

Avdelningen för Byggnadsfysik
Examensarbete TVBH—26/5148
Lund 2026

Energieffektiv renovering av Smygehus havsbad

- En studie av energieffektiviserande
renoveringsåtgärder

Monica Svensson
Johan Stenberg



LUNDS
UNIVERSITET

Energieffektiv renovering av Smygehus
havsbad
- En studie av energieffektiviserande
renoveringsåtgärder

Monica Svensson
Johan Stenberg

Examensarbete

Avdelningen för Byggnadsfysik
Institutionen för Bygg- och miljöteknologi
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

© Monica Svensson och Johan Stenberg

ISRN LUTVDG/TVBH—26/5148—SE(56)
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 LUND

Sammanfattning

Titel:	Energieffektiv renovering av Smygehus havsbud – En studie av energieffektiviserande renoveringsåtgärder
Författare:	Johan Stenberg och Monica Svensson
Handledare:	Stephen Burke, universitetslektor i Byggnadsfysik, Lunds Tekniska Högskola
Examinator:	Petter Wallentén, universitetslektor i Byggnadsfysik, Lunds Tekniska Högskola

Smygehus havsbud, en stor konferens-, spa-och hotellanläggning som började byggas vid förra sekelskiftet. Anläggningen består av flera olika byggnader som har byggts och renoverats i olika etapper genom åren. I gamla byggnader finns det ofta, med dagens mått, en bristfällig energiprestanda. Med anledning av ökade energipriser och klimattänk i beaktande har detta blivit allt mer märkbart. Det är därför viktigt att undersöka vilka som är de mest energieffektiva och lönsamma renoveringsmetoderna.

Syftet med arbetet är att undersöka och utvärdera vilka renoveringsmetoder som rent ekonomiskt är de mest lönsamma och effektiva, främst med fokus på byggnadsfysik, och där hotellets klimatskal. Detta kan förhoppningsvis ge kunskap och inspiration även till andra inom branschen.

För att utvärdera renoveringsmetodernas effekter görs energikartläggning, handberäkningar samt energimodeller i VIP-energy. Dessa resultat jämförs sedan med energipriser och materialpriser i dagsläget. Därtill utförs även termografering av anläggningen.

Resultatet visar att återbetalningstiden för renoveringarna skulle vara extremt långa. Det kan därför vara en idé för andra att forska vidare inom exempelvis installationsteknik och jämföra lösningar inom området.

Nyckelord: Energieffektiv renovering, VIP-energy, energianvändning, termografering, energieffektivisering, hotell, spa, sekelskifte, Wikells byggberäkningar.

Abstract

This thesis was conducted at Smygehus Havsbad, a hotel and conference facility in southern Sweden, with the aim of mapping the building's energy use and identifying measures to improve energy efficiency. The study was motivated by rising energy costs and the complexity of the facility, which consists of several buildings and energy-intensive operations. The work combined literature studies, on-site inspections, thermographic analysis, manual calculations, and dynamic simulations in VIP Energy. Since the property only has one electricity meter, the energy use had to be estimated through modelling. The facility was divided into three main building sections, and energy balances were calculated based on transmission losses, ventilation, infiltration, domestic hot water, and operational energy use. The results show a theoretical annual energy demand of approximately 474,000 kWh from manual calculations and 318,000 kWh from VIP Energy simulations, compared to purchased electricity of around 802,000 kWh per year. The difference indicates substantial energy use from operations not included in the model, such as several holiday cottages and laundry facilities. The study concludes that operational energy use, particularly from the spa and pool areas, has a greater impact on total energy demand than the building envelope. The most effective measures are therefore operational optimizations combined with targeted building improvements.

Förord

Vi vill tacka vår handledare, Stephen Burke, för hans hjälpsamma vägledning och för att han alltid har tagit sig tid för oss. Vi tackar även vår examinator, Petter Wallentén, för inspirerande kurser och värdefull feedback på vårt arbete. Ett stort tack riktas också till Sustainalink för att ha förmedlat arbetet från Smygehus Havsbud, samt till ägaren Brahim Hsissi som gav oss möjligheten att genomföra detta examensarbete.

