering av uppföljning i Etapp 3

När åtgärdernas funktion har säkerställts, bör mätningen av energianvändningen påbörjas och data registreras lämpligen månad för månad under det första årets drift. För energiuppföljningen behövs uppgifter om el, värme och i förekommande fall fjärrkyla. Man bör skilja mellan el som används för hyresgästens verksamhet och el till fastighetsdriften. Det kan eventuellt finnas behov av undermätare för att bedöma energiåtgång hos olika slutanvändare efter ombyggnationen, t.ex. fastighetsel, verksamhetsel, komfortkyla, processkyla, etc. Här kan behövas överenskommelse med hyresgästerna om att få tillgång till deras elräkningar. I lokaler där man har mer än marginell användning av tappvarmvatten (t.ex. restaurangkök, sjukhus, skolor) bör även denna följas upp. Om det inte redan finns mätare inbyggda, bör komplettering ske.

För att kontrollera lönsamhetsutfallet i Etapp 3 är det viktigt att dokumentera i Etapp 2 alla de verkliga kostnader som har medräknats i kalkylrapporten i Etapp 1.

8 Totalmetodikens Etapp 2. Projektering

Det här kapitlet beskriver frågor som är viktiga att ta hänsyn till vid projekteringen i Totalmetodikens Etapp 2. Bland annat beskrivs mer i detalj projektörens ansvar och uppgifter och hur man säkerställer projektets kvalitet.

8.1 Projektörens roll och uppgifter

Efter det att åtgärds paketet utformats och beställaren beslutat om dess genomförande, börjar Totalmetodikens Etapp 2, då genomförandet skall ske. I projekteringskedet gör man detaljprojekteringen med ritningar, kopplingsscheman och beskrivningar. Projekteringen skall resultera i underlag för entreprenadens genomförande.

Projektören i Etapp 2 har följande uppgifter och ansvar:

- Planera projekteringsprocessen enligt projektledares/beställarens föreskrifter.
- Inhämta om nödvändigt kompletterande uppgifter från den konsult som genomförde Etapp 1. Denne kan ha baserat sina beräkningar av energibesparingar på antaganden, som inte är i detalj redovisade i underlaget från Etapp 1. Det kan även finnas tankar om systemlösningar mm, som inte framgår till fullo. Det är viktigt att projektören skaffar sig kännedom om dessa.
- Genomföra projekteringen av åtgärderna i åtgärds paketet enligt underlagsrapporten från Etapp 1.
- Samverka med hyresgäster, driftspersonal, entreprenörer etc. för kvalitetssäkring av projektet.
- Följa beställarens föreskrifter för projektering. Beställaren kan ha egna principer och rutiner som skall tillämpas vid projektering och som belyser samspelet mellan projektledning och projektörer.
- Följa beställarens kvalitetsrutiner.
- Om så behövs komplettera med mätare för uppföljning av energianvändningen (värme, kyla, fastighetsel, hyresgästel).

8.2 Kvalitetssäkring

Risken för felprojektering kan vara större vid ombyggnadsprojekt än vid nybyggnad, då det är fråga om att integrera nya lösningar i befintliga system. Det är viktigt att ha överblick och förståelse för samverkan mellan alla system och känna till påverkan av alla åtgärdsförslag som skall projekteras. Projektören bör undvika förenklingar eftersom detta kan leda till att åtgärderna inte får avsedd funktion och därmed riskerar man att den förväntade energibesparingen uteblir.

Exempel

Det kan hända att endast vissa delar av ett ventilationssystem ska åtgärdas, medan andra delar lämnas oförändrade. Projektören måste exempelvis vara särskilt vaksam om nya tilluftsdon ska installeras:

- Det får då inte i samma system finnas kvar några don av en typ som är avsedda för att arbeta med ett påtagligt annat tryck än de nya. Om något don inte klarar det tryck som de nya donen behöver riskeras funktionen. Om något don kräver ett betydligt högre tryck riskeras såväl funktionen som energibesparingen.
- Om systemet ska uppgraderas från konstanta luftflöden (CAV) till behovsstyrda luftflöden (VAV) styrd efter temperatur, får det inte finnas kvar don som kräver väsentligt högre inblåsningstemperatur än de nya donen. Annars är det stor risk att behovsstyrningsfunktionen slås ut eftersom hela systemet kommer att arbeta med hög tilluftstemperatur och VAV-donen öppnar fullt eftersom tilluftens kylförmåga blir liten. Systemet riskerar då att arbeta med i stort fullt luftflöde en stor del av året och man förlorar VAV vinsten.

9 Totalmetodikens Etapp 2. Entreprenörens roll och uppgifter

Det här kapitlet beskriver frågor som är viktiga att ta hänsyn till vid byggprocessen vid genomförande av Totalmetodikens Etapp 2. Bland annat beskrivs mer i detalj entreprenörens roller och uppgifter.

9.1 Entreprenörens roll och uppgifter

Entreprenören skall genomföra åtgärds paketet enligt projektörens underlag och beställarens riktlinjer. Det är avgörande för åtgärds paketets lönsamhet att alla byggnadsdelar, tekniska system och tekniska komponenter som ingår i åtgärds paketet får de egenskaper och den funktion som förutsatts vid dess utformning.

Entreprenören skall åläggas följande uppgifter och ansvar vid genomförande av entreprenaden och de installerade systemens idrifttagande:

- Praktiskt genomföra specificerade åtgärder enligt projektörens underlag. Förenklingar och ändringar i projektet bör undvikas eftersom detta kan leda till att åtgärderna inte får avsedd funktion och därmed riskerar man att den förväntade energibesparingen uteblir.
- Säkerställa att åtgärderna som man genomfört, fungerar som de ska innan slutbesiktningen. Entreprenören får inte lämna uppdraget innan godkänd funktionskontroll har genomförts.
- Följa beställarens föreskrifter för byggandet och i drifttagandet.
- Följa beställarens kvalitetsrutiner och säkerställa att kvalitetsmålen uppnås.
- Dokumentera entreprenadkostnaden för energiåtgärderna.

9.2 Funktionskontroll

För att säkerställa bra resultat och kvalitet med hela Totalprojektet och innan utvärderingen av åtgärds paketet (Etapp 3) kan starta måste man därför vara mycket noggrann med att kontrollera funktionen av åtgärder, och vid behov rätta till eventuella fel. Brister i injusteringar, dålig intrimning av styr- och reglersystem, eventuella felkopplingar, etc., kan påtagligt öka energianvändningen och på det sättet helt fördärva åtgärdernas lönsamhet.

Exempel på några viktiga kontrollpunkter i ventilationssystem:

- Värmeåtervinningens temperaturverkningsgrad måste kontrolleras när den utnyttjas maximalt. För att förvissa sig om att så är fallet bör mätning av temperaturverkningsgraden göras vid ett tillfälle då uttemperaturen är så låg att tillsatsvärmens (eftervärmningsbatteriet) tagits i drift.
- I vanliga arbetslokaler bör normalt råda rätt balans mellan tilluftsflöde och frånluftsflöde. I speciella lokaler med skyddskrav mot förorenings-spridning som sjukhus, laboratorier etc., gäller inte detta alltid.
- Tilluftens inblåsningstemperatur måste vara den avsedda och luftbehandlingens drifttider måste vara helt anpassade till den verkliga lokalanvändningen.

10 Totalmetodikens Etapp 2. Uppföljning av kvalitet i underhåll och drift

Det här kapitlet beskriver frågor som är viktiga att ta hänsyn till vid idrifttagandet efter byggprocessen i Totalmetodikens Etapp 2. Bland annat beskrivs mer i detalj driftspersonalens och förvaltarens roller och uppgifter.

Att långsiktigt hålla energianvändningen låg kräver engagemang från såväl driftpersonal och förvaltare som hyresgäster. Driftpersonalen, som är ansvariga för alla systemens drift i byggnaden, kan direkt påverka energianvändningen i huset och därmed också resultatet av byggnadens energieffektivisering. Dessutom är driftpersonalen dels mest insatt i hur systemen fungerar innan ombyggnad, dels i vilka hänsynstaganden som måste finnas med vid ombyggnation. Vissa av åtgärderna i åtgärdspaketet kan vara rätt enkla, som ändring av börvärden, drifttider, ventilinställningar och liknande. De åtgärder kan lätt göras av driftstekniker som är ansvariga för byggnaden.

Drifts- och förvaltningspersonalen kommer att vara ansvariga för uppföljning av funktion och kvalitet av genomförda åtgärder beträffande underhåll och drift. Det är därvid viktigt att drift- och underhållsplaner revideras efter genomförandet av åtgärder så att de blir anpassade till dessa.

Teknisk förvaltare och/eller driftspersonalen skall i Etapp 2:

- Genomföra eller hjälpa vid genomföring av åtgärder som berör ändring av börvärden, drifttider, ventilinställningar och liknande.
- Samarbeta med projektörer och entreprenörer vid praktiskt genomförande av åtgärder i Etapp 2. Det är driftspersonalen som vet hur systemen fungerar innan genomförda åtgärder och vad som är viktigt att ta i beaktande vid ombyggnation.
- I förekommande fall komplettera drifts- och underhållsrutiner så att de blir anpassade till den förnyade anläggningen.
- Säkerställa att åtgärderna som har genomförts fungerar långsiktigt. Gör en kontinuerlig uppföljning av driftsrutiner och underhållsplaner.
- Förbereda och säkerställa att energianvändningen går att mäta i Etapp 3. Tillämpa nya driftsrutiner vid behov.

11 Totalmetodikens Etapp 3. Uppföljning

Det här kapitlet behandlar frågor som är grundläggande vid genomförande av Totalmetodikens Etapp 3. Bland annat beskrivs mer i detalj om vilka förberedelser som bör göras inför Etapp 3 och om ansvarsfördelning, uppföljning av kostnader, mätning av energi och bedömning av lönsamhetsutfall som ingår i Etappen 3.

11.1 Förberedelser inför Etapp 3

Syftet med Etapp 3 är att följa upp energianvändningen och därmed kunna göra bedömning av det verkliga utfallet. Energianvändningen i byggnaden följs upp genom mätningar varje månad under ett år. Utfallet av mätningarna används i en slutlig lönsamhetsberäkning.

Etapp 3 delas in i följande delmoment:

- Mätning av energianvändningen efter ombyggnaden.
- Efterkontroll av lönsamheten.

Det är givetvis upp till beställaren att bestämma hur omfattande Etapp 3 behöver bli.

Ansvarsfördelning

Etapp 3 kan genomföras i egen regi av beställaren eller genom att anlita lämplig konsult. För att genomföra Etapp 3 bör en del av planeringen påbörjas redan i Etapp 2 (se kapitel 7.2). Redan vid formulering av upphandlingsunderlaget i Etapp 2 bör beställaren ta hänsyn till hur utfallet av åtgärderna ska utvärderas. Mätning av energianvändningen och dokumentering av de verkliga kostnaderna är nödvändig, om det i slutändan ska vara möjligt att verifiera att satsningen på Totalprojektet har lyckats.

Det är beställarens ansvar att det redan i upphandlingsunderlaget i Etapp 2 beskrivs vilka förberedelser som krävs av olika aktörer inför Etapp 3. Exempelvis bör i underlaget för upphandling av projektör och entreprenör för Etapp 2 ingå att det skall kontrolleras om mätsystem behöver kompletteras och att det i så fall också sker. Kostnaden för detta bör ingå i anbudet.

Energianvändningen måste kunna mätas med tillräcklig detaljeringsgrad och mätsystemen måste fungera rätt så snart fastigheten tas i drift. Ansvaret för att det finns ett fungerande mätsystem när anläggningen tas i drift måste vara klart definierad vid upphandlingen i Etapp 2. Det är viktigt att kontroll av mätsystemet ingår i slutbesiktningen.

Det är normalt den ordinarie driftpersonalen som på sikt kommer att hantera uppföljningen av anläggningarna och datahantering med hjälp av drift- och övervakningssystemet. Driftpersonalen måste därför vara väl informerad om mätpunkter, mätsystemet, hanteringen av mätdata, etc. Driftpersonalen bör också i god tid förbereda det som behövs för energiuppföljning och införa nya driftsrutiner vid behov.

Planering av mätningar

Normalt sker mätningar automatiskt i det centrala styr- och övervakningssystemet. Man bör dock redan vid planeringen av Etapp 2 tänka genom vad och hur man vill mäta. Man bör tänka på följande:

- Vilka mätdata behövs?
- Vilket typ av resultat vill man kunna studera?
- Hur skall mätningar ske, t.ex. vilka kompletterande mätare kan behövas, hur samlas och lagras mätdata?
- Hur skall insamlade data hanteras?

För energiuppföljningen behövs uppgifter om el, värme och i förekommande fall fjärrkyla. Man bör skilja mellan el som används för hyresgästens verksamhet och el till fastighetsdriften. Det kan eventuellt finnas behov av undermätare för att bedöma energiåtgång hos olika slutanvändare efter ombyggnationen, t.ex. fastighetsel och verksamhetsel, komfortkyla, processkyla, etc.

Den åtgärdade byggnadens energi måste kunna mätas separat från andra objekt. Om flera byggnader eller andra energibrukande objekt skulle vara anslutna till samma mätare som den aktuella åtgärdade byggnaden, måste separata mätare installeras.

Uppföljning av kostnader

För att kunna följa upp åtgärdspaketets verkliga ekonomiska utfall bör också de faktiska kostnaderna för de åtgärder som ingår dokumenteras. Kostnaderna bör så långt möjligt vara uppdelade efter de olika åtgärderna i åtgärdspaketet. Det är lämpligt att projekteringskostnaden anges separat. Beställaren avgör sedan i sin efterkalkyl vad som skall tas med, exempelvis om byggherrekostnader inkluderas. Mer information om kostnadskalkylen finns i Kapitel 6.

Ett Totalprojektet kan vara inriktad på energibesparing enbart, men det kan också vara en del av en större ombyggnad då man genomför även sådant som inte är kopplat till energibesparing. Det kan vara en allmän upprustning av fastigheten, åtgärder för att förbättra inneklimat som exempelvis ombyggnad av ventilations-systemet, hyresgästanpassning och liknande. Då är det viktigt att man särskiljer kostnaderna som syftar direkt till energibesparing. Det är beställaren som skall ge riktlinjerna för hur detta skall ske.

11.2 Mätning av energianvändningen efter ombyggnaden

När åtgärdernas funktion säkerställts kan mätningen av energianvändningen påbörjas och data registreras lämpligen månad för månad under det första årets drift.

För att förvissa sig om att datainsamlingen fungerar på rätt sätt är det mycket viktigt att granska de data som samlas in, speciellt i början av mätperioden. Det gäller att dels verifiera att byggnaden verkligen fungerar som avsett, dels säkerställa att mätvärden registreras på avsett vis. Om mätresultatet avviker från de värden man förväntat sig måste felen åtgärdas snarast och mätningarna startas om från början. Var alltså noga med att datainsamlingen pågår med system som fungerar korrekt under hela den tid utvärderingen pågår.

Man ska under datainsamlingen också följa på driftsituationen och användningen av byggnaden. Syftet är att se om det finns skillnader i driftförhållanden och användning jämfört med de antaganden som gjordes under Etapp 1 och 2. Det kan exempelvis hända att verksamhetstiderna ändrats eller att en del av byggnaden står oanvänt, trots att det inte var planen från början. En sådan här uppföljande undersökning är nödvändig, för att det ska vara möjligt att förklara eventuella skillnader mellan förväntat och verkligt utfall.

11.3 Efterkontroll av lönsamheten

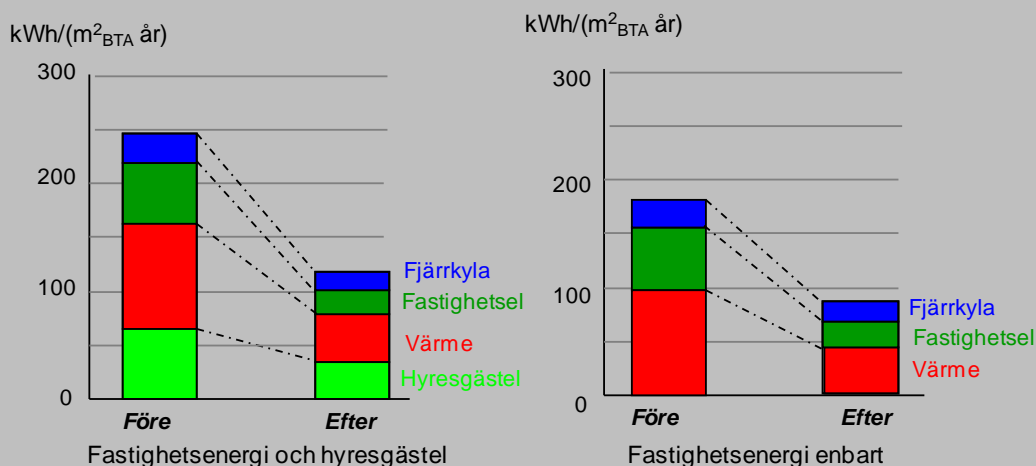
Vid en uppföljande lönsamhetskalkyl används siffrorna från den uppmätta energi-användningen och de fastställda slutliga kostnaderna för åtgärdspaketet, alltså de kostnader man tog fram i Etapp 2. Det verkliga lönsamhetsutfallet beräknas i form av en internränta för hela åtgärdspaketet. Denna ska jämföras med den internränta som beräknades i Etapp 1.

Exempel

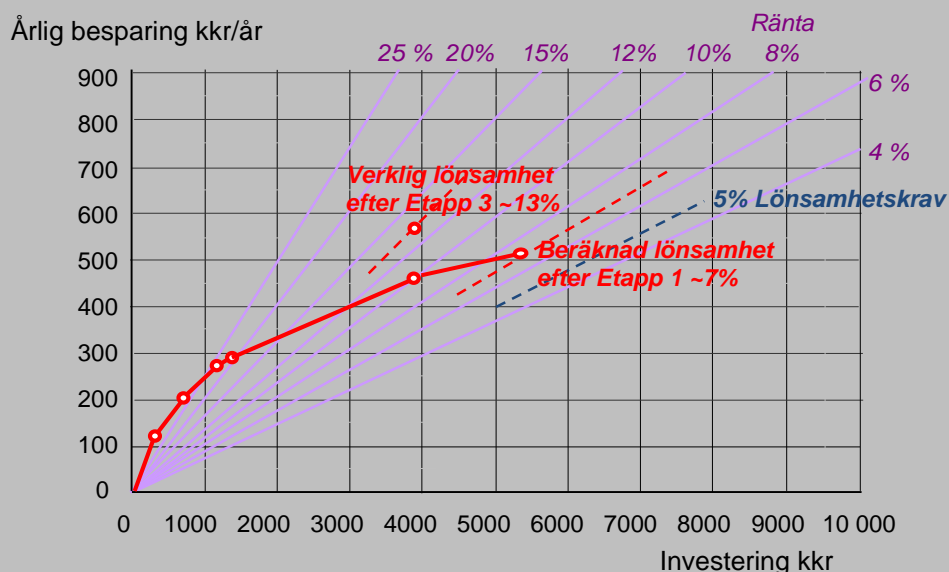
Som ett exempel visas resultatet av ett genomfört Totalprojekt. Det är en kontorsbyggnad om 8 500 m²_{BTA}, där Totalprojektet genomförts i dess helhet, d.v.s. man har bildat ett åtgärdspaket, genomfört det i byggnaden och därefter följt upp energianvändningen under ett år.

Stapeldiagrammet i Figur 11.1 sammanfattar den uppmätta specifika energianvändningen före och efter åtgärder. Energibehovet för fastighetens drift minskade från 180 kWh/(m²·år) till 80 kWh/(m²·år). Åtgärdspaketet har således lett till mer än en halvering av byggnadens energibehov. Energikostnader för hela byggnaden minskade med ca 580 000 kronor per år.

Diagrammet i figur 11.2 visar dels den i Etapp 1 beräknade lönsamheten, dels vad det sedan verkligen blev. Den i Etapp 1 beräknade lönsamheten för paketet var 7 %. Beställarens lönsamhetskrav var 7 % med bedömningen att den framtida relativa energiprishöjningen blir 2 %. Gränsen för investeringen blev således 7 - 2 = 5 %. Med den verkliga ombyggnadskostnaden och den uppmätta besparingen blev den ca 13 %.



Figur 11.1 Uppmätt energianvändning efter genomföring åtgärdspaket. Diagrammen vänster visar resultatet med hyresgäst och höger bild visar resultatet utan hyresgäst.



Figur 11.2 Lönsamheten enligt energi och kostnadsberäkningarna i Etapp 1 och den verkliga lönsamheten efter genomförd entreprenad och ett års mätning av energibehovet efter åtgärder.

Man kan se i exemplet att besparingen blev som beräknat, medan kostnaderna blev lägre. Detta berodde dels på att ombyggnaden skedde under en konjunkturedgång 2005, vilket bidrog till ett bra entreprenadpris, dels på säkerhetsmarginaler kostnads-kalkylen.

Det finns anledning att särskilt peka på den goda överensstämmelsen mellan beräknat och verkligt energifall. Här är tillämpning av den i avsnitt 6 beskrivna beräkningsmetodiken avgörande. Med denna metodik blir beräkningsresultaten tillförlitliga. Generellt sett kan energiberäkningars resultat hamna rätt långt från verkligheten. En mycket stark rekommendation är att konsulten som medverkar i Etapp 1 verkligen följer tillvägagångssättet i avsnitt 6.

Om man finner avvikelser mellan det förväntade och det verkliga lönsamhetsutfallet, måste man klarlägga orsaken. Följande bör analyseras:

- Fungerar byggnaden och de tekniska systemen som avsett? Var mycket noggrann med att kontrollera funktionen, och vid behov rätta till eventuella fel.
- Har driftsituationen och användningen av fastigheten ändrats jämfört med informationen som användes i Etapp 1?
- Skiljer verkliga kostnader mycket från det beräknade i Etapp 1? Vad kan detta bero på?
- Finns det något annat som kan ha påverkat uppskattade energibesparingarna, t.ex. om vid renoveringen genomfördes även sådant som inte är kopplat till Totalprojektet, till exempel en allmän upprustning av fastigheten? Väljer man den senare varianten är det viktigt att man skiljer på de kostnader som är kopplade till det energibesparande åtgärds paketet och de kostnader som hör till upprustningsprojektet.

BILAGA 1**Tre exempel på projekt enligt Belok Totalmetodik****1) Pennfäktaren, Vasagatan Stockholm**

Byggd 1975; helt ombyggd 2008-2010

Kontor, restauranger. A_{temp} 12 600 m²

Totalprojekt genomfördes i samband med ombyggnaden.

Före



Efter



Energimätningar genomfördes under september 2011 – augusti 2012. Den verkliga internräntan för åtgärds paketet ligger på ca 15 %.

Energianvändning	Mätt 2006 före åtgärder	Mätt 2011-2012 efter åtgärder
Värme [kWh/m ² A _{temp}]	122	69,0
Fastighetsel [kWh/m ² A _{temp}]	55	36
Kyla [kWh/m ² A _{temp}]	110	19

2) Getholmen, Skärholmen Stockholm

Byggd 1975

Kontor, A_{temp} 7 600 m²

Totalprojekt genomfördes 2007-2010



Energimätningar genomfördes under mars 2009 - februari 2010. Den verkliga internräntan för åtgärds paketet ligger på 13 %.

Energianvändning	Mätt 2006 före åtgärder	Mätt 2009-2010 efter åtgärder
Värme [kWh/m ² A _{temp}]	105	54
Fastighetsel [kWh/m ² A _{temp}]	72	23
Kyla [kWh/m ² A _{temp}]	23	9
Hyresgästel [kWh/m ² A _{temp}]	66	40*

*) En del av kontoren var inte uthyrda hela tiden. Detta ledde till en minskad användning av hyresgästel, men ökat värmebehov. Vid full beläggning blir hyresgästel större, men värmebehovet lägre.

3) Hägern mindre 7, Drottninggatan Stockholm

Byggt 1970, ombyggd 2001

Kontor och butiker. A_{temp} 17 200 m²

Totalprojekt genomfördes 2010-2011



Energimätningar genomfördes under januari-december 2012. Den verkliga internräntan för åtgärds paketet ligger på 12 %.

Energianvändning	Mätt 2006 före åtgärder	Mätt 2012 efter åtgärder
Värme [kWh/m ² A _{temp}]	131	56
Fastighetsel [kWh/m ² A _{temp}]	50	25
Kyla [kWh/m ² A _{temp}]	16	18

BILAGA 2
Tabell 1 Annuitetsfaktor $P(r,n)$

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

Annuitetsfaktor $P(r,n)$

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

Tabell 2 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

Tabell 3 Nuvärdesfaktor enstaka utfall $i(r,n)$

$$i(r,n) = \frac{1}{(1+r)^n}$$

Nuvärdesfaktor för ett enstaka belopp $i(r,n)$

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

BILAGA 3**Exempel på rekommenderade ekonomiska livslängder för olika åtgärder****Tabell A.1**

Rekommenderade ekonomiska livslängder för energibesparingsåtgärder enligt olika källor

Åtgärd	Ekonomisk livslängd [år]		
	Referensprojekt [1]	CEN 15459 [2]	2006/32/EC [3]
Fasadisolering	40	-	25 – 30
Takisolering	40	-	25
Grundisolering	40	-	25
FTX	20	15 – 20	17 – 20
Energieffektiva fönster	40	-	30
Behovsstyrd ventilation	15	15	15
Individuell tappvarmvattenmätning	15	10 ⁵	-
Solvärme	20	15 – 25	20
Solceller	20	-	23
Tätare klimatskal	40	-	5
Frånluftsvärmepump	15	15 – 20	15
Bättre styrning värme	15	15 – 25	10
Byte av tappvarmvattenarmatur	15	-	15
Energieffektiv belysning	15	-	10 – 15
Fastighetselåtgärder (belysning och SFP)	15	-	-

[1] Livslängder baserat på Beloks referensprojekt och erfarenhetsvärden.

[2] Svensk Standard SS-EN 15459:2007 “Energy performance of buildings - Economic evaluation procedure for energy systems in buildings”

[3] European Commission. “Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services”

⁵ Gäller mätare

BILAGA 4

Checklistor för Upphandlingsunderlag – Totalprojekt Etapp 1

Exempel på uppgifter om fastigheten som konsulten kommer att behöva

- Fastighetsbeteckning; adress; areor, byggår (nybyggnad och ev. om-/tillbyggnad); typ av verksamhet.
- Energianvändning MWh/år, kWh/(m²·år): värme, ev. fjärrkyla, fastighetsel, verksamhetsel.
- Luftbehandling, antal och typ av aggregat, drifttider, typ av värmeåtervinning och uppgifter om temperaturverkningsgrad, flödesreglering, temperaturstyrning.
- Typ av komfortkyla, t.ex. försörjning: egen kylmaskin, fjärrkyla; i huset: luftburen, vätskeburen; typ av apparater.
- Typ av värmekälla, t.ex. fjärrvärme, biobränslepanna, värmepump.
- Beskrivning av klimatskärmen (typ och skick).
- Eventuell planerad ombyggnad/renovering – samordning?
- Kvalitet på uppgifterna, t.ex. undermätare, relationsritningar, tekniska beskrivningar.

Krav på energikonsultens resurser, kompetens och erfarenheter

- Företagets resp. konsultens personliga erfarenhet av energieffektiviseringsuppdrag i lokalbyggnader som liknar det aktuella objektet. *Dela helst upp redovisningen i uppdrag om energideklarationer resp. mer omfattande energieffektivisering.*
- Konsultföretagets resp. konsultens resurser och kompetens vad gäller energiberäkningar. *Här bör redovisas både vilka validerade beräkningsprogram man arbetar med samt vilken erfarenhet man har av energiberäkningar av det slag som krävs i Totalprojekt.*
- Företagets resp. konsultens personella resurser, kompetens och erfarenheter att kostnadsberäkna resp. lönsamhetsberäkna energibesparande åtgärder.
- Företagets resp. konsultens erfarenhet av uppdrag enligt Totalmetodiken. *Här finns inte många företag som har sådan erfarenhet men den är meriterande. Belok kommer under 2013 börja att genomföra utbildningar i Totalmetodiken. Konsulter som genomgått utbildningen bör väljas i första hand.*

Krav på konsultens ansvar och uppgifter

Uppdraget omfattar punkterna nedan:

- Energibesiktning

Skall genomföras noggrant och omfatta såväl byggnadens klimatskal som samtliga installationer (ev. exkl. hyresgästrelaterade installationer). Besiktningen skall dokumenteras med checklistor, anteckningar, fotografier, ev. mätningar etc. Konsulten avgör normalt själv behovet av mätningar.

- Ta fram åtgärdsförslag

Konsulten tar fram samtliga tekniskt och praktiskt möjliga åtgärder som avsevärt kan minska energianvändningen. Ingen ekonomisk värdering görs initialt.

- Kostnads- och energibesparingsberäkningar

Varje åtgärdsförslag kostnads- och energiberäknas separat. Varje beräkning skall dokumenteras med förutsättningar, antaganden, ursprung för indata, beräkningsmetod och resultat.

- Ta fram åtgärds paket

Konsulten skapar åtgärds paket enligt Belok Totalprojektmetodik. Åtgärds paket skapas med hjälp av successiva energiberäkningar av hela byggnaden tillsammans med Beloks beräkningshjälpmedel *Totalverktyget*. Framtagandet dokumenteras noggrant.

- Leverera rapport av Etapp 1 i Beloks Totalmetodik.

Rapporten skall innehålla en sammanfattning av projektet och dokumentation dels av varje enskilt åtgärds förslag för sig i paketet, dels sammanställning av hela åtgärds paketet i siffror och diagram.

BILAGA 5

Mall för uppgifter i konsultuppdraget

Konsultens uppgifter i () Totalprojekt ()

I konsultuppdraget ingår följande:

1. Sammanställning av tekniska och allmänna basdata för byggnaden: byggnadens form, verksamhet, klimatkrav, klimatsystem, styrsystem, dimensionerande flöden, effekter etc.
2. Redovisning av minst ett års, men helst tre års uppgifter om användning av el, värme och eventuell fjärrkyla för den befintliga byggnaden. Det skall om möjligt vara på månadsbasis eller tätare.
3. Identifiering av tekniskt och praktiskt möjliga åtgärder för energibesparing genom en ingående genomgång och besiktning av byggnaden och dess tekniska installationer. ***Det är inte endast de enskilt lönsamma åtgärderna som skall identifieras utan allt som kan ha en rimlig inverkan på energianvändningen.*** Tyngdpunkten bör ligga på installationerna, då det är erfarenhetsmässigt där som de påtagliga sparmöjligheterna finns. Åtgärder i/på klimatskalet skall dock även beaktas, t.ex. tätning av fönster och ytterdörrar, byte av fönster, byte av ytterdörrar, tilläggsisolering av vindar. I första hand skall åtgärder som minskar energianvändningen i byggnaden prioriteras. I andra hand kan åtgärder som avser energi/värmetillförsel beaktas, t.ex. konvertering till biobränslepanna eller värmepump.
4. Kalkylering av kostnaden för de identifierade åtgärderna var för sig.
5. Beräkning av de olika åtgärdernas energipåverkan var för sig och samverkan av åtgärder på energianvändning.
6. Framtagande av ett åtgärdspaket enligt Totalprojektmetodiken.
7. Medverkan i () antal möten med beställaren.

BILAGA 6

Checklistor för insamling av information i Totalmetodikens Etapp 1

Byggnadsinformation

- Fastighetsbeteckning, adress.
- Byggår (nybyggnad och ev. om- /tillbyggnad).
- Areor: BTA, BRA, Atemp. Använd de areabegrepp som är tillämpliga för byggnaden.
- Ritningar; plan-, sektion-, fasad- och översiktsritningar. Minst A-ritningar men helst även K-ritningar. Ritningarna skall helst vara i form av relationshandlingar. Är de inte det måste fastighetsägaren ange detta.
- Beskrivningar; finns byggbeskrivningar, också i form av relationshandling, är det bra. Är de inte relationshandling måste fastighetsägaren ange detta.
- Befintliga underhållsplaner.
- Genomförda byggnadstekniska åtgärder eller renoveringar, minst senaste 5- 10 åren.

Information om verksamheten

- Beskrivning av verksamheten, t.ex. kontor, affär, verkstad, skola, etc.
- Antal personer i byggnaden, t.ex. antal arbetsplatser i kontor, antal klasser och elever i skolan, antal besökare i museum eller butik, etc.
- närvaro-/arbetstider.
- Användning av rum och olika delar av byggnaden.

Inomhusklimat

- Krav på luftkvalitet: hygienflöde, CO₂-halter, etc.
- Krav på termiskt klimat: rumstemperatur, lufthastigheter, relativ fuktighet i speciella lokaler, etc.
- Krav på ljus: belysningsstyrka.
- Krav på ljud: buller från installationer, dB(A), dB(C), etc.
- Finns det en kravspecifikation för inneklimate i hyreskontraktet? Används den?
- Finns kravspecifikation i rumsfunktionsprogram eller annan handling kopplad till byggnaden?
- Finns kravspecifikation för nyproduktion? Är den tillämpbar?

- Uppfylls inneklimatkraven i byggnaden idag?
- Har några inneklimatbedömningar gjorts tidigare?

Installationsinformation

- Information om system, systemdelar och komponenter. Ritningar över ventilation, värme, kyla och el. I första hand princip- och översiktritningar, vid behov även plan- och sektioneritningar. Beträffande el behövs ritningar där det framgår belysningsbeteckning med antal armaturer och förklaring av belysningsbeteckning. Ritningarna skall helst vara i form av relationshandlingar. Är de inte det måste fastighetsägaren ange detta.
- Beskrivningar av VVS-systemen, El och Styr. Är de inte relationshandling måste fastighetsägaren ange detta.
- Information om övriga el krävande installationer, t.ex. maskiner, hissar.
- OVK – protokoll.
- Drift- och underhållsinstruktioner.
- Tillgång till driftdator för att kontrollera styrparametrar och drifttider för alla system. Finns det loggad information om utvalda parametrar i värme, ventilation och kylsystem som kan vara viktiga för utredningen?
- Ev. tidigare energitutredningar, t.ex. Energideklaration eller annan typ av utredning/analys.
- Genomförda installationstekniska åtgärder eller renoveringar, minst senaste 5-10 åren. Prata med driftspersonalen om ändringar som har gjorts och om det finns oklarheter i befintlig dokumentation, t.ex. ritningarna stämmer inte.

Energistatistik

Kontrollera att uppgifterna gäller just den byggnad som skall besiktigas. Ibland kan mätarens geografiska mätområde vara annat än byggnadens område.

- Värmeanvändning MWh/år eller kWh/(m²·år).
- Elanvändning MWh/år eller kWh/(m²·år), elanvändningen delas upp i fastighetsel respektive verksamhetsel.
- Ev. fjärrkylanvändning MWh/år eller kWh/(m²·år).
- Uppgifterna bör allra helst komma från energistatistik, i andra hand från fakturor.
- Statistik från minst senaste året men helst flera år bakåt.
- Finns undermätare skall mätvärden från dessa också redovisas. Klargör tydligt de olika mätarnas mätområde, t.ex. en eller flera byggnader av fastigheten, verksamhetsel, fastighetsel, etc.

Kalkylförutsättningar

- Energipriser, bränslepriser, effektavgifter.
- Kalkylränta för energieffektiviserande åtgärder.
- Vilken framtida energiprisändring utöver inflationen (% per år) som skall antas?
- Kalkylperioder för byggnadstekniska respektive installationstekniska åtgärder.
- Vilka kostnader skall med utöver åtgärds-kostnader, som exempelvis projekteringskostnader och byggherrekostnader?

BILAGA 7

Underlag för frågor till driftstekniker och förvaltare

- Beskrivning av tekniska system och hur de systemen fungerar idag?
- Vad är byggnadens historia?
- Vilka byggnadstekniska och installationstekniska åtgärder har genomförts under den senaste tioårsperioden?
- Vilka tidigare investeringar har gjorts?
- Finns det några klagomål från hyresgäster? Varför, vilka åtgärder genomfördes?
- Har driftstekniker och förvaltare egna förslag till energiåtgärder?
- Planerade åtgärder/reoveringar?
- Hur ser verksamheten ut, uppfylls verksamhetens behov?

Underlag för frågor till verksamhetsansvarig/hyresgäst

- Hur används rummen?
- Antal personer som vistas i lokalerna? Hur många rum bedöms användas samtidigt? Användningstider (inkl. semestertider)?
- Hur upplevs inneklimatet?
- Några bekymmer som kan kopplas till huset och husets drift?
- Bedömning av status av byggnaden. Har ni förslag till åtgärder?
- Maskiner och utrustning som används av verksamheten (antal, typ, användningstider, etc.)?

BILAGA 8

Checklistor för vanliga åtgärderna på byggnadstekniska system och installationer

Checklistan används för att undersöka om det finns potential för effektivisering av byggnadstekniska system och installationer i byggnaden. Checklistan ger både kontrollfrågor och möjliga åtgärdsförslag. Listan är inte komplett och visar bara ett urval vanliga problemställningar och möjliga åtgärder som kan förekomma i lokalbyggnader. Möjligheterna till åtgärder på byggnadens klimatskal är normalt rätt begränsade i lokalbyggnader, speciellt i byggnader med stora interna värmelaster. Exempelvis tilläggsisolering och byte av fönster till mer energieffektiva kan dock bli aktuellt, speciellt om fasaden behöver renoveras och fönstren behöver bytas av underhållsskäl.

Notera: Oavsett vilken åtgärd som görs måste man alltid tänka på byggnaden som helhet och att åtgärder kan ha stor påverkan på varandra och på byggnadens olika tekniska system.

Byggnadens klimatskal

- Hur ser entrédörrar ut? Typ? Isolering? Finns det portar som ej går att stänga helt?
 - Överväg tillägg av automatiska dörrstängare.
 - Överväg tätning av otätheter.
 - Överväg byte till energieffektivare portar.
 - Överväg ändring av dörrar, som många passerar, till någon form av sluss som minskar inströmningen av uteluft.
- Hur ser värmeisolering ut på vind?
 - Överväg tilläggsisolering.
- Hur ser värmeisolering ut på källarvägg, fasad?
 - Överväg tilläggsisolering.
- Hur ser fönstren ut? Typ? Isolering?
 - Överväg tätning av fönster.
 - Sätt in en tilläggsruta i befintlig fönsterbåge (sällan motiverbar ur energisynpunkt enbart, men kan vara motiverad för förbättrat inneklimat; då skall klimatnyttan avräknas från energisparkostnaden).
 - Överväg byte till energieffektivare fönster (sällan motiverbar ur energisynpunkt enbart, men kan vara motiverad för förbättrat inneklimat; då skall klimatnyttan avräknas från energisparkostnaden).

System för värmning

Värmebehovet

- Finns det möjligheter att minska värmebehovet?
 - Justera rumstemperaturer under värmeperioden.
 - Justera tilluftstemperaturer.
 - Undvika samtidig uppvärmning och komfortkyla i samma rum.
 - Effektivisera klimatskalet: tätning av otätheter, förbättring av U-värden.
 - Effektivisera ventilationssystem: förbättra värmeåtervinning.
 - Effektivisera varmvattensystemet.

Värmedistribution

- Hur fungerar rumsapparater? Finns det radiatortermostater? Fungerar termostater?
I lokaler måste en kontroll av värmesystemets funktion normalt ske utom arbetstid. Under arbetstid är det normalt värmeöverskott i många rum, vilket innebär att radiatorernas termostatventiler är stängda.
 - Installera/byta termostater.
 - Förbättra funktionen hos rumsapparater.
- När injusterades värmesystemet senast? Finns det problem med ojämn temperaturfördelning i byggnaden? Problem med varma/kalla rum vintertid?
 - Injustera värmesystem. *Notera: Injustering av värmesystem behövs även om övriga åtgärder som påverkar värmebehovet genomförs!*
 - Justera reglerkurvan.
- Hur styrs pumpar? Motsvarar pumpens storlek behovet?
 - Byt äldre småpumpar med normalt usel verkningsgrad till nya energieffektiva pumpar.
 - Byt till frekvensstyrda pumpar förutsatt att detta skulle effektivisera värmesystemet.
 - Justera styrningen av pumpar (driftstider).
- Vad är framledningstemperaturerna i olika shuntgrupper?
 - Justera reglerkurvan.
 - Justera in vattenflödena i systemen om de skulle vara mycket fel. Har man fungerande termostatventiler kan dessa normalt bemästra rimliga injusteringsfel.
- Är värmerör isolerade? Hur ser isoleringen ut?
 - Förbättra rörisoleringen.
- Finns det markvärme? Hur styrs den? Behövs markvärmerna, finns det isproblem i samband med snö?
 - Justera/ändra styrningen av markvärme.

Värmeproduktion

- Hur är produktionsenhetens status och skick? Hur stora är värmeförlusterna i systemet?
 - Byt ut enheten till effektivare alternativ.
 - Konvertera till mer miljövänligt energislag om en äldre panna ändå behöver bytas.

Tappvarmvattensystem

- Hur ser vattenarmaturerna ut?
 - Installera vattensparande blandarmunstycken eller moderna tappvattenarmaturer. Moderna armaturer är mycket tätare och vattenanvändningen blir avsevärt lägre vilket kan ge besparingar både på vatten- och värmesidan.
- Är rören isolerade? Hur ser isoleringen ut?
 - Förbättra rörisoleringen för tappvarmvattenledningar.
- Kontrollera funktion av VVC-pumpen.
 - Byt till energieffektivare cirkulationspumpar i VVC-systemet.

System för komfortkyla

Kylbehovet

- Finns det möjligheter att minska behovet av komfortkyla?
 - Minska intern värmegenerering, exempelvis genom ny allmänbelysning.
 - Öka rumstemperaturen under kylperioden.
 - Montera utvändig solavskärmning.
 - Installera solskyddsfilm på fönster.
 - Utnyttja nattkyla och frikyla.
 - Eliminera samtidig värmning och kylning i samma rum, säkerställ att radiatorer och andra värmeelementer är avslagna då det krävs kyla.
 - Justera tilluftstemperaturer. Se vidare under ”System för ventilation”.

Komfortkyla: distribution (flöde, pumpar, injustering, rörisolering)

- Hur styrs pumpar? Motsvarar pumpens storlek behovet?
 - Justera eller byt storlek på pump. Gamla småpumpar med dålig verkningsgrad och lång drifttid bör alltid bytas.
 - Frekvensstyrning av pump, om det skulle förbättra systemets funktion.
- När injusterades kylsystemet senast?
 - Injustera kyldistributionen.
- Är köldbärarrören tillräckligt väl isolerade? Hur ser isoleringen ut?
 - Förbättra rörisoleringen.

Komfortkyla produktion

- Hur är produktionsenhetens status och skick?
 - Byt ut enheten till effektivare alternativ.
 - Anpassa maskinens drifttemperatur och drifttid efter behovet.
 - Kontrollera värmeöverförande ytors status och rengör vid behov.
- Kan kondensorvärme för förvärmning av varmvatten utnyttjas?
- Kan frikyla utnyttjas? Detta gäller vid vattenburna kylsystem med kylbafflar och liknande. *Kan kräva rätt omfattande extrainstallationer om kylsystemet inte är förberett för detta.*

System för ventilation

Ventilationsbehovet

- Vilka ventilationsflöden tillförs på rumsnivå? Uppfyller de verksamhetens behov/krav idag? Vilka är drifttiderna?
 - Anpassa drifttider.
 - Anpassa/injustera luftflödena med hänsyn till behovet.
 - Inför behovsstyrning, vilket i praktiken innebär ombyggnad från CAV-system till VAV-system⁶
 - Natt- och helgsänkning av flödena.
- Vad är tilluftstemperaturen? Hur styrs tilluftstemperaturen? Har tilluften också kylfunktion eller värmefunktion? Behövs det?
 - Anpassa tilluftstemperaturen.

⁶ CAV till VAV är en rätt stor åtgärd, som dock kan vara klart lönsam. Om den görs rätt kan behovet av luftvärmning nästan elimineras och elbehovet för fläktar halveras. Förutsättningen är dock att lösningen är rätt.

1. Befintliga don måste bytas mot VAV-don.
2. Om flödet styrs av rumstemperaturen bör de dragfritt klara en så låg tilluftstemperatur som ca +15°C.
3. *Alla* don i systemet måste klara detta. Om det finns ett enda don i systemet som kräver högre tilluftstemperatur, blir detta bestämmande för hela systemets tilluftstemperatur, luftens kyleffekt minskar och alla övriga don ökar luftflödet för att klara rumstemperaturen. Deplacerande don kräver i praktiken uppåt +19°C tilluftstemperatur för att inte ge drag. Finns ett enda deplacerande don i ett VAV-system kommer detta att bestämma tilluftstemperaturen. Luftens kyleffekt blir ringa och alla don i rum med verksamhet öppnar fullt. Systemet kommer att i praktiken arbeta som ett CAV-system och hela vinsten med ombyggnaden försvinner.
4. VAV-donen måste utan störande buller klara ett rätt stort tryckfall, normalt upp mot 120 Pa. Vid lågt flöde blir tryckfallet i kanalsystemet litet och trycket före donen högt. Det här är viktigt för att man skall slippa installera kompletterande spjäll i systemet.
5. Frekvensstyrning av fläktar måste installeras, men det är en jämförelsevis liten kostnad.

Ventilation: distribution

- Hur skiljer sig ventilationsbehoven åt mellan olika delar av lokalerna? Tillgodoses skilda behov?
 - Injustera ventilationsflödena.
 - Sektionera och installera ev. fler aggregat för att tillgodose skilda behov.
 - Installera efterbehandlingsenhet med värme/kyla/filter/(fukt).
- Hur ser kanalsystemet ut? Finns det stora tryckfall i kanalsystemet? Finns det möjligheter att minska tryckfallen i kanalsystemet?
 - Kontrollera don och spjäll för att reducera tryckfallet.
- Behövs isolering av kanaler?
 - Isolera kanaler.

Ventilation produktion

- Vilka är driftstiderna för ventilationssystemet? Överensstämmer drifttiderna med arbetstiderna? Finns det olika driftslägen?
 - Anpassa driftstiderna
- Vad är uppskattat SFP-värde för fläktsystemet?
 - Minska trycknivån.
 - Lägg till behovsstyrning av fläktar.
 - Byta till energieffektivare fläktar.
- Finns det värmeåtervinning? Används rätt typ av återvinning? Vad är temperaturverkningsgraden? Systemtemperaturer på olika årstider? Fungerar styrningen?
 - Installera värmeåtervinning om den inte finns.
 - Byt ut till bättre typ av värmeåtervinning.
 - Förbättra styrningen.
 - Rengör värmeåtervinningsystem.
- Hur styrs värmebatterier och kylbatterier? Hur är samverkan mellan dem? Kolla pumpar och läckage från ventiler.
 - Lägg till dödband för öppning mellan kyl- och värmeventiler.
 - Rengör värmebatterier och kylbatterier.
 - Injustera vätskeflöden.
 - Åtgärda läckage från ventiler och pumpar.
- Har filtren rätt klass? Kontrollera tryckfall via filtren.
 - Byt filter.
 - Ändra bytesintervall och underhållsrutiner.

Belysning

- Är driftstiderna anpassade till arbetstider?
 - Anpassa driftstiderna efter rummets användning.
- Hur styrs belysningen i trapphus och korridorer?
 - Anpassa styrning och driftstider.
- Är ytterbelysning i drift dagtid?
 - Anpassa styrning och driftstider.
- Vad är det för typ av belysning och i vilket skick? Vad är det för armaturer och i vilket skick? Vad är den installerade belysningseffekten W/m²?
 - Byt till ett energieffektivare belysningssystem (HF-don, effektivare ljuskällor och armaturer).
- Finns det belysningsautomatik? Är den i funktion?
 - Justera belysningsautomatikens funktion och styrningen av belysning.
 - Sektionera belysning, anpassa tidskanaler.
 - Lägg till närvarostyrning.
 - Lägg till dagsljusreglering, justera dagljusstyrningen (antal lux). *Notera: se upp om det tillkommer stand-by effekter.*

Maskiner

- Vilka är driftstiderna under veckodagar och helgdagar?
 - Anpassa driftstiderna.
- Temperaturer i datorrum, TV-rum, ställvärksrum? Vilka är kraven på börvärdena?
 - Anpassa börvärdena.
- Finns det tryckluftssystem? Finns det problem med tryckluftsläckage?
 - Minska tryckluftsläckage.

System för styr och övervakning

- Installera separerad mätning av värme, el och kyla om det inte finns.
- Installera separerad mätning av värme, el och kyla av olika byggnader om det inte finns.
- Kontrollera larmfunktioner: Vad?, Hur?, Visning?, Loggning? Kan larmfunktioner förbättras?
- Hur sker rapportgenereringen, vecko-, månads- och årsrapporter? Kan rapporteringen förbättras?

- Hur ser visualisering ut, principscheman och diagramritning? Behövs förbättringar?

Stand-by effekter

- Stand-by funktioner i olika apparater kräver kanske bara ett fåtal watt var, men de är många och ofta på året runt.
 - Försök få en bild av dessa och se vad kan göras för att minska dem.
 - Ersätt gamla stand-by enheter.
- En del styrande åtgärder, t.ex. vissa avancerade belysningsstyrningar kan innehålla stand-by funktioner, som kräver mer elenergi än vad som sparas genom att installera belysningsstyrningen. Kontrollera detta innan åtgärden genomförs.

BILAGA 9

Beloks Totalverktyget – ett beräkningsprogram för lönsamhetskalkyl

Beloks *Totalverktyget* utgör en central del i Beloks Totalmetodik. Programmet används i Etapp 1, när man identifierat alla möjliga energibesparande åtgärder i en byggnad. Beloks *Totalverktyget* är ett självständigt program som installeras i Windows miljö. Datorprogrammet har utvecklats i Beloks regi och kan laddas ner från Beloks hemsida www.belok.se.

Med *Totalverktyget* räknar man fram det ekonomiska utfallet av åtgärderna, rangordnar åtgärderna ur lönsamhetssynpunkt och ritar de på ett internräntediagram. Förutsättningen är att man för varje åtgärd har beräknat dels den investering som krävs (kr), dels värdet av den energibesparing man förväntar sig (kr/år). För varje åtgärd gäller att såväl investeringen som den årliga kostnadsbesparingen måste vara beräknad med hänsyn till hur övriga åtgärder samtidigt kan påverka dessa.

Följande uppgifter används som ingångsdata:

- Investeringskostnaden för varje åtgärd, kkr eller Mkr.
- Värdet av den årliga energibesparing för värme som varje åtgärd ger, kkr/år eller kWh/(m²·år).
- Värdet av den årliga energibesparing för el som varje åtgärd ger, kkr/år eller kWh/(m²·år).
- Värdet av den årliga kostnadsbesparing eller kostnadsökning för övrigt (t.ex. kyla, driftkostnader) som varje åtgärd ger, kkr/år.
- Åtgärdens kalkyltid (år).
- Värmepris, kr/kWh.
- Elpris, kr/kWh.
- Byggnadens golvarea (m²).
- Värmebehov före åtgärder (kWh/(m²·år)).
- Elbehov före åtgärder (kWh/(m²·år)).
- Beställarens lönsamhetskrav (%).

Resultatet redovisas i ett internräntediagram där investering plottats mot årlig kostnadsbesparing med internränta som parameter. I diagrammet läggs samtliga åtgärder in efter stigande lönsamhet. Ju större lönsamhet en åtgärd har, desto brantare lutar åtgärdens linje i diagrammet. Längst till vänster plottas den lönsammaste åtgärden. Ju längre till höger man rör sig i diagrammet, desto lägre lönsamhet har varje tillkommande åtgärd. Linjerna lutar därför allt mindre. Det som visas är investering och årlig kostnadsbesparing för ett paket av åtgärder. Internräntan för hela åtgärdspaketet kan läsas av vid kurvans ändpunkt längst till höger eller från ingångsdatasidan.

Ingångsdatasidan i Belok Totalverkytet program.

Totalverkytet Version 3: C:\Users\marilii\Documents\CIT\1248 - Totalprojekt utbildning\Arbetsmaterial\Kursmaterial\Kurskompendium\Manuskript\slutvariant\diagram...

Arkiv Indata Åtgärdspektdiagram Före/Efter diagram Kopiera Skriv ut English Om totalverkytet

Nr	Åtgärd	Brukstid [År]	Investering [kkr]	Årlig värmebesparing [kkr]	Årlig elbesparing [kkr]	Årlig övrig besparing [kkr]	Total Besparing [kkr]	Individuell internränta [%]	Paket internränta (nuvärde) [%]	Ta bort	
4	Ny fastighetsbelysning	15	350	0	139	163	138,60	39,33	39,33	<input type="checkbox"/>	
5	Reducerad baslast värme	15	350	72,8	130	0	72,80	19,33	29,58	<input type="checkbox"/>	
2	Förbättrad takisolering	40	400	76,2	136	0	71,60	17,88	25,04	<input type="checkbox"/>	
6	Nattkyla	15	75,0	1,20	2,14	0	10,00	10,25	24,20	<input type="checkbox"/>	
3	Nytt ventilationssystem	15	2700	118	211	60,4	196,30	1,10	9,89	<input type="checkbox"/>	
1	Nya fönster	40	1200	32,4	57,9	0	30,60	0,10	7,23	<input type="checkbox"/>	
Summa			5075	301	537	199	234	20,3	520	7,23	

Sätt som indata kolumn pris / år energi / år energi / area och år

Värmepris 0,56 [kr/kWh] Värmeförbrukning före åtgärder 110 [kWh/m²år]

Elpris 0,85 [kr/kWh] Elförbrukning före åtgärder 75 [kWh/m²år]

Area 8500 [m²] Ökning av kostnader per år 0 [%]

Titel Exempel- åtgärdspektdiagram beräknat med BELOXs Totalverkytet

Antal brukstider = 2

Kurva för 15 År Kurva för 40 År

Visa lönsamhetskrav 5 % Visa sista åtgärd

Antal åtgärder 6 Sortera efter nr

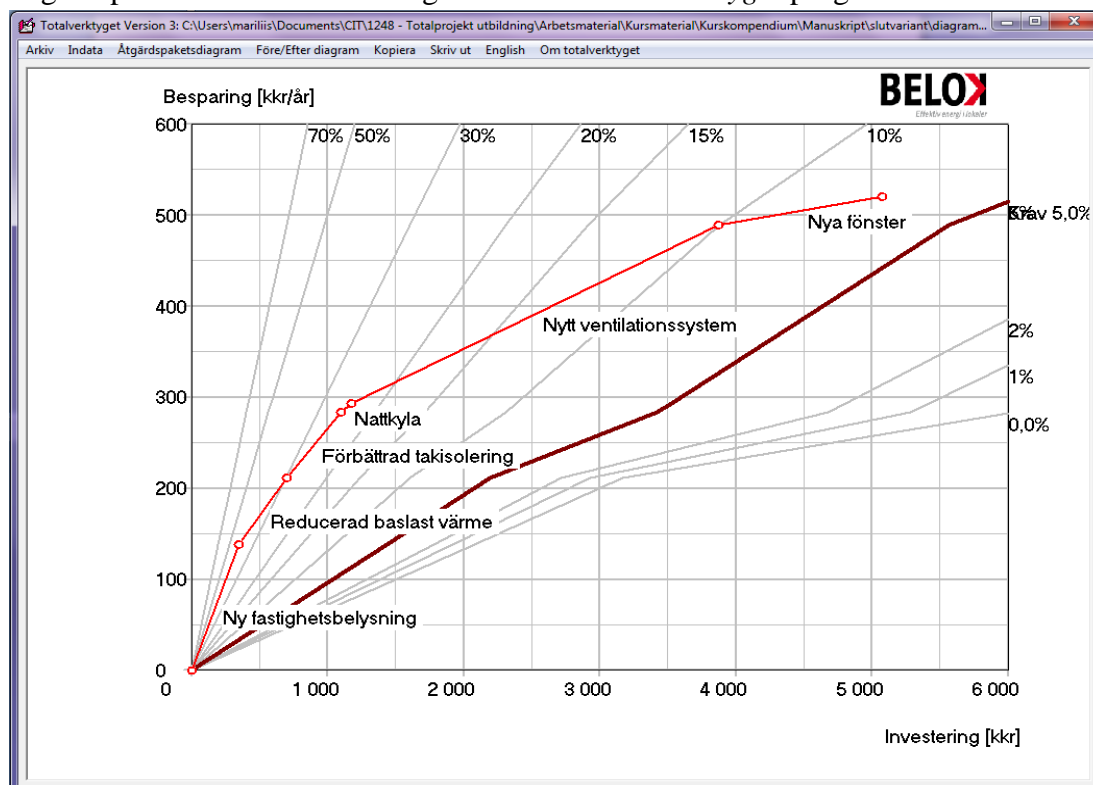
Töm alla fält

Typ av byggnad

Stor byggnad

Liten byggnad

Åtgärdspektdiagram i ett internräntediagram i Belok Totalverkytet program.



BILAGA 10

Lönsamhet vid energibesparing

Ränta

Olika räntebegrepp har definierats tidigare i avsnitt 2 i handboken ”Beloks Totalmetodik”. Nedan en sammanfattning av dessa.

- $r_n =$ Nominell ränta, den ränta som gäller vid nutidpunkten (i dag). Det kan vara den ränta som krävs vid ett banklån.
- $r =$ Real ränta, ränta som tar hänsyn till den framtida inflationen.
Real ränta \approx Nominell ränta – Framtida årlig inflation.
- $r_{korr} =$ Korrigerad real ränta, ränta som tar hänsyn till att vissa kostnader, exempelvis energikostnader, har en relativ årlig förändring, skild från genomsnittet, d.v.s. kostnadsändring skild från konsumentprisindex.
Korrigerad real ränta \approx Real ränta – Relativ årlig energikostnadsändring.
- $r_{n,k} =$ Nominell kalkylränta, nominell ränta med ett påslag som investeraren ser som nödvändigt för att en investering skall vara ekonomiskt försvarbar. Påslagets storlek bestäms av investerarens ekonomiska situation (investeringsalternativ, långsiktiga planer, lånemöjligheter, likviditet etc.)
Nominell kalkylränta \approx Nominell ränta + Investerarens påslag
- $r_k =$ Real kalkylränta, real ränta med ett påslag som investeraren ser som nödvändigt för att en investering skall vara ekonomiskt försvarbar.
Real kalkylränta \approx Real ränta + Investerarens påslag
- $r_{k,korr} =$ Real korrigerad kalkylränta, real ränta korrigerad med antagen framtida relativ energiprisändring.
Real korrigerad kalkylränta \approx Real kalkylränta – Relativ årlig energikostnadsändring.
- $r_i =$ Internränta, den ränta som investeringen verkligen ger
Internränta = Röntan då besparingens nuvärde blir lika med investeringen

Sifferexemplet nedan illustrerar sambandet mellan de olika räntebegreppen. Siffervärdena härrör sig från några genomförda totalprojekt. För andra projekt kan andra värden bli aktuella. Det är beställaren, investeraren, som bestämmer vilka värden som gäller i det enskilda fallet

Nominell ränta r_n , i det här fallet bankränta,	$r_n =$	4 %
Nominell kalkylränta med 3 % investerarpåslag	$r_{n,k} = 4 \% + 3 \% =$	7 %
Real ränta r med antagande om 2 % årlig inflation	$r = 4 \% - 2 \% =$	2 %
Real kalkylränta r_k med 3 % investerarpåslag	$r_k = 2 \% + 3 \% =$	5 %
Real korrigerad kalkylränta med 2 % framtida relativ kostnadsändring	$r_{k,korr} = 5 \% - 2 \% =$	3 %

Lönsamhetsvillkor

Meningen med en lönsamhetskalkyl är att den skall ge en tillförlitlig grund för investerarens beslut. Lönsamhetskalkyler, som tar hänsyn till investeringens livslängd ger i slutänden alla samma resultat, förutsatt att de använder samma ingångsvärden och samma kalkylränta. Olika metoder för lönsamhetsbedömning behandlas översiktligt i handbokens avsnitt 2.

I det följande ligger fokus på internräntemodellen, som används i Totalmetodiken. Här kan lönsamhetsvillkoret hanteras på två sätt

- I interräntediagram
- I korrigerat internräntediagram

I totalverktyget, beräkningsprogrammet som finns på www.belok.se, kan man välja mellan de två alternativen.

Lönsamhet i interräntediagram

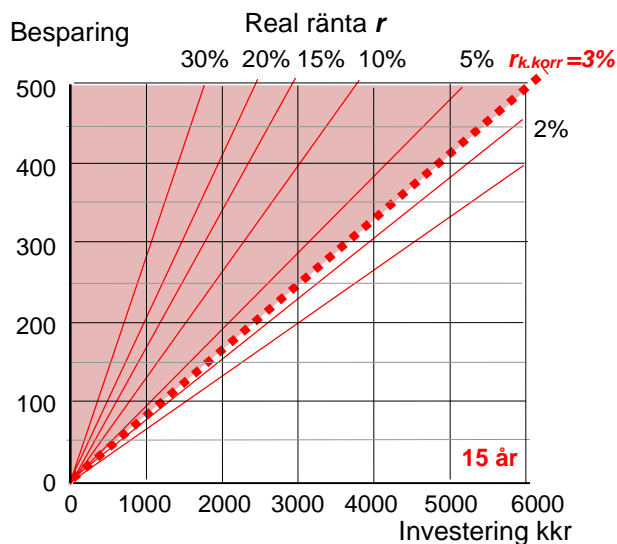
Kriteriet på lönsamhet är här att internräntan, d.v.s. räntan som representerar den faktiska avkastningen, skall vara högre än den reala korrigerade kalkylräntan

$$r_i > r_{k,korr}$$

Genom att lägga in den reala korrigerade kalkylräntan i ett internräntediagram för den aktuella kalkyltiden⁷, får man gränsen för en lönsam investering. Investeringar som ligger ovanför kalkylräntelinjen är lönsamma, investeringar under denna är inte lönsamma.

I bredvidliggande bild är den korrigerade kalkylräntan $r_{k,korr}$ 3 % = 5 % - 2 %, från exemplet på föregående sida, inlagd i ett internräntediagram. Här har antagits att investeringen skall ha kalkyltiden 15 år och att det rör sig om en investering av storleken någon miljon kr.

Med den av investeraren fastställda korrigerade kalkylräntan $r_{k,korr} = 3$ %, gäller att en investering är lönsam om den ligger ovanför 3% linjen, dvs det markerade området. En investering som hamnar under är inte lönsam.



Internräntediagrammet ovan gäller för en besparing som följer den genomsnittliga inflationen. En framtida ökning av besparingens värde på grund av att energipriserna ändras mer än inflationen, finns inte med i själva diagrammet. Lönsamhetsgränsen läggs därför in som $r_{k,korr}$, dvs i det här fallet 5 % - 2 % = 3 %. Det är så man tar hänsyn till att besparingen ökar mer än den genomsnittliga inflationen, i det här fallet med 2 % mer.

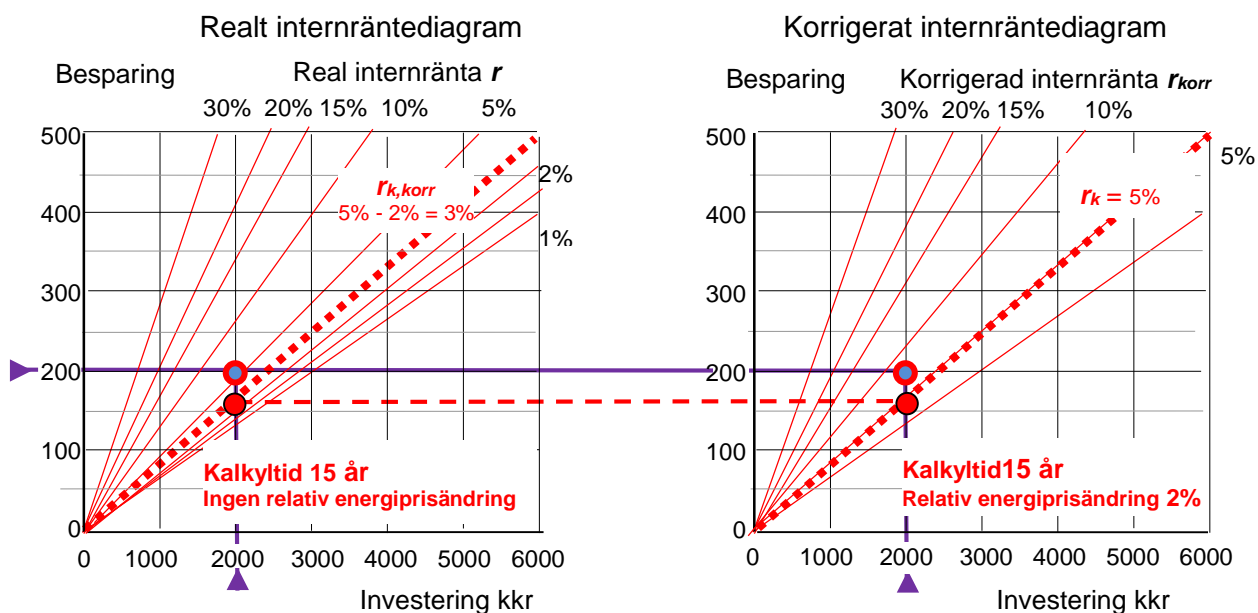
Lönsamhet i korrigerat internräntediagram

Alternativt kan det reala internräntediagrammet, r diagrammet, ändras till ett korrigerat internräntediagram, r_{korr} diagram genom att korrigera ränteskalen med den framtida relativa höjningen av energipriset. I r_{korr} diagrammet kan man i varje punkt

⁷ Se Handboken avsnitt 2.1. Kalkyltid.

direkt avläsa den korrigerade internräntan, dvs räntan som tar hänsyn till att energipriset ändras annorlunda än den genomsnittliga inflationen.

Nedan visas r diagrammet och r_{korr} diagrammet med siffrvärden från exemplet i det inledande avsnittet "Ränta" inlagda. Lönsamhetskravet $r_{k,korr} = 5 - 2\%$, är inlagd som streckad linje i r -diagrammet. I det korrigerade r_{korr} -diagrammet, är det lönsamhetskravet $r_k = 5\%$ som läggs in, eftersom den relativa energiprishöjningen 2% redan finns med i själva diagrammet.



Kassaflöde

Kapitalkostnaden kkr/år är konstant i pengar räknad över hela kalkyltiden. Den årliga besparingen däremot, a kkr/år, ökar genom inflationen w %/år. Ökningen förstärks om det som sparas, i det här fallet energin, stiger i pris, q % enheter, mer än inflationen. Tabellen visar exempel på hur besparingen ökar i löpande penningvärde för olika antaganden om w och q .

Besparingens årliga värdeökning

År	w 1% q 1%	w 2% q 2%
1	1,000	1,000
2	1,020	1,040
3	1,041	1,082
4	1,061	1,125
5	1,082	1,170
6	1,104	1,217
7	1,126	1,265
8	1,148	1,316

År	w 1% q 1%	w 2% q 2%
9	1,171	1,369
10	1,195	1,423
11	1,219	1,480
12	1,243	1,539
13	1,268	1,601
14	1,293	1,665
15	1,319	1,732
16	1,345	1,801

Om man utgår från att investeringen sker med ett banklån med räntan r_n är den årliga faktiska kapitalkostnaden b kkr/år för ett lån på B_0 kkr

$$b = P(r_n, n) \cdot B_0$$

där $P(r_n, n)$ är annuitetsfaktorn vid den nominella kalkylräntan r_n , % och kalkyltiden n år⁸.

Vi utgår från exemplet ovan, en energibesparande investering om 2 000 kkr. Finansiering med banklån med nominella räntan $r_n=4\%$ och kalkyltiden $n=15$ år. Den årliga kapitalkostnaden b blir då

$$P(4, 15) = 0,0899$$

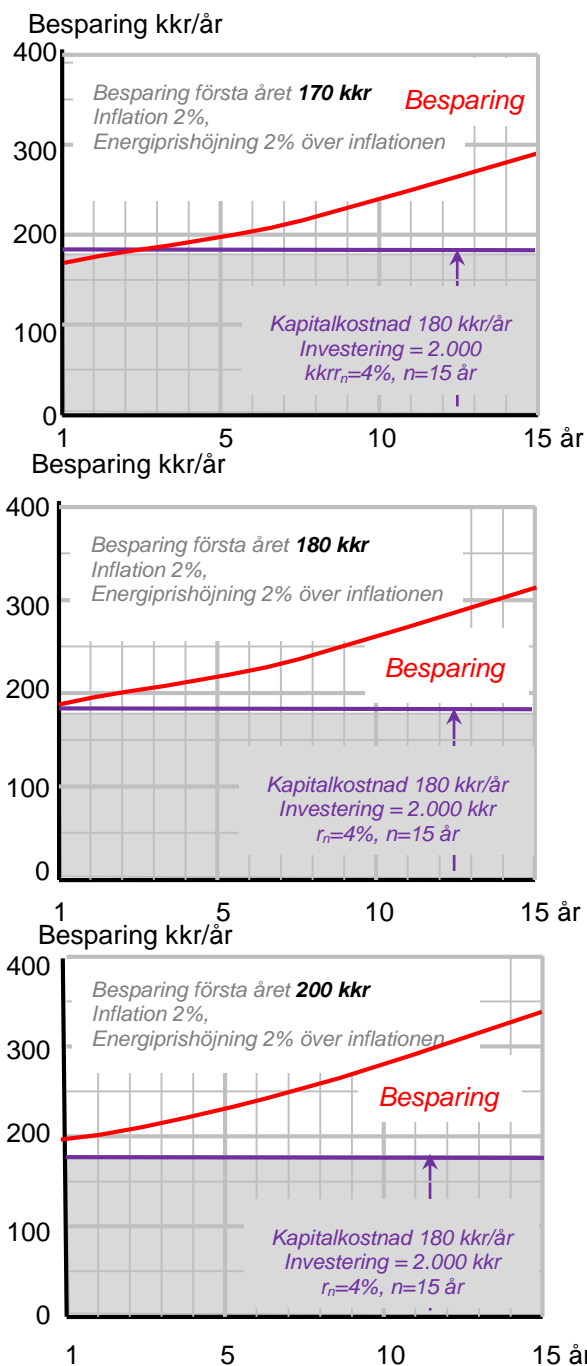
$$b = 0,0899 \cdot 2\,000 = 180 \text{ kkr/år}$$

Med en besparing på 170 kkr första året och investeringen 2 000 kkr hamnar internräntan precis på lönsamhetsgränsen $r = r_k = 3\%$. Med denna kombination av investering och besparing blir besparingen till en början lägre än kapitalkostnaden. Kassaflödet är negativt. Som den övre figuren visar blir kassaflödet positivt efter ca 2 år. Därefter blir värdet av besparingen efter hand allt större än kapitalkostnaden.

Om besparingen skulle vara 180 kkr första året, skulle den reala internräntan bli $r \approx 4\%$. Då är det jämvikt mellan kapitalkostnad och besparing redan första året. Kassaflödet blir då positivt under hela kalkyltiden, som den mellersta figuren visar.

En besparing på 200 kkr/år första året, innebär ca 6 % internränta. Kassaflödet med investeringen 2 000 kkr, besparingen första året 200 kkr/år och kalkyltiden 15 år visas i den nedersta figuren.

I Totalprojekt blir åtgärdspaketets totala lönsamhet i praktiken högre än lönsamhetskravet. Ett paket av möjliga åtgärder hamnar i praktiken sällan precis på lönsamhetsgränsen utan en bit högre. Det beror på att om en ytterligare en identifierad åtgärd togs med skulle lönsamhetsgränsen passeras. I de genomförda och uppföljda Totalprojekten har den reala internräntan legat på 10 % och högre.



⁸ Se Bilaga 2.