

Energi och fukt i tegelfasader - kvalitetssäkrad fasadrenovering

- Per Andersson, Utvecklingschef,
Peab / AO Bygg Norden / Division Väst

Ett utvecklingsprojekt i samverkan



Utveckling/projektstöd Division Väst



Per Andersson
(Utv.C/HBS)



Emma Isaksson
(Utv.L/miljö)



Maria Franzén
(Utv.L/miljö)



Max Bergström
(Utv.L/BIM)



Magdalena Kvernes
(Utv.L/energi-miljö)

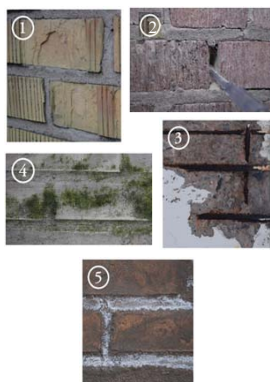


Mattias Gunnarsson
(Utv.L/fukt)



Vanliga fasadskador

- Frostskador (bild 1)
- Fogskador (2)
- Kemisk nedbrytning
- Korrosionssprängning (3)
- Biologisk nedbrytning (4)
- Saltutfällning (5)
- Nedsmutsning (5)

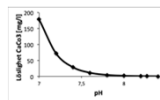


3



Varför ökar (fukt)skadorna på fasaderna?

- Fuktigare klimat (fasader hinner aldrig torka)
- Ändrade pH-värden påverkar (bl.a. sur nederbörd)



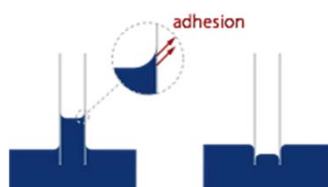
Kalciumkarbonat, eller kolsyrad kalk, är ett i naturen mycket vanligt salt, som förekommer som aragert, kalkspat, kalksten, krita och marmor, samt i mörgel, dolomit m.m. Genom upphettning spaltas det i kalciumoxid (bränd kalk) och koldioxid. Det är också den viktigaste komponenten i skal av marina organismer, snäckor, pärlor och äggskal m.m.

- Misslyckade renoveringar pga. okunskap, kortsiktighet och dålig kvalitetssäkring
- Konstruktions- och utförandefel i nyproduktion
- Hantverkarskunnande på väg att försvinna

4



Kapillärsugning – inte bara från marken



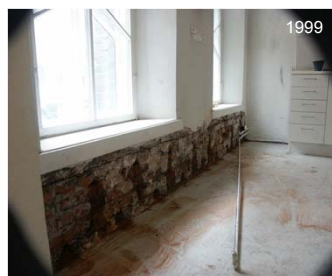
Ett vätande material (glas, tegel, trä ...)

Ett icke-vätande material (plast).

I en tunn kapillär är effekten ännu starkare...



Skräckexempel (1) från omvärlden...

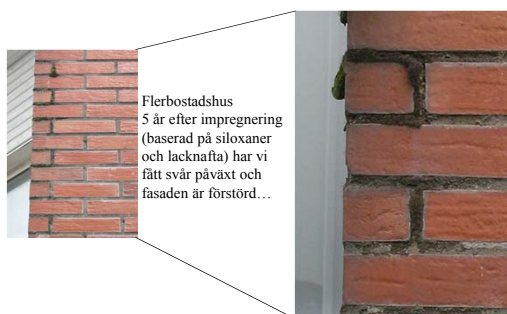


Lokal i Göteborg - 7 år efter en omfattande fasadrenovering år 1992 framträder svåra fuktskador inne i lokalerna och ett nytt renoveringsprojekt måste starta...

6



Skräckexempel (2) från omvärlden...



Flerbostadshus
5 år efter impregnering
(baserad på siloxaner
och lacknafta) har vi
fått svår påväxt och
fasaden är förstörd...



Skräckexempel (3) från omvärlden...



Efter omfogning
på en villa...

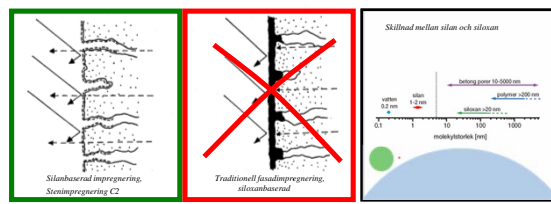


Forskning



Metoden för fuktskydd genom impregnering

- Vattenavvisande impregnering anpassad för fasader (med silan)

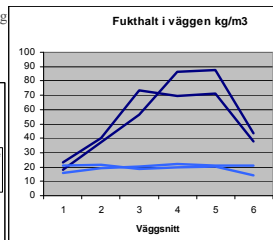
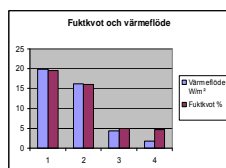


Källa: Nordisk Steatitimpregnering AB



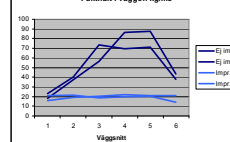
Fukthalt och värmefflöde i en vägg

- En impregnerad vägg innehåller mycket mindre fukt
- Mittleden innehåller mest fukt i en oimpregnerad vägg
- En impregnerad vägg har ett lägre värmefflöde
- Resultat: ca 10-20% energibesparing i normalfallet

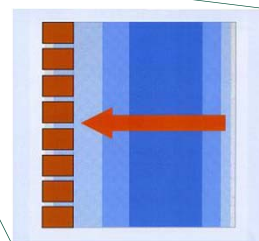


Klingvall

Fukthalt i väggen kg/m³



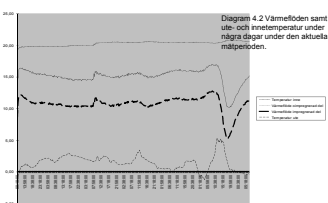
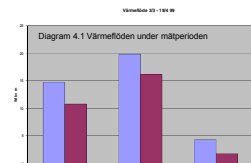
Provhuset i Borås:



- Figur visar vart mest vatten samlas in i en oimpregnerad vägg.



Fukt vs värmefflöde (Klingvall)



	Medelflöde	Högsta flöde	Lägst flöde
Ompregnerat	14,71	19,82	4,29
Impregnerat	10,79	16,12	1,74

Tabell 2: Uppmätta flöden. Som jämförelse kan nämnas att flödet för väggarna utomhus med luftfuktighetsklassen värdet för putsklass 1000 är 0,15 till 0,35.

Detta visar att skillnaden i värmefflöde mellan impregnerat och ompregnerat för samma vägg är stort. Värdet för impregnerat visar att det är lägre under den aktuella mätperioden.

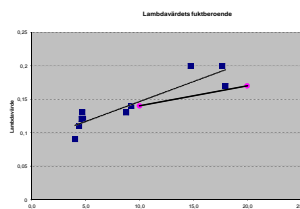
	Högsta flöde	Lägst flöde	Skilnad
Ompregnerat	19,82	4,29	15,53
Impregnerat	16,12	1,74	14,38

Tabell 3: Högsta respektive lägsta uppmätta värmefflöde under perioden, samt skillnaden mellan dem.



Fukt vs Värmeledning (Klingvall)

- Värmekonduktiviteten (λ -värdet) beror av fukthalhalten i materialet på så sätt att ju torrare materialet är desto bättre blir λ -värdet.



Diagrammet visar att den impregnerade väggens λ -värdet ligger lägre än den obehandlade väggens. Som jämförelse har kurvan för lättbets - kvalitetsgrupp 450 lagts in. Det visar tydligt att den torra impregnerade väggens får ett bättre λ -värde än den ompregnerade. De blåa markeringarna visar värdena för de impregnerade provbitarna medan de mellersta och de övre högra visar de ompregnerade provbitarnas värden.



Fukt vs Kapillärsugning (Klingvall)

- En borrkärna från vardera delen av väggen borrades ut från utsidan och torkades med de övriga proverna. Dessa monterades upp bredvid varandra hängande med den yttre putsen i vattenytan på ett kärl med färgat vatten (röd karamellfärg användes). Efter 2 dygn jämfördes proverna.

	Impregnerat prov	Ompregnerat prov
Torr vikt	114,5 g	122,0 g
Vikt efter 2 dygn	114,5 g	168,0 g
Kapillärsugel vatten	0 g	46 g
Vattnets stighöjd i provet	0 cm	ca 2,5 cm

- Detta försök visar att det inte sker någon kapillärsugning i den impregnerade väggen.



Minskat energibehov i teorin

Räkneexempel - lagerbyggnad (Klingvall)

- För att kunna se hur mycket man kan minska energibehovet i en hel byggnad som är uppförd i lättbetong följer här ett exempel på en lagerbyggnad i lättbetong med platta på mark av betong. Byggnaden har måtten 50 x 100 m och väggarna har avrundade λ -värden 0,17 och 0,12 som erhållits i provhuset och gäller för den aktuella mätperioden (kap.5.5.2). Byggnaden har förutsatts ha så liten fönsteryta att ingen hänsyn tagits till detta.
- Beräkningarna har gjorts i Gullfibrs program GF- norm och resultatet blev att byggnaden får ett U_m -värde på 0,233 W/m²C om väggarna är ompregnerade och 0,220 W/m²C om väggarna är impregnerade. **Energiförbrukningen minskar alltså i detta fallet med ca 6%.**
- Storleken på besparingen varierar med en byggnads form och utformning samt väggarnas tjocklek, så varje objekt måste beräknas var för sig. Helt klart är dock att man får en betydande besparing av energi.



Tillämpning i praktiken



Sörhallen (Älvstranden, Gbg)



Åtgärdsplan

I slutet på 90-talet får hyresgästerna i Sörhallen problem med fuktgenomslag och dålig inomhusmiljö.

En skyddsimpregnering av tegelfasaden gjordes akut i oktober 99 för att "klara" vintern och invändig skadad puts åtgärdas lokalt i en av lokalerna och problemen klingar av.

Huset ägs av annan fastighetsägare idag. En mer omfattande renovering genomfördes 2011.



A-förrådet (Älvstranden)

Åtgärdsplan - 1 ½ stens + skalmursfasad
 Rivning av fog (50mm) och utbyte skadade sten, armering
 Rengöring (hettavattvätt utan kem.) och avsaltning
 Nya tegelbalkar vid fönster etc.
 Injektion av vägg (**Kalkstark**)
 Omfogning, uppstärkning (till rätt pH) och kompletteringsmurning med **hydrauliskt kalkbruk** och **Kalkstark**
 Mätning av karbonatiseringsdjup
Stenimpregnering C2, hela ytan
 Renovering av sockel

-Kontroll/besiktning efter samtliga ovanstående punkter
 -Arbetsmoment utförs efter ett kvalitetsprogram och med utbildad personal
 -Störande moment utfördes på helg/kvällstid

Nyckeltal/kostnader:

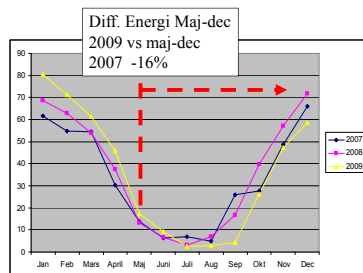
Yta: 2720 m²
 Omfogning 1800m² (66%), Injektion 1385m² (50%), impregnering C2 (100%), Renoveringskostnad: 2800 kr/m² (3 värsta sidorna: 3800kr/m²)
 Energibesparing: 10-20% - ca. 40-80 MWh (6 mån. uppföljning)



PEAB



Energiuppföljning, A-förrådet



Tidsplan:
 Renovering av gavlar
 utfördes juni 07-mars
 08

Renovering långsida
 (väst) maj08 – feb09

Renovering långsida
 (öst) nov09 (endast
 impr.)

Feb 2009 var 95% av
 omfogning och 70% av
 impregnering slutförd

PEAB

Äran (Älvstranden)

Åtgärdsplan - 1 ½ stens + skalmursfasad
 Rivning av fog (50mm) och utbyte skadade tegelsten och
 armering
 Rengöring (hettavattvätt utan kem.)
 och avsaltning
 Nya tegelbalkar (plattstillverkade av bef. tegel) över fönster
 Injektion av vägg (**Kalkstark**)
 Omfogning, uppstärkning (till rätt pH) och kompletterings-
 murning med **hydrauliskt kalkbruk** och **Kalkstark**
 Mätning av karbonatiseringsdjup
Stenimpregnering C2, hela ytan

-Kontroll/besiktning efter samtliga ovanstående punkter
 -Arbetsmoment utförs efter ett kvalitetssäkringsprogram och
 med utbildad personal
 -Störande moment utfördes på helg/kvällstid

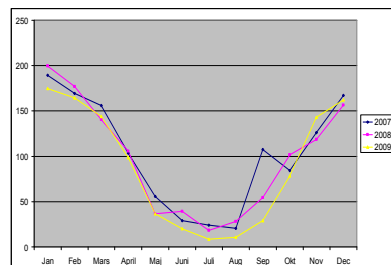


Nyckeltal/kostnader:

Yta: 1000 m² (västra fasaden)
 Omfogning 1000m², Injektion 200m² (20%),
 impregnering C2 (100%)
 Renoveringskostnad: 2500 kr/m²
 Energibesparing: ej verifierbar

PEAB

Energiuppföljning, Äran



Tidsplan:
 Ombyggnad västfasad
 mars – september 2008

PEAB

Eriksbergskontoret (Älvstranden)

Åtgärdsplan - skalmur på lättbetongstomme (utan luftspalt)
 Rivning av fog (50mm) och utbyte skadade sten, armering
 Rengöring (hettavattvätt utan kem.) och avsaltning
 Nya tegelbalkar vid fönster etc.
 Injektion av vägg (**Kalkstark**)
 Omfogning, uppstärkning (till rätt pH) och kompletteringsmurning med **hydrauliskt kalkbruk** och **Kalkstark**
 Mätning av karbonatiseringsdjup
Stenimpregnering (C2), hela ytan
 Renovering av sockel (avfärgning med Concret Pro)

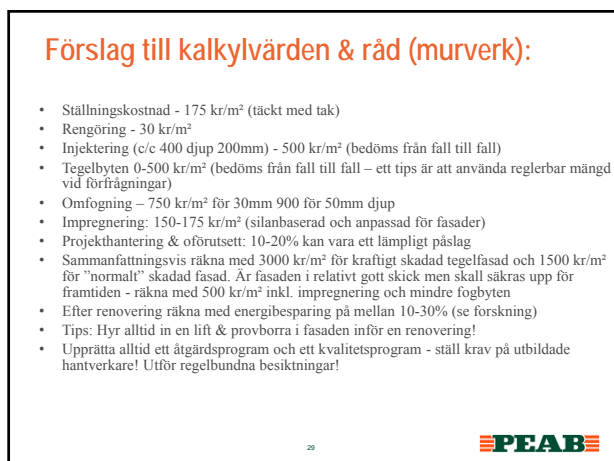
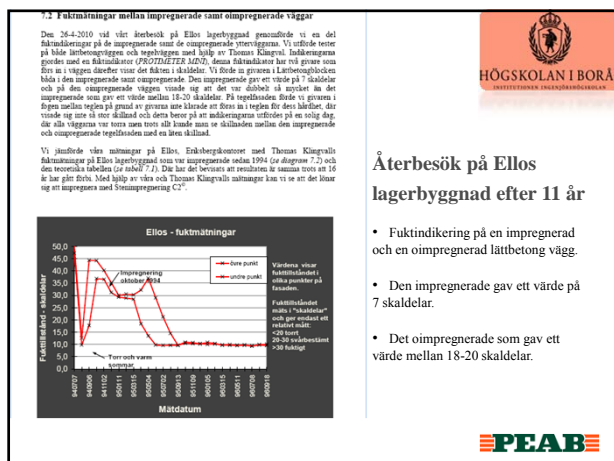
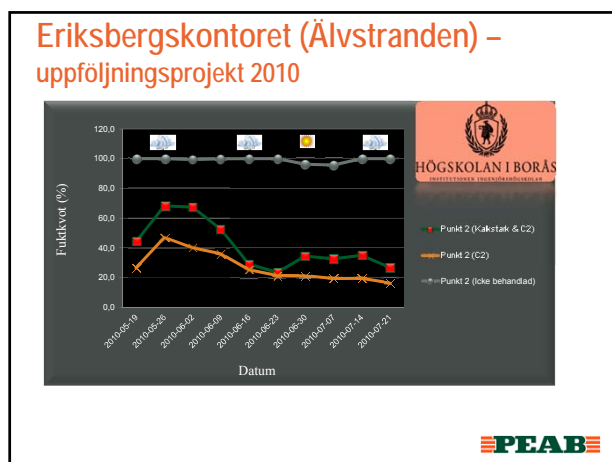
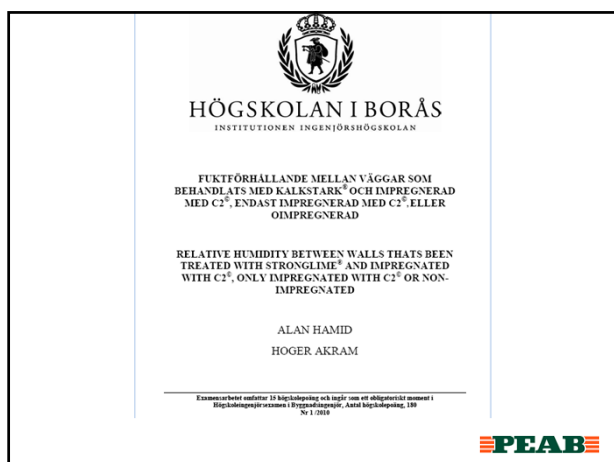
-Kontroll/besiktning efter samtliga ovanstående punkter
 -Arbetsmoment utförs efter ett kvalitetsprogram och
 med utbildad personal
 -Störande moment utfördes på helg/kvällstid
 -Otillgänglig byggarbetsplats

Nyckeltal/kostnader:

Yta: 1000 m²
 Omfogning 750m² (75%), impregnering C2 (100%)
 Renoveringskostnad: 2700 kr/m² Energibesparing: ej verifierbar (endast begränsad yta renoverad på huset)



PEAB



Långsiktigt tänkande lönar sig!

- Använd LCC! (Livscykelkostnadskalkylering)
- Investering
- Drift&Underhåll (intervall)
- Energi
- LCC kalkylen kompletteras med +/- lista

31



Slutsats

- Mätningarna har visat att energibesparingen kan bli mycket stor genom att fasadrenovera tegel och lättbetongbyggnader. Genom impregneringen förhindras även sönderfrysningar av fasader och andra fuktrelaterade problem som till exempel dålig lukt och mögelskador.
- Resultatet har visat att verkligheten stämmer ganska väl med teorin och tidigare genomförda examensarbeten och laborationer.
- Långsiktigt tänkande ger fler vinnare...



Till sist... köldbryggor avslöjar sig...



Hus byggt 2009. Lagg märke till köldbryggan ovanför fönstret...



Passivhus (i samma område) byggt 2008 där man jobbat hårt med att få bort alla köldbryggor. Man kan på vissa ställen se infästningarna för putsalken om man tittar noga och en liten, liten antydning vid bjälklagskanten. Bjälklagskanten och lägenhetsgränslinje väggar var hela 19% av väggarean (fönster borträknat). Det resulterade att man valde extra isolerade bjälklagskanten och tjockare putsalka. Som minst är det 14cm isolering på bjälklagskanten. Jag gissar att det är mer än 10cm mer än de andra husen på denna bild har.



Hus byggt 2010. Man kan se vändas regel. Undrar om beställarsrådgivningen måste justera värmesystemet inomhus för att kompensera de kalla golven?

Poängteras bör att dessa hus inte är unika! Utom det i mitten förstås... ☺



Långsiktigt tänkande ger oss:

- Lägre totalkostnad (LCC)
- Högre kvalitet
- Nöjdare kunder
- Bättre miljö

...viktiga ingredienser i
HÅLLBAR SAMHÄLLSBYGGNAD!

34



Tack för mig!

Kontakta oss gärna för mer information, vi delar gärna med oss av våra erfarenheter!

per.a.andersson@peab.se
martin.blixt@alvstranden.goteborg.se
[Johan Leckner, NSIAB](mailto:Johan.Leckner@NSIAB)

031-700 84 19
031-779 96 00
073- 2511514

www.alvstranden.com

www.kalkstark.se

www.peab.se

35



Fördjupning - LCC



Arbetssätt - LCC

Lokalplanering

Projektering

Byggtillverkning

Drift och underhåll

LCC-kalkylering

LCC-upphandling

LCC-uppföljning

1. LCC – kalkylering utförs under utrednings- och projekteringskedan.

Beställaren, förvaltare eller projektledare är ansvarig för LCC – kalkyleringen. Övriga deltagare i projekteringen ska tillhandahålla erforderliga indata / beräkningsvärden inom sin fackkompetens.

2. LCC – upphandling, som äger rum under byggproduktionen, utförs i samband med upphandling av system och produkter där LCC-kalkyler tagits fram under projekteringen. Där alternativa val uppstår under byggproduktionen kan LCC – kalkyl påfordras även för produkter som tidigare inte kalkylerats.

I samband med upphandlingar ska i möjligaste mån upphandling ske mot garanterade prestanda där utvärdering ska ske mot beräknad LCC. Det här betyder att produktval kan ske mot annat än lägsta produktpris.

LCC-kalkyleringen utförs under byggproduktionskedan av den som har huvudansvaret för systemet i produktens funktion. I de fall där funktionen är en komplex helhet ligger ansvaret på den som har samordningsansvaret för byggnationen.

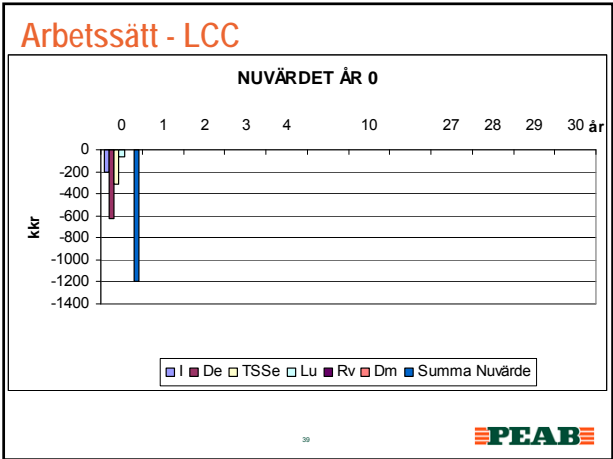
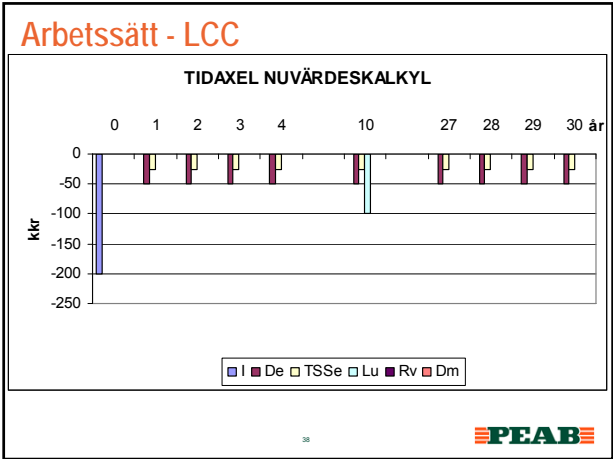
3. LCC – uppföljning inleds under avslutningsfasen av byggproduktionen med mätning av garanterade prestanda för system och produkter där prestandaupphandling ägt rum. Mätningen sker normalt i anslutning till slutbesiktningen.

LCC – uppföljning fortsätter med uppföljning under garantitiden där påverkande kalkylparametrar revideras då underlag till sådan revidering finns.

Beställaren, förvaltare eller projektledare ansvarar för att LCC – uppföljning genomförs.

37

PEAB



LCC Kalkyl – fasadrenovering (metodikexempel)

40

PEAB

LCC-beräkning
Projekt
ÄLVSTRANDEN
UTVECKLING

Indata (1) - förutsättningar

Förutsättningar

Post	Enhet	1	2	3	4	5	6	7
LCC-period för investering	år	50						
2. Kalkylperiod	år	70						
3. Årlig upprätthållningskostnad	kr/år	7000						
4. Årlig upprätthållningskostnad	kr/år	7000						
5. Årlig upprätthållningskostnad	kr/år	7000						
6. Eventuell amortering	kr/år	1000						
7. Eventuell påslag (ex. moms, BHK-kostnader etc)	%	0,00						

Kort förklaring av alternativen

Post	Enhet	1	2	3	4	5	6	7
1. Kalkylperiod för investering	år	50						
2. Kalkylperiod	år	70						
3. Årlig upprätthållningskostnad	kr/år	7000						
4. Årlig upprätthållningskostnad	kr/år	7000						
5. Årlig upprätthållningskostnad	kr/år	7000						
6. Eventuell amortering	kr/år	1000						
7. Eventuell påslag (ex. moms, BHK-kostnader etc)	%	0,00						

Jämförda alternativ	Summa	Kostnads	Lägstpris	1	2	3	4	5	6	7
Area, kvm	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
Summanfattning LCC total										
Investeringsskatt, anslagspost	kr	1 140 000	2 810 000	0	0	0	0	0	0	0
LCC-kostnad investeringsskatt	kr	2 774 192	392 392	0	0	0	0	0	0	0
LCC-kostnad löpande drift och underhåll	kr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LCC-kostnad energi	kr	1 140 000	392 392	0	0	0	0	0	0	0
LCC-kostnad hygieniseringskostnad	kr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summa LCC-kostnad	kr	5 037 344	3 960 000	0	0	0	0	0	0	0
Prognosperiod, summa LCC-kostnad		0	0	0	0	0	0	0	0	0

Prognoskostnad (kr/kvm, år) under LCC-perioden

Post	Enhet	1	2	3	4	5	6	7
Kalkylkostnad investering	kr/kvm, år	54,20	64,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalkylkostnad löpande drift och underhåll	kr/kvm, år	27,41	6,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Löpande drift och underhåll	kr/kvm, år	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energikostnad	kr/kvm, år	10,00	36,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

41

PEAB

LCC-beräkning
Projekt
ÄLVSTRANDEN
UTVECKLING

Indata (2) - investeringskostnader

1. INVESTERINGSKOSTNADER

Post	Enhet	1	2	3	4	5	6	7
1. LCC-period för investering	år	50						
2. Kalkylperiod	år	70						
3. Årlig upprätthållningskostnad	kr/år	7000						
4. Årlig upprätthållningskostnad	kr/år	7000						
5. Årlig upprätthållningskostnad	kr/år	7000						
6. Eventuell amortering	kr/år	1000						
7. Eventuell påslag (ex. moms, BHK-kostnader etc)	%	0,00						

Förklaring

Investeringsskattens kostnad är den initiala kostnaden. Därför är kostnad per investeringsår 0 år den inte installerat vid i kalkylkostnaden är av installationen.

Area	kvm	Kalkylkostnad	Lägstpris	1	2	3	4	5	6	7
Investeringsskatt										
Driftskostnader										
post	kr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
post	kr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
post	kr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
post	kr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
post	kr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
post	kr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kalkylkostnader										
Driftskostnader										
Driftskostnad	kr/kvm	200	750	0	0	0	0	0	0	0
Driftskostnad	kr/kvm	175	175	0	0	0	0	0	0	0
Driftskostnad	kr/kvm	65	65	0	0	0	0	0	0	0
Driftskostnad	kr/kvm	200	200	0	0	0	0	0	0	0
Driftskostnad	kr/kvm	60	60	0	0	0	0	0	0	0
Driftskostnad	kr/kvm	60	60	0	0	0	0	0	0	0
Investeringsskatt	kr	1 140 000	2 810 000	0	0	0	0	0	0	0
Investeringsskatt	kr	2 774 192	392 392	0	0	0	0	0	0	0
Investeringsskatt	kr	1 140 000	2 810 000	0	0	0	0	0	0	0
Investeringsskatt	kr	2 774 192	392 392	0	0	0	0	0	0	0

42

PEAB