Lund i maj 2026

Monica Svensson och Johan Stenberg

Innehåll

Sammanfattning.....	i
Abstract	ii
Förord	iii
Innehåll	v
1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte och Mål	2
1.3 Målformulering	2
1.4 Avgränsningar	2
1.5 Metod	2
2 Teori	3
2.1 Energibalansen i en byggnad	3
2.2 Energikartläggning.....	3
2.3 Byggnadstekniska faktorer.....	3
2.4 Ekonomiska överväganden	4
2.5 Energikrav och certifieringar	4
2.6 Begreppsförklaringar.....	5
2.6.1 Tempererad area	5
2.6.2 Gradtimmemetoden	5
2.6.3 Energisimulering med VIP Energy.....	5
3 Metod.....	7
3.1 Litteraturstudie	7
3.2 Insamling av energidata	7
3.3 Byggnadsinventering.....	7
3.3.1 Energikartläggning av hotellet.....	8
3.3.2 Hotellets energianvändning	8
3.4 Termografering	8
3.5 Simuleringar i VIP Energy	9
3.6 Handberäkningar av U-värden	9
3.6.1 Beräkning av hotellets U-medelvärde.....	9
3.6.2 Lambdavärdesmetod och U-värdesmetod.....	9
3.7 Kostnadsuppskattningar i Wikells.....	10
3.8 AI-stöd	10
3.9 Osäkerheter och antaganden	10
4 Beskrivning och beräkning av indata för fallstudien	11
4.1 Beräkning av transmissionsförluster	11
4.1.1 Beräkning av grundkonstruktion	11
4.1.2 Beräkning av tak	11
4.1.3 Beräkning av köldbryggor	12
4.1.4 Beräkning av transmissionsförluster.....	12
4.2 Beräkning av ventilationsförluster och luftläckage.....	12
4.3 Beräkning av övriga energibehov	13

4.3.1	Beräkning av energi för tappvarmvatten.....	13
4.3.2	Beräkning av energi för utrustning	13
5	Resultat och Analys	17
5.1	Energikartläggning av hotellet	17
5.1.1	Hotelllets uppbyggnad	17
5.1.2	Värmesystem	18
5.1.3	Transmissionsförluster.....	18
5.1.4	Ventilationsförluster	22
5.1.5	Luftläckage	22
5.1.6	Energi för tappvarmvatten	23
5.1.7	Drift av utrustning.....	23
5.1.8	Beräknad energianvändning	24
5.2	Energisimuleringar med VIP.....	24
5.2.1	Grundmodell och jämförelse med handberäkning.....	25
5.2.2	Byte av takfönster	25
5.2.3	Byte av äldre fönster i huvudbyggnaden samt vinterträdgård	25
5.2.4	Tilläggsisolering av tunnare väggar.....	26
5.3	Kostnadsberäkningar.....	26
5.3.1	Kostnad för byte av takfönster.....	26
5.3.2	Kostnad för byte av äldre fönster.....	28
5.3.3	Kostnad för tilläggsisolering.....	29
5.3.4	Lönsamhet.....	30
6	Diskussion och slutsats.....	31
	Referenser.....	33
	Bilaga A: Beräkning av hotellets areor.....	37
	Bilaga B: Redovisning av U-medelvärdesberäkning.....	41
	Bilaga C: Termograferingsbilder - Smygehus havsbad.....	43

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Det anrika strandhotellet Smygehus Havsbad utanför Trelleborg är Sveriges sydligaste hotell och ligger vackert beläget på stranden med milsvid utsikt över Östersjön. Under sin drygt hundraåriga historia har hotellet lockat långväga gäster med sin vackra miljö och sin uppskattade restaurang, som serverar husmanskost med fokus på högkvalitativa, lokala råvaror. Smygehus har uppskattats av många genom åren och kan stoltsera med återkommande gäster som Allan Schulman, Ivar lo-Johansson och Fritiof Nilsson Piraten där de två senare bodde på hotellet under längre perioder för att författa böcker som senare blev svenska litteraturklassiker (Smygehus Havsbad, 2026).

Smygehus Havsbad uppfördes vid förra sekelskiftet av Sigrid Fagerlund, men då under namnet Östra Torps Strandhotell. Placeringen av hotellet var ett strategiskt val av Fagerlund. Eftersom det rädde alkoholförbud i Smyge socken lät Fagerlund uppföra hotellet precis över gränsen i grannsocknen Hemmesdyngge. Hotellet blev väldigt populärt, och Sigrid drev det under resten av sitt liv. Efter Sigrids bortgång tog dottern Svea och sonen Bruno över och hotellet stannade i familjen till mitten av 70-talet då Svea gick bort (Bergström Nielsen, 2020).

Det lettiska paret Weini och Zaid Veldre tog därefter över driften och i samband med detta byggdes andelsstugor och en bostadsrättsförening bildades. Paret Veldre rustade upp hotellet och startade nattklubben Smyg-Inn, som kom att bli väldigt välbesökt och återigen blev Smygehus ett riktigt ineställe. De drev sedan verksamheten i över 20 år fram till millennieskiftet då de flyttade tillbaka till Riga. Därefter kom en period då flera olika krögare arbetade i byggnaden fram till 2012, då det stängdes temporärt (Bergström Nielsen, 2020).

Två år senare, år 2014, fick Brahim Hsissi, som då drev restaurangen på Kulturen i Lund, höra av en vän att en krögare söktes till Smygehus. Hsissi åkte dit och föll direkt för stället. Han lockades av byggnaden såväl som av den vackra miljön och såg stor potential för vidareutveckling. Han lät bygga ett stort trädäck med havsutsikt samt hotellrum. Därefter tillkom spa och gym. När Smygehus öppnades igen var det till stor glädje för många, särskilt för ortsbefolkningen. För Hsissi är det också viktigt att traditionerna bevaras och att gillen som sillabuffé, gåsamiddag och julbord kan fortsätta hållas och är av hög kvalitet (Bergström Nielsen, 2020).

I samband med pandemin och den efterföljande chockhöjningen av elpriserna stod Hsissi inför ett nytt problem - kostnaden för elanvändningen började bli ohållbar. Hsissi söker nu efter möjligheter att minska sin elanvändning och vill låta undersöka metoder för att göra sitt hotell mer energieffektivt – dels för att få ner kostnaden, dels för att föra verksamheten i en mer hållbar riktning.

1.2 Syfte och Mål

Syftet med detta examensarbete är att kartlägga energianvändningen i hotellbyggnaden vid Smygehus Havsbad och identifiera de främsta förbättringsområdena med fokus på byggnadstekniska åtgärder, för att minska byggnadens energianvändning. Arbetet syftar till att ge ägaren en grund för att kunna ta ställning till vilka åtgärder som skulle kunna genomföras, genom att presentera konkreta förslag. Även uppskattade kostnader och en bedömning av lönsamheten i dagsläget presenteras.

1.3 Målformulering

- Genomföra en energikartläggning av verksamheten för att identifiera de områden som använder mest energi.
- Fokusera särskilt på att kartlägga byggnadstekniska energiförluster i klimatskalet i hotellbyggnaden.
- Föreslå byggnadstekniska förbättringsåtgärder utifrån kartläggningen.
- Uppskatta kostnaden i dagsläget för respektive åtgärd.
- Bedöm vilka åtgärder som är mest lovande för verksamheten.

1.4 Avgränsningar

- Beräkningarna avser endast huvudbyggnaden (hotellet) och inte de tillhörande stugorna.
- Fokus ligger på byggnadstekniska förbättringar; installationer ingår inte i beräkningarna.
- Solceller inkluderas inte i studien då ägaren redan har genomfört en utredning av installation av sådana och den utredningen visade att installationskostnaden var betydligt högre än de kostnadsbesparingar som kunde uppnås.
- Kostnader för åtgärder uppskattas med hjälp av Wikells kalkylprogram, men exakta siffror kan inte anges eftersom arbetskostnader är svåra att fastställa och kan variera beroende på val av arbetsmetoder och tekniker, vilket påverkar materialåtgången och totalkostnaden.

1.5 Metod

Arbetet är i grunden en fallstudie. Det inleddes med en litteraturstudie och därefter genomfördes datainsamling av energidata, byggnadsinventering och termografering. Informationen bearbetades med hjälp av datorsimuleringar, handberäkningar och kostnadsuppskattningar. Under processen användes AI-verktyg för informationssökning och språklig bearbetning.

2 Teori

2.1 Energibalansen i en byggnad

Energibalansen i en byggnad beskriver vilka tillskott och förluster i värmeenergi som finns för att byggnadens temperatur ska hållas konstant. I de flesta byggnader är förlusterna större än tillskotten, så att värme får köpas in och tillföras byggnaden för att hålla temperaturen konstant.

Utöver den köpta värmeenergin består tillskottet av värmeenergi främst av solinstrålning samt värmetillskott från elektronik, belysning och människor (Energirenovera, 2026). I många byggnader ger dessa tillskott inte så stor påverkan, men kan vara märkbar i byggnader med stora fönsterytor eller mycket elektronik och människor, till exempel kontorsbyggnader och gym.

De främsta värmeförlusterna i en byggnad består av transmissionsförluster och luftläckage, värmeförluster från ventilation och avlopp samt systemförