

# Rapport

## Kostnadsjämförelser av åtta väggtyper



Datum:  
2008-08-11

Upprättad av:  
Anna Barosen, White

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	<b>INLEDNING</b>	<b>3</b>
2.	<b>AVGRÄNSNINGAR OCH FÖRUTSÄTTNINGAR</b>	<b>3</b>
3.	<b>LIVSLÄNGD</b>	<b>4</b>
4.	<b>VÄGGTYPER</b>	<b>5</b>
	Vägg 1A. Tegel – isolering – tegel	5
	Vägg 1B. Tegel – isolering – tegel	6
	Vägg 2. Trästomme - utvändigt fasadtegel	6
	Vägg 3. Sandwichelement - utvändigt fasadtegel	6
	Vägg 4. Betongstomme – utvändigt fasadtegel	7
	Vägg 5A & 5B. Trästomme – utvändig lockpanel	7
	Vägg 6. Trästomme – utvändiga skivor typ Steni	8
	Vägg 7. Trästomme – fasadputs utan luftspalt	8
	Vägg 8. Murad lättbetongvägg – fasadputs	8
5.	<b>LIVSCYKELKOSTNAD</b>	<b>9</b>
6.	<b>RESULTAT</b>	<b>13</b>
7.	<b>SLUTSATS</b>	<b>17</b>

- Bilaga 1. Nuvärdesberäkning 10 år
- Bilaga 2. Nuvärdesberäkning 25 år
- Bilaga 3. Nuvärdesberäkning 50 år
- Bilaga 4. Nuvärdesberäkning 75 år
- Bilaga 5. Nuvärdesberäkning 100 år

## 1. INLEDNING

Byggbranschen i Sverige idag anses ofta vara konservativ. Konventionella lösningar prioriteras eftersom man tidigare har använt sig av dessa lösningar och det är enkelt att bygga vidare som man gjort tidigare. En minst lika viktig beslutsfaktor vid uppförandet av en byggnad är ekonomi. De initiala kostnaderna är en stor och tung post som i många fall ses som den avgörande vid val av konstruktion och material. Vad som är viktigt att ha i beaktande är dock att kontinuerliga eller sporadiska underhållskostnader kan komma att påverka byggnadens livscykelkostnad betydligt.

Livscykelkostnadsberäkning är ett verktyg som kan användas för att bestämma ett värde på byggnaden som både tar hänsyn till investering och underhåll. Dessvärre gör många byggherrar och entreprenörer endast kortsiktiga ekonomiska bedömningar då de har för avsikt att sälja av sitt bestånd kort efter färdigställande vilket kan missgynna kvalitet och långsiktighet. Det finns mycket som tyder på att vi långsamt är på väg in i en ny tid. Miljö- och hållbarhetsfrågor står i fokus och även byggbranschen kommer förhoppningsvis inom kort inse att långsiktiga lösningar har ett allt större värde. Hållbara byggnader blir en självklarhet för att uppnå den kvalitet och miljö som efterfrågas. Ekonomi, ekologi och sociala aspekter kommer att vägas tungt i denna nya tid.

Denna utredning är utförd på uppdrag av Tegelinformation och syftar till att bedöma livscykelkostnader för olika vanligt förekommande fasadkonstruktioner. Ett antal faktorer spelar in vid beslutstagandet av hur en fasad ska komma att se ut och fungera. De viktigaste aktörerna vid valet av fasad är arkitekter och byggherrar. Med hänsyn till ett av de starkaste argument som byggherrar traditionellt har mot tegelanvändningen, investeringskostnaden, har tegelinformation velat belysa livscykelns betydelse i kostnadsbedömningen. I många fall anses tegel som ett alltför dyrt fasadmateriäl som tar tid att få på plats. För att påvisa hur relationerna mellan olika väggtyper ekonomiskt skiljer sig åt under en byggnads livstid har kostnadsjämförelser tagits fram för 10, 25, 50, 75 och 100 år. Dessa är baserade på investerings- och underhållskostnader och omräknade till jämförbara värden med hjälp av en ekonomisk beräkningsmetod som heter nuvärdesmetoden. I rapporten finns åtta vanliga fasadkonstruktioner beskrivna för en kostnadsjämförelse över fasadernas livslängd.

Fasaderna är bedömda enligt svenska förhållanden, men då Tegelinformation har sin största produktion och marknad i Danmark kommer en del jämförelser mellan Sverige och Danmark att göras i rapporten (se vidare nedan).

## 2. AVGRÄNSNINGAR OCH FÖRUTSÄTTNINGAR

Som exempel för att ge ett så rimligt resultat som möjligt, antas att väggen sitter på ett flerbostadshus där byggnadsställning krävs för att komma åt att underhålla väggen. Samtliga priser nedan gäller för 1 kvm vägg.

Väggarna är jämförda utifrån att de står placerade i den södra halvan av Sverige. Såväl byggnadstradition som klimat varierar dock mellan de sydligaste delarna av Sverige och Mellansverige. Även andra aspekter är variabla. Till exempel är olika fasader olika klimat känsliga, vilket innebär att det är av stor betydelse om väggen står i inlandet eller vid kusten. Detta gör att det krävs en fördjupad diskussion för flera av väggtyperna. Det bedöms särskilt gälla de väggtyper med träfasad, där såväl ytbehandling som klimat får stor betydelse. För träfasader redovisas därför två olika underhållsscenarier (se vidare nedan).

Av olika skäl har ett antal aspekter uteslutits i samråd med beställaren. Till exempel tas inte ekonomiska hänsyn till vägg tjocklekarnas påverkan på golvarean och uthyrbar yta i en eventuell byggnad med i beräkningen, vilket inte är en helt oväsentlig aspekt (se nedan). Denna hyresintäktsminskning är inte medräknad i LCC-kalkylen eftersom uppdraget endast innefattar kostnadsutredning av väggen och inte dess indirekta påverkan. För att få en uppfattning om vägg tjocklekens påverkan på arean presenteras dock nedanstående jämförelse.

Ytterväggens mått [m]	Golvarea vid 217 mm väggjocklek, [m <sup>2</sup> ]	Golvarea vid 491 mm väggjocklek, [m <sup>2</sup> ]	Procentuell golvarea minskning, [%]
10 x 20	194	185	4,8 %
20 x 20	391	380	2,9 %
30 x 20	589	576	2,3 %
40 x 20	787	771	2,1 %

Det har heller inte tagit i beaktande om hyresgäster i potentiella byggnader ska få reducerad hyra eller liknande i samband med en fasadrenovering.

Då kostnadsjämförelsen tagits fram har inte räntekostnader under själva byggnationsfasen tagits med, då kostnaderna utgår från dagen för färdigställande.

Enn annan aspekt som uteslutits men som kan ha viss (svårberäknad) ekonomisk betydelse är att tunga väggar, dvs de väggtyper med stommar av tegel eller betong, har en termiskt lagrande effekt. Det betyder att de har förmåga att lagra värme (eller kyla) som sedan avges långsamt. Detta kan eventuellt minska behovet av tillförd energi vid de typer av byggnader där det krävs.

Inte heller rivningskostnader har beaktats i denna utredning, huvudsakligen då förhållandena mellan Sverige och Danmark skiljer sig på denna punkt. T.ex. har man i Danmark en hög andel återvinning av tegel, vilket inte är fallet i Sverige.

Ytterligare en annan aspekt som är av mycket stor livscykelbetydelse är byggnadens övriga driftskostnader, främst energikostnaden, men då denna varierar betydligt både i geografiskt hänseende och med tanke på byggnadens användning (och även beror mycket av den osäkra energiprisutvecklingen) har det aldrig varit en ambition att ta hänsyn till detta i denna studie. Genom att välja samma u-värde på väggarna minskas dock betydelsen av denna aspekt avsevärt.

### 3. LIVSLÄNGD

Benämningen livslängd kan definieras på olika sätt, till exempel som teknisk-, ekonomisk-, funktionell eller verklig beroende på sammanhang och kontext. Noggrannhet och kvalitet vid uppförandet, geografisk placering samt typ och frekvens av underhåll är några exempel på förutsättningar som kan ge olika utfall.

Vad gäller den tekniska livslängden anger de flesta materialleverantörer i Sverige ett väggmaterials livslängd till 50 år, vilket också ofta räknas som en byggnads livslängd i ekonomiska kalkyler. En utredning har dock gjorts för att få fram en mer verklig livslängd på respektive material i de olika väggtyperna. För att genom ett brett spektra få fram information om de olika materialens livslängd har följande källor undersökts.

- Samtal med leverantörer av ingående material i de olika väggtyperna, dels om angiven teknisk livslängd, men även om erfarenheter från verkliga fall.
- Intervjuer med förvaltare av byggnader med erfarenhet från olika fasadmaterial, dels i Mellansverige och dels i Sydligaste Sverige.
- Skriftlig och muntlig information från organisationer inom byggnadsvård och material.
- Byggvarudeklarationer<sup>1</sup>

Få leverantörer vågar ange längre livslängd än 50 år då den är svår att förutse. En del material är dessutom fortfarande för nya för att man ska kunna ha någon verklig erfarenhet av dem. De tre material som fått längre livstid angiven av leverantörer är tegel och betong, båda på 100 år samt Steni fasadskivor på 60 år.

<sup>1</sup> Undersökt av materialkemist och -bedömare, White arkitekter AB.

De verkliga livslängderna på hela väggsnitt finns inte dokumenterade eller kända i så stor omfattning att konkreta slutsatser kan dras. Med rätt skötsel och förutsättningar kan fasader hålla sig i gott skick mycket länge, medan det även motsatt kan stå betydligt kortare om förutsättningarna är fel. Det finns flerhundraåriga byggnader av såväl trä som tegel. Trots att materialleverantörer i stort inte kan ange längre livslängder än 50 år är LCC-beräkningar på 75 respektive 100 år utförda i denna undersökning då vi erfarenhetsmässigt vet att de flesta väggar klarar detta med rätt underhåll. Livslängder för material i olika miljöer varierar och eftersom förvaltarerfarenheter från hus över 50 år är färre än för hus under 50 år, kommer bedömningarna i det långa perspektivet inrymma ett större mått av osäkerhet.

Klimatet påverkar slitage på fasadernas och på de platser temperaturen vintertid ofta växlar mellan plus- och minusgrader finns risk att smältvatten fryser och frostsprängning eller extra starkt slitage uppkommer. Stor mängd regn i kombination med vind påverkar också, liksom även hur fasaden är behandlad. Träfasaden har bedömts vara den fasad som tydligast påverkas av klimatet, varför den har blivit uppdelad i två underhållsfrekvenser. Inte minst valet av målning bedöms vara betydelsefullt, där man i Mellansverige i hög grad använder slamfärg som Falu Rödfärg, men i sydligaste Sverige oftare använder oljefärg (se väggtyp 5A och 5B nedan).

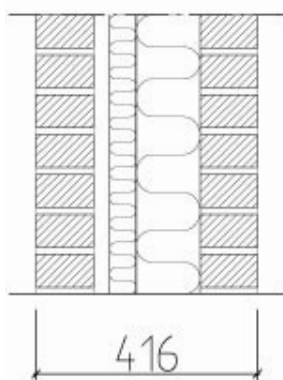
Den funktionella livslängden beror t.ex. på trender och stadsmässig utveckling. En byggnad kan ha lång teknisk livslängd kvar men beslut tas om rivning ändå. Faktorer som exploateringsgrad, samhällets utveckling eller trender kan vara anledningar till rivning oavsett fasadernas skick.

#### 4. VÄGGTYPER

De konstruktioner som valts utgör åtta av de vanligast förekommande väggtyperna i Sverige och har tagits fram enligt kalkyleringsprogrammet BidCon BYGG och ANLÄGGNING. För att få jämförbara väggar har ett U-värde på ca  $0,180 \text{ W/m}^2\text{K}$  satts som utgångspunkt och detta har avgjort väggarnas uppbyggnad och tjocklek. U-värdena är krav enligt BBR (2007) kap 9:4 på yttreväggars värmegenomgång. Nedan presenteras de åtta väggtyperna med dess innehållande materiallager beskrivna från utsidan och in.

##### VÄGG 1A. TEGEL – ISOLERING – TEGEL

Det finns byggnader av tegel som har stått i flera hundra år. I denna rapport är beräknat att tegelstenen håller under hela fasadens livslängd på 100 år. För de väggtyper med tegelfasad, väggtyp 1 - 4, är ett frostbeständigt tegel valt och man kan räkna med att fasaden kan hållas underhållsfri de första 50-60 åren. Därefter kan det finnas behov av fogförbättring eller utbyte av enstaka stenar. I denna beräkning är utbyte av 50 % av totala andelen fog beräknat att genomföras efter 50 år.<sup>2</sup> Det finns två tjocklekar av mursten, 108 mm är standardmått på tegel i Danmark och 120 mm är standard i Sverige. En stor andel tegel importeras dock från Danmark till Sverige idag. I denna undersökning är 108 mm stenen använd då moderna hus oftast eftersträvar bäst isoleringsförmåga och vill minska väggens skiktjocklek där det går.

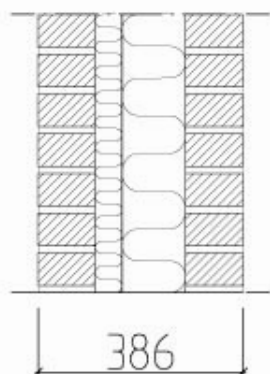


Vägg 1A och 1B
Fasadtegel, rött, frostbeständigt tegel, tj=108
Luftspalt (Vägg 1B utan luftspalt)
Isolering Skalmursskiva 0,034, tj=50 med vindskydd
Z-kramla mellan teglet
Isolering Skalmursskiva 0,034, tj=170
Murtegel, håltegel tj=108

<sup>2</sup> Uppgifter om tegel från Tegelmäster, representant från Murnings- och putsentreprenörsföreningen, fastighetsförvaltare från Midroc i Malmö, samt från erfaren förvaltare från Akademiska Hus Väst.

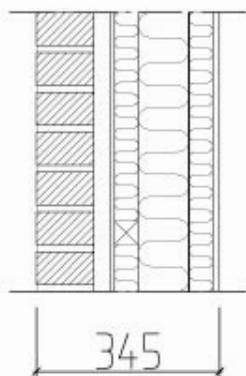
### VÄGG 1B. TEGEL – ISOLERING – TEGEL

Denna väggtyp har samma materialskikt som väggtypen ovan men är utan luftspalt. Denna typ är den vanligast förekommande tegelväggen i Danmark.



### VÄGG 2. TRÄSTOMME - UTVÄNDIGT FASADTEGEL

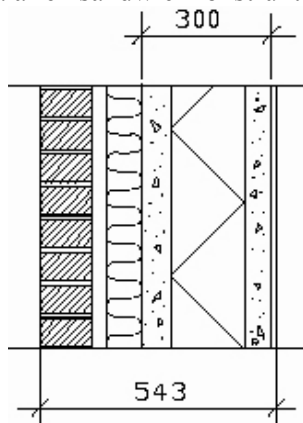
Detta är en vanligt förekommande tegelvägg med en murad fasad i tegel. För underhåll se väggtyp 1.



Vägg 2
Fasadtegel, rött, frostbeständigt tegel, tj=108
Luftspalt
Rostfri kramla
Gipsskiva Normal utv tj=9 b=1200
Spikregel 45x45, s 600
Isolering regelskiva 0,037, tj=45
Ytterväggstomme, 45x220 s 450 bärande
Isolering regelskiva 0,037, tj=220
Plastfolie 0,2 mm
Spikregel på vägg 45x45, s 600
Isolering regelskiva 0,037, tj=45
Gipsskiva Normal tj=13 b=1200

### VÄGG 3. SANDWICHELEMENT - UTVÄNDIGT FASADTEGEL

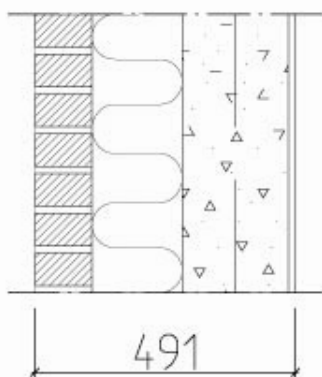
Detta är en sandwichkonstruktion med en murad fasad i tegel. För underhåll se väggtyp 1.



Vägg 3
Fasadtegel, rött, frostbeständigt tegel, tj=108
Luftspalt
Rostfri kramla
Isolering Västkustskiva 0,034 tj=80 med vindskydd
Väggelement av betong SW 70/170/60 std, ej bärande
Gipsskiva Normal tj=13 b=1200

#### VÄGG 4. BETONGSTOMME – UTVÄNDIGT FASADTEGEL

Detta är en vanligt förekommande tegelvägg med en murad fasad i tegel. För underhåll se väggtyp 1.



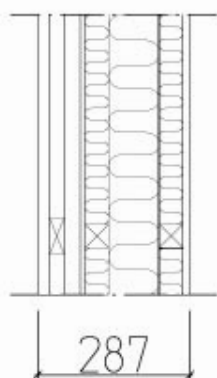
Vägg 4
Fasadtegel, rött, trådsåret, tj=108
Murkramla
Isolering Skalmursskiva 0,034, tj=170 mot betong
Kranhanterad systemväggform, formelement
Betong II C 25/30 std i vägg
Armeringsnät
Kranhanterad systemväggform, formelement
Gipsskiva Normal tj=13 b=1200

#### VÄGG 5A & 5B. TRÄSTOMME – UTVÄNDIG LOCKPANEL

En träfasad kan stå länge om den sköts på rätt sätt. Beroende på var byggnaden står placerad geografiskt samt hur träet är behandlat bör ommålning ske med olika frekvens. Trä har mycket lång beständighet om den hålls torr. Det finns flera hundra år gamla trähus. Slamfärger som Falu Rödfärg hindrar inte träet att ta upp vatten men tillåter träet att torka ut. Slamfärger med hög järnoxidhalt verkar som rötskydd för själva träet. Fasaderna målade med slamfärg låter träet andas och har ingen fuktavstötande yta.<sup>3</sup> Oljefärger fungerar tvärt om, de ger en fuktavstötande yta men kan försvåra att trä som fuktats torkar ut, vilket i sig kan ställa krav på tätare ommålning än slamfärgsbehandlade hus. För att få med ett brett spektra på träfasaders underhåll presenteras här två typer av väggar.

Väggtyp 5A representerar en byggnad uppförd på en plats där klimatet är relativt torrt, exempelvis i inlandet i Mellansverige. Väggen är behandlad med slamfärg. I vägg 5A görs ommålning vart 12:e år för att bibehålla träets egenskaper.<sup>4</sup> Efter 24 år bedöms 25% av panelen behövas bytas ut. Hela fasaden byts ut efter 48 år. Sedan börjar cykeln om. Underhållet för en träfasad med slamfärg består av borstning och ommålning.

Vägg 5B representerar ett hus behandlat med alkydoljefärg i ett mer påfrestande klimat såsom längs med kusterna i Sydsverige där klimatet är fuktigt och möjligheten till uttorkning är sämre. Ommålning av fasad bör ske vart 5:e år, där både skrapning och målning krävs. Vart 10:e år byts ca 20 % av panelen ut. Hela fasaden byts ut mot ny vid 40 år, därefter börjar cykeln om.<sup>5</sup>



Vägg 5A och 5B
Lockpanel 22x95 + 22x145
Spikläkt 28x70, s 600
Luftspalt
Gipsskiva Normal utv tj=9 b=1200
Spikregel 45x45, s 600
Isolering regelskiva 0,037, tj=45
Ytterväggstomme 45x220 s 450 bärande
Isolering regelskiva 0,037, tj=220
Plastfolie 0,2 mm
Spikregel på vägg 45x45, s 600
Isolering regelskiva 0,037, tj=45
Gipsskiva Normal tj=13 b=1200

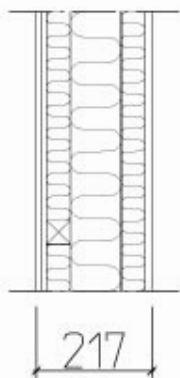
<sup>3</sup> Centrum för byggnadsvård, Gysinge.

<sup>4</sup> Uppgifter från Alcro Färg och erfaren förvaltare på Akademiska Hus Väst samt förvaltare på HSB.

<sup>5</sup> Erfaren förvaltare från Midroc i Malmö.

## VÄGG 6. TRÄSTOMME – UTVÄNDIGA SKIVOR TYP STENI

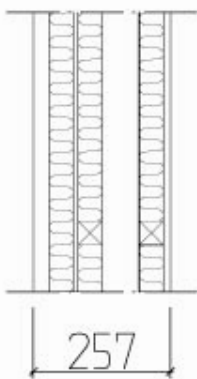
Steni Color är en fasadskiva av glasfiberarmerad polymerkomposit med en slät yta av elektronhärdad akryl. Färgen på skivan bleks av solen, varför olika färgnyanser kan uppkomma på fasader mot olika väderstreck. Skivan är beständig och hållbar. Om skador uppkommer kan enstaka skivor bytas ut och färgas in i rätt nyans efter färgprovtagning. Skivan går inte sönder utan mänsklig åverkan, och kan därför beräknas ha lång hållbarhet. I denna rapport beräknas underhållet till att fasaden tvättas vart 10:e år och att skivorna byts ut efter 45 år. Det bakomliggande regelverket av platsat, galvat stål har en livstid på 100 år.<sup>6</sup>



Vägg 6
Fasadskiva på vägg typ Steni
Spikläkt 28x70, s600
Gipsskiva Normal utv tj=9 b=1200
Spikregel på vägg 45x45, s 600
Isolering regelskiva 0,037, tj=45
Ytterväggstomme 45x220, s 450 bärande
Isolering regelskiva 0,037, tj=220
Plastfolie 0,2 mm
Spikregel 45x45, s 600
Isolering regelskiva 0,037, tj=45
Gipsskiva Normal tj=13 b=1200

## VÄGG 7. TRÄSTOMME – FASADPUTS UTAN LUFTSPALT

OBS!! Detta är en riskkonstruktion och kan ej rekommenderas! Under senare år har putsfasader ofta byggts enligt nedanstående konstruktion och det är idag en av de vanligast byggda väggtyperna. Då det framkommit att fuktproblem konstaterats för denna konstruktion kan vi inte rekommendera denna väggtyp i samråd med beställaren och har därmed ej tagit fram kostnadsuppgifter och nuvärden för denna vägg.<sup>7</sup>



Vägg 7
Underlagsbruk + fasadbruk + CD-sprit
Isolering Mineralull 0,037, tj=80
Gipsskiva Normal utv tj=9 b=1200
Spikregel 45x45, s 600
Isolering regelskiva 0,037, tj=45
Ytterväggstomme 45x220 s 450 bärande
Isolering regelskiva 0,037, tj=220
Plastfolie 0,2 mm
Spikregel 45x45, s 600
Isolering regelskiva 0,037, tj=45
Gipsskiva Normal tj=13 b=1200
Luftspalt, cellplastrema 10x100x1200

## VÄGG 8. MURAD LÄTTBETONGVÄGG – FASADPUTS

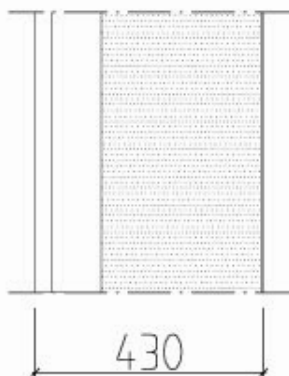
Denna putskonstruktion innehåller inga organiska material varför den kan anses som en säkrare konstruktion än den ovan. Vi vill dock klargöra att det finns risker också med denna konstruktion, då total uttorkning anses vara svår även här. Denna väggtyp är dock medräknad i exemplet.

<sup>6</sup> Uppgifter om Steni Color fasadskiva är hämtade från leverantören med hänvisning till Norsk Bygghöjningsinstitut som har gjort testerna på livslängd samt från erfaren förvaltare på Akademiska Hus Väst.

<sup>7</sup> Enligt White arkitekters kvalitetsledare får denna konstruktion ej rekommenderas.



En putsad vägg bör avfärgas samt spricklagas till en yta av ca 10 % efter 25 år. Efter 45 år bör den gamla putsen knackas ner och ersättas med ny. Alternativt kan man hänga på en ny fasad utanpå den gamla, men kostnaden blir ungefär densamma. Efter 45 år börjar underhållsnyckeln om från början igen med samma intervall mellan åtgärderna.<sup>8</sup>



Vägg 8
Underlagsbruk, fasadbruk, CD-sprit
Putsskiva tj=120 mm inkl nät och fästmaterial
Lättbetongblock tj=300, h=200, kval 400
Tunnputs - manuell

## 5. LIVSCYKELKOSTNAD

Livscykelkostnadsberäkning (LCC = Life Cycle Cost) är en metod för ekonomisk jämförelse som används allt oftare vid försäljning, konstruktion, kalkylering och upphandling. Vid framtagandet av en LCC kombineras såväl tekniska som ekonomiska aspekter. För att beräkna LCC för en produkt, i detta fall en vägg, ska alla ekonomiska konsekvenser värderas. De här använda beräkningarna är en förenklad version av LCC.

I denna LCC är dessa kostnader medräknade:

- Investeringskostnader för att uppföra 1 kvm av väggen.
- Underhållskostnader under byggnadens livslängd.

Dessa kostnader är ej medräknade:

- Energiförbrukningskostnader vid tillverkning
- Skilda energidriftkostnader, dvs vilket U-värde väggen har. (U-värdet är ca 0,18 W/m<sup>2</sup>,K för alla väggtyperna och kommer därför ej ge utslag i beräkningarna)
- Rivningskostnader
- Underhållskostnader för insidan av väggarna

För investeringskostnaderna gäller följande:

	Investeringskostnad material [kr/kvm]	Investeringskostnad UE [kr/kvm]	Investeringskostnad arbete <sup>1</sup> [kr/kvm]	Påslag <sup>2</sup> [kr/kvm]	Total investeringskostnad [kr/kvm]
<b>Vägg 1</b>	1035	200	875	675	2785
<b>Vägg 2</b>	880	200	860	675	2615
<b>Vägg 3</b>	680	1800	495	655	3630
<b>Vägg 4</b>	1105	200	1110	875	3290
<b>Vägg 5</b>	445	300	775	580	2100

<sup>8</sup> Uppgifter om konventionell puts från putsinstruktör på Maxit samt från erfaren entreprenör och förvaltare av putsade hus i Stockholmsområdet samt fastighetsförvaltare från Midroc i centrala Malmö.

<b>Vägg 6</b>	820	200	600	585	2205
<b>Vägg 7</b>	Beräknas ej	Beräknas ej	Beräknas ej	Beräknas ej	Beräknas ej
<b>Vägg 8</b>	415	1300	390	550	2655

<sup>1</sup> Arbetskostnad beräknad på 345 kr/tim.

<sup>2</sup> Avser påslag för platsomkostnader (arbetsledning, bodetablering, maskinhyra mm) samt CA risk och vinst.

Följande ingår ej i de beräknade investeringskostnaderna.

- Prisläget på kostnaderna är beräknade från index 2008-06-01
- Moms
- Räntekostnader under byggnationstiden
- Projektering
- Byggledning med övriga byggherrekostnader
- Byggherrens interna kostnader

Investeringskostnaderna för respektive post för väggtyperna är framtagna av BK Beräkningskonsulter AB.

Typ av underhåll och frekvens i nedanstående tabell.

	<b>Underhåll och frekvens</b>	<b>Underhållskostnad för utvändigt fasad [kr/kvm]</b>
<b>Vägg 1</b>	<i>Underhåll och frekvens</i> Lagning av 50 % av fogarna efter 50 år.  <i>Kostnad per aktivitet</i> Lagning av 50% av fogar, räknat med djup 2 cm Ställning <b>Totalt:</b>	   625 225 <b>850</b>
<b>Vägg 2</b>	<i>Underhåll och frekvens</i> Lagning av 50 % av fogarna efter 50 år.  <i>Kostnad per aktivitet</i> Lagning av 50% av fogar, räknat med djup 2 cm Ställning <b>Totalt:</b>	   625 225 <b>850</b>
<b>Vägg 3</b>	<i>Underhåll och frekvens</i> Lagning av 50 % av fogarna efter 50 år.  <i>Kostnad per aktivitet</i> Lagning av 50% av fogar, räknat med djup 2 cm Ställning <b>Totalt:</b>	   625 225 <b>850</b>
<b>Vägg 4</b>	<i>Underhåll och frekvens</i> Lagning av 50 % av fogarna efter 50 år.  <i>Kostnad per aktivitet</i> Lagning av 50% av fogar, räknat med djup 2 cm Ställning <b>Totalt:</b>	   625 225 <b>850</b>
<b>Vägg 5A</b>	5A) <i>Underhåll och frekvens</i> Ommålning av fasad efter 12 år.	

	<p>Ommålning samt utbyte av 25 % av fasaden efter 24 år.  Ommålning av fasad efter 36 år.  100 % av fasaden byts ut efter 48 år.  Ommålning av fasad efter 60 år.  Ommålning samt utbyte av 25 % av fasaden efter 72 år.  Ommålning av fasad efter 84 år.  Ommålning samt utbyte av 25 % av fasaden efter 96 år.</p> <p><i>Kostnad per aktivitet</i>  Ommålning av fasaden med falu rödfärg inkl borstning  Ställning  <b>Totalt:</b></p> <p>Ommålning samt utbyte av 25 % av fasaden  Ställning  <b>Totalt:</b></p> <p>Utbyte av 100 % av fasaden  Ställning  <b>Totalt:</b></p>	<p>70  175  <b>245</b></p> <p>205  225  <b>430</b></p> <p>600  225  <b>825</b></p>
<b>Vägg 5B</b>	<p>5B)  <i>Underhåll och frekvens</i>  Ommålning av fasad efter 5 år.  Ommålning samt utbyte av 20 % av fasaden efter 10 år.  Ommålning av fasad efter 15 år.  Ommålning samt utbyte av 20 % av fasaden efter 20 år.  Ommålning av fasad efter 25 år.  Ommålning samt utbyte av 20 % av fasaden efter 30 år.  Ommålning av fasad efter 35 år.  100 % av fasaden byts ut efter 40 år.</p> <p>Ommålning av fasad efter 45 år.  Ommålning samt utbyte av 20 % av fasaden efter 50 år.  Ommålning av fasad efter 55 år.  Ommålning samt utbyte av 20 % av fasaden efter 60 år.  Ommålning av fasad efter 65 år.  Ommålning samt utbyte av 20 % av fasaden efter 70 år.  Ommålning av fasad efter 75 år.  100 % av fasaden byts ut efter 80 år.</p> <p>Ommålning av fasad efter 85 år.  Ommålning samt utbyte av 20 % av fasaden efter 90 år.  Ommålning av fasad efter 95 år.</p> <p><i>Kostnad per aktivitet</i>  Ommålning med alkydoljefärg inkl skrapning  Ställning  <b>Totalt:</b></p> <p>Ommålning samt utbyte av 20 % av fasaden  Ställning  <b>Totalt:</b></p> <p>Utbyte av 100 % av fasaden  Ställning</p>	<p>100  175  <b>275</b></p> <p>180  225  <b>405</b></p> <p>645  225</p>



$$(1 + r)^n$$

G = grundinvestering, består av samtliga utbetalningar av engångskaraktär som uppstår vid starten.

U = utbetalningar, kommer att ske vid varje underhåll

R = restvärde, andrahandsvärdet vid eventuell försäljning

L = livslängd

n = aktuellt antal år

r = kalkylränta, en slags nedvärdering av framtida utbetalningar

i = inflation

Nuvärde av kassaflöde, dvs resultatet av LCC-beräkningen är alltså en summering av investering, underhållskostnader samt restvärde omräknat till nuvärde för att kunna jämföras likvärdigt.

Som ekonomiska förutsättningar är följande antaganden gjorda.

Kalkylränta: 6 %

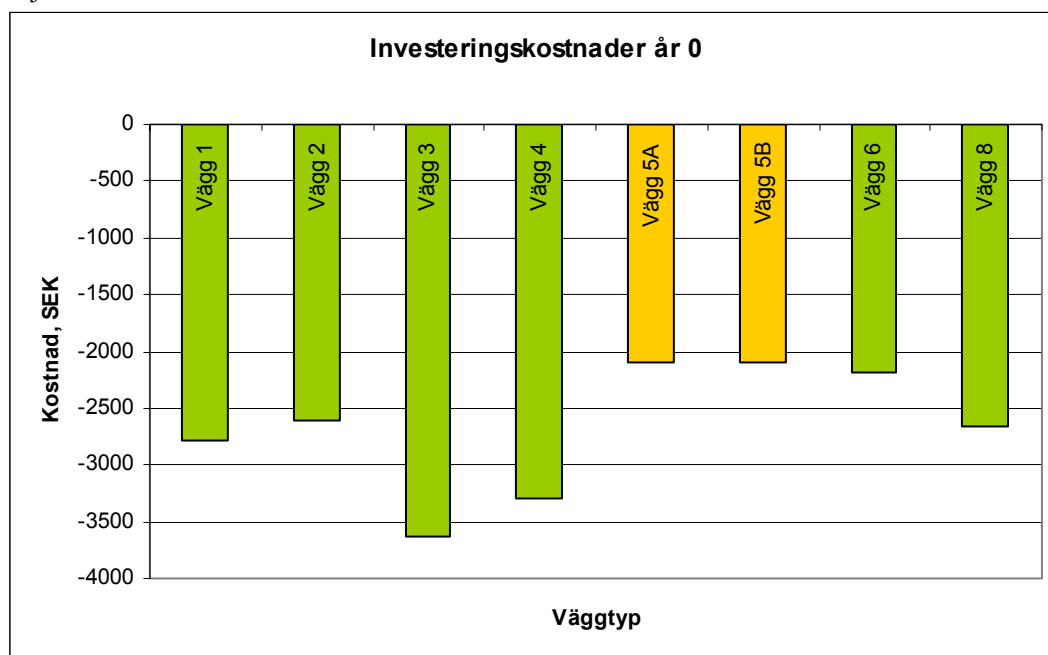
Inflation: 2 %

Kalkylperiod: 100 år

## 6. RESULTAT

Från beräkningarna i bilaga 1-5 kan resultaten om väggtypernas förhållanden läsas ut. Staplarnas nuvärdeskostnader vid varje given tidpunkt anger dess ekonomiska förhållanden efter det antal år som beräkningen görs. Den väggtyp som har de lägsta nuvärdeskostnaderna, dvs så nära noll som möjligt, är mest fördelaktiga ekonomiskt. Dessa är markerade i avvikande färg i diagrammen nedan.

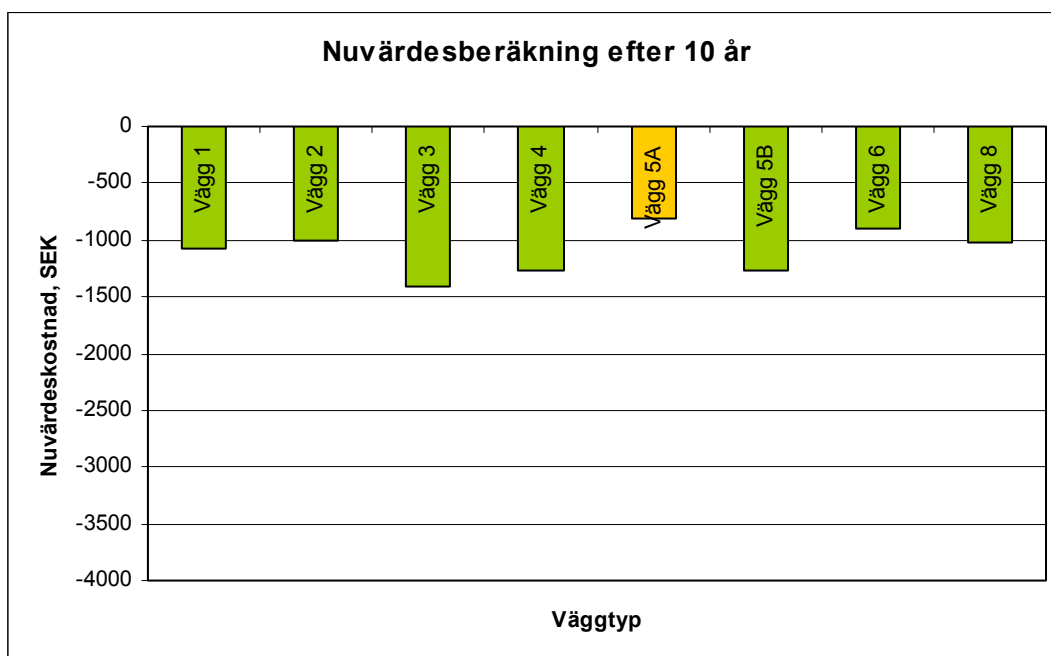
Investeringskostnaderna år noll är de kostnader som krävs för att uppföra 1 kvm av respektive väggtyp. Som framgår av nedanstående diagram har de två träfasaderna lägst investeringskostnad tätt följt av Stenifasaden.



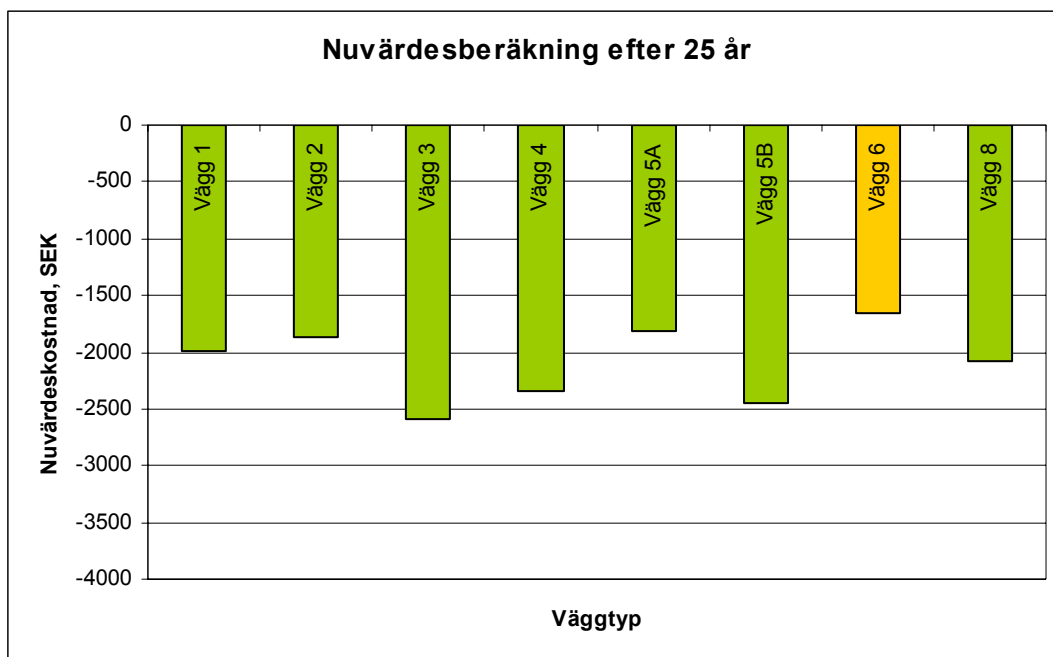
Väggtyp 1	Tegel – isolering – tegel
Väggtyp 2	Trästomme - utvändigt fasadtegel
Väggtyp 3	Sandwichelement - utvändigt fasadtegel
Väggtyp 4	Betongstomme – utvändigt fasadtegel
Väggtyp 5A	Trästomme – utvändig lockpanel (slamfärg)
Väggtyp 5B	Trästomme – utvändig lockpanel (alkydoljefärg)
Väggtyp 6	Trästomme – utvändiga skivor typ Steni
Väggtyp 8	Murad lättbetongvägg – fasadputs

Investeringskostnad = negativt värde.  
 Beräknas och jämförs år noll.  
 Restvärde = positivt värde. Omräknat med  
 nuvärdesberäkning för att kunna jämföras  
 år noll.  
 Underhållskostnader = negativt värde.  
 Omräknat med nuvärdesberäkning för att  
 kunna jämföras år noll.

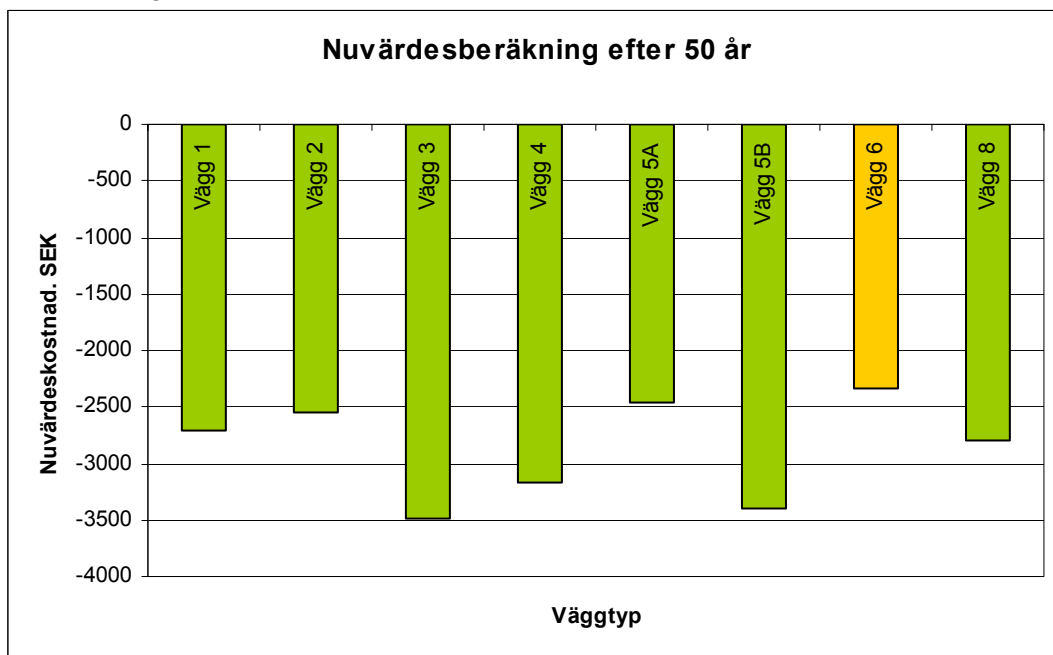
Efter år 10 är restvärdet stort, dvs antal år kvar av den totala livslängden. Den vägg som vid denna tidpunkt är mest lönsam är väggtyp 5A, träregelvägg med lockpanel målad med slamfärg. Den är billig att uppföra och har vid denna tidpunkt inte haft några underhåll. Den näst mest lönsamma väggtypen är 6:an med Steni fasadsten, som även den har en låg investeringskostnad och ett litet underhåll. Den tredje bästa väggen är Väggtyp 2 av tegel. Den har relativt låga investeringskostnader eftersom stommen är av trä och har inte haft något underhåll fram till denna tidpunkt. Väggtyp 5B har dragit iväg i kostnad då den fasaden kräver ett tidigt och frekvent underhåll. På sista plats finns tegelfasaden med en bakomliggande sandwichkonstruktion.



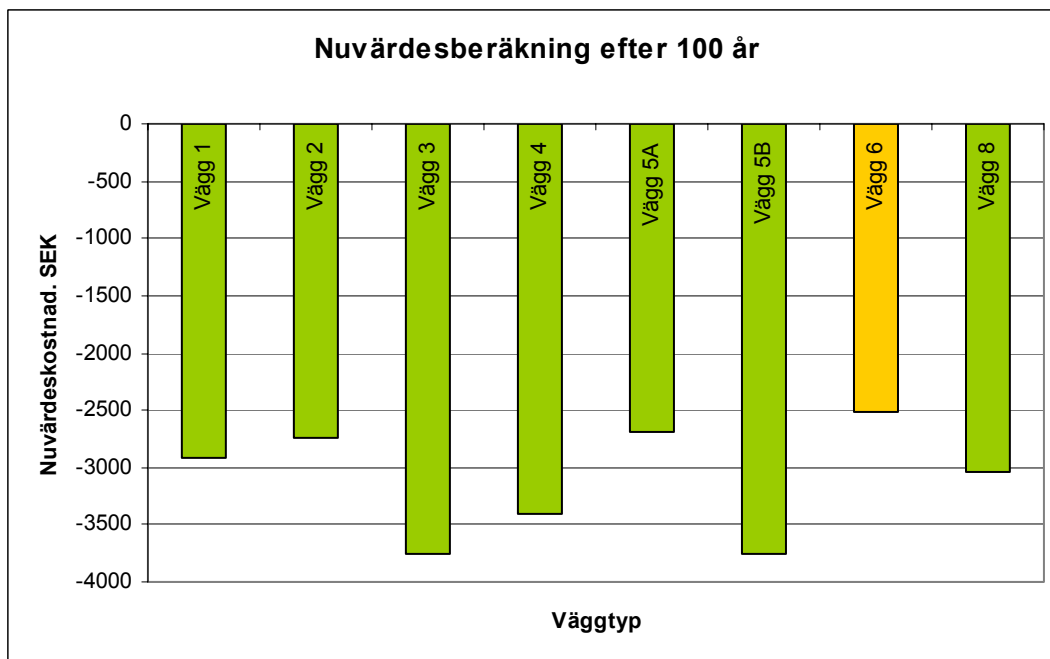
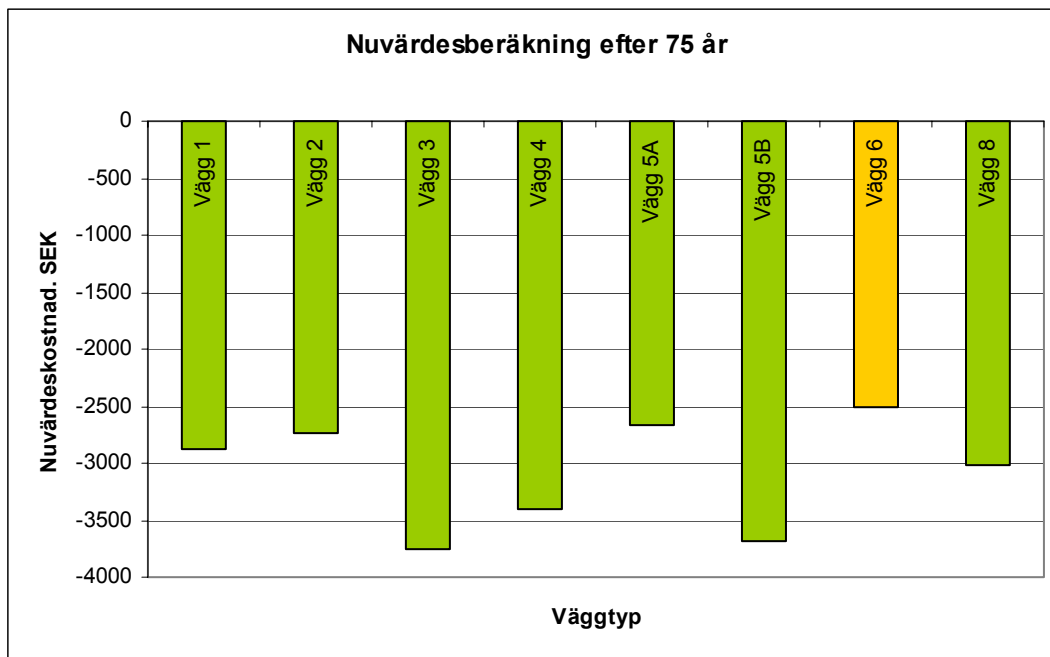
Efter 25 år har väggtyp 6, Stenifasad, gått om träfasaden, 5A, i lönsamhet tack vare låga underhållskostnader. Väggtyp 5A och 2 kommer strax därefter.



Efter 50 år behåller Väggtyp 6, Stenifasaden, sin placering som mest lönsamma väggtyp. Väggtyp 5A har fortfarande en andra placering, tätt följt av väggtyp 2, tegelfasaden. På sista plats ligger fortfarande tegelfasaden med sandwichkonstruktion. Träfasaden 5B med ett stort underhåll ligger dock inte långt ifrån.

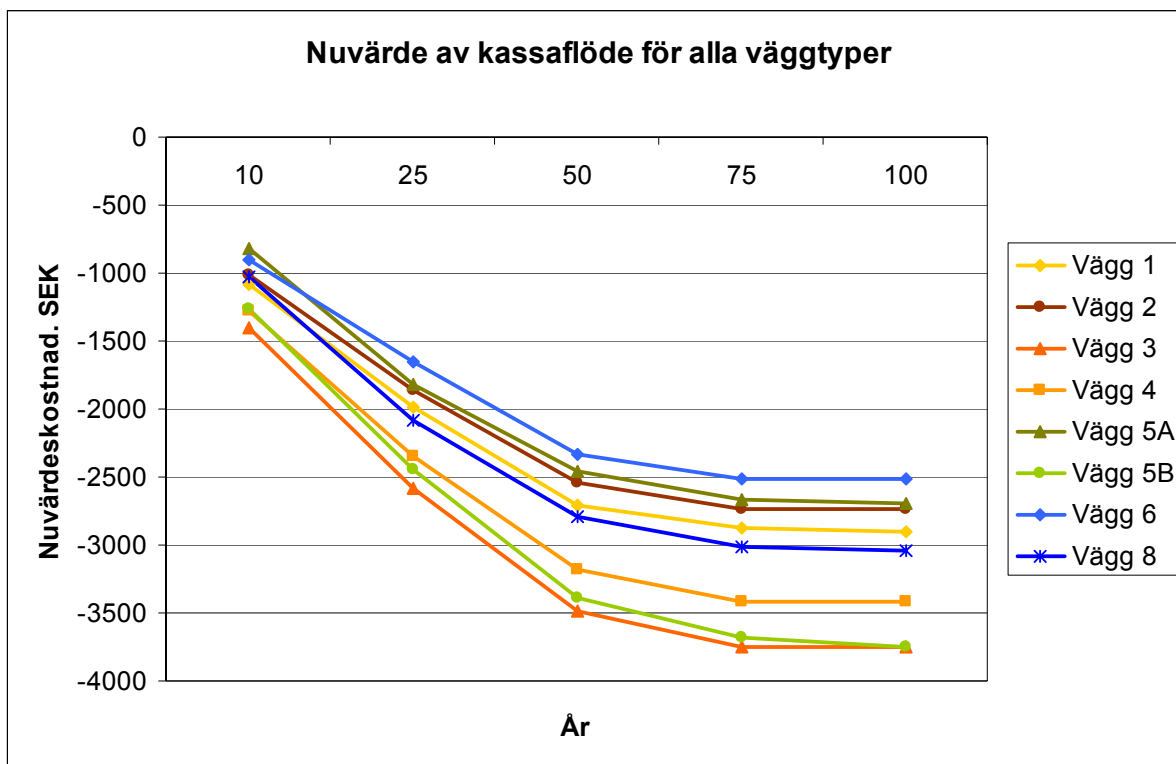


Efter såväl 75 som 100 år sker inga större förändringar i staplarnas placering. Det visar sig att kostnader som tillkommer efter 50 år inte kommer att ha så stor betydelse för förhållandena mellan väggtyperna.



Här nedan är en sammanställning av alla väggtyperna över dess livslängd på 100 år. Alla väggtypernas kurvor över de 5 studerade tidpunkterna. Kurvorna följer varandra relativt jämt över tid. De inbördes förändringar som sker, sker i princip de första 25 åren, därefter behåller de sina inbördes relationer. Detta visar att underhållskostnaderna som ligger långt fram i tiden får liten betydelse.





## 7. SLUTSATS

### Investering kontra underhåll

I det sista diagrammet där alla väggtyper står sammanställda framgår det tydligt att underhållskostnaderna i de flesta fall inte har någon avgörande betydelse för livscykelkostnaden. Detta gäller särskilt kostnader långt fram i väggens livscykel – efter 25 år har dessa endast marginell effekt på nuvärdet. Det är alltså mer betydelsefullt hur stor investeringskostnaden är, sedan följer kurvorna varandra med åren. Undantag utgörs främst av vägg 5B som har betydande underhållskostnader med tät frekvens.

Den väggtyp som är mest lönsam enligt ovanstående rapportens förutsättningar är Väggtyp 6, en träregelstomme beklädd med Steniskivor. Den låga livscykelkostnaden beror på relativt låga investeringskostnader samt förhållandevis små underhållskostnader. Fasaden har bedömts kräva ett utbyte av skivor om 45 år, annars räcker en tvättning var 10:e år som underhåll.

Träregelväggarna med lockpanel skiljer sig sinsemellan i denna jämförelse. Väggtyp 5A, som står i inlandet i Mellansverige målad med slamfärg och liten väderbelastning har näst lägst livscykelkostnad i jämförelsen. Samma typ av väggkonstruktion men med en alkydoljefärg, placerad vid kusten i södra Sverige där väder och vind har stor påverkan har högst livscykelkostnad i jämförelsen på grund av ett mycket frekvent underhåll. Vid kusten i de sydligaste delarna i Sverige kan dock utläsas att en träfasad kan bli betydligt dyrare på sikt.

Lika dyr som den oljemålade träfasadväggen är väggtyp 3 – sandwichkonstruktion med tegelfasad, dock av andra skäl. Här är det istället de höga investeringskostnaderna som är avgörande.

Väggtyperna med tegelfasad är förhållandevis dyra vid investeringen, och har svårt att ta igen dessa extra kostnader under sin livslängd trots låga underhållskostnader och högt restvärde. De hamnar därför i mellankategorin i denna undersökning. Trots ett mycket litet underhåll hamnar tegelfasaderna

på 3:e, 4:e, 6:e och delad 7:e placering (plats 2, 3, 5 och 7 i sydsvenska förhållanden). Den inbördes skillnaden mellan tegelväggarna syns redan i investeringskedet.

Den putsade fasaden uppvisar ett liknande mönster som tegelfasaderna. Den har en relativt stor investeringskostnad, och har därför svårt att ta igen dessa kostnader under dess livslängd.

Väggtyp 7 med fasadputs redovisas med bild men har i samråd med beställaren uteslutits från beräkning och diskussion i denna studie. Det är en vanligt förekommande väggtyp men då den inte kan rekommenderas på grund av de skador som rapporterats de senaste åren på denna konstruktion har den ansetts olämplig för framtida byggnation. Den tillåter inte fukt att torka ut, varför det kan uppkomma fuktskador och mögelproblem i fasaden redan efter en relativt kort tid.

### **Osäkra variabler**

En analys av denna typ har alltid ett antal osäkerheter, beroende på vilka variabler som byggs in eller ej, samt på vilkas indata som används. Som ovan nämnts har ett antal aspekter uteslutits, t.ex. väggjocklekens betydelse för uthyrbar yta, materialens värmelagrande förmåga och övriga driftskostnader. Den första aspekten gynnar tunna väggar, dvs de med bra isolervärde. Den andra aspekten gynnar tunga konstruktioner som tegel och betong.

Beräkningarna är baserade på en inflation på 2 % och en kalkylränta på 6 %. Om siffrorna ändras får det stor betydelse för resultatet. En höjd inflation respektive en sänkt ränta tenderar att gynna väggar med höga investeringskostnader men låga underhållskostnader, t.ex. tegelväggarna. Det omväde förhållandet ger motsatt effekt. Vid en inflation på 4 % istället för 2 % (men bibehållen ränta på 6 %) har vägg 2 gått förbi vägg 5A. Vid en lägre ränta på 4 % men bibehållen inflation på 2 % har både vägg 2 och vägg 1 passerat vägg 5A. Alltjämt är vägg 6 den mest lönsamma.

### **Framtidsanalys**

En aspekt som är aktuell i dagens expanderande samhällen och storstäder är frågan om hur länge en byggnad kan bedömas stå kvar oavsett kvarvarande teknisk livslängd. I expansiva områden blir det allt vanligare att fullt funktionella byggnader rivs och byggs om i stor utsträckning. Synen på gestaltungsfrågor i stadsrummen är under ständig förändring och kan sätta andra krav på byggnader än dess livslängd. I gles bebyggelse kommer denna fråga ofta i ett annat fokus där markutnyttjandet inte har samma prioritet. I gengäld kan man i utflyttningsorter tvingas riva byggnader i brist på brukare.

Bevarandet av befintliga byggnader är även en hållbarhetsfråga. Att riva en icke uttjänt byggnad kan ses som ett slöseri med resurser. Å andra sidan kan lägre energi- och resursåtgång under driften av en ny byggnad uppväga detta. Ytterligare ett alternativ är en omfattande ombyggnad av den befintliga byggnaden.

Miljömedvetenheten blir allt större i världen och denna avvägning blir därför beroende av vilka krav som kan tänkas ställas i framtiden. Att bygga ett nytt hus kräver mycket resurser, såväl ekonomiska som miljömässiga. Om vi ser på byggnader uppförda för 40 år sedan kan vi förstå att utvecklingen går snabbt framåt och kraven förändras. Vi kan förvänta oss skärpta krav på t.ex. byggnadernas energianvändning och inomhusmiljö. Vilka väggtyper som har möjlighet till det beror på vilka krav som ställs i framtiden.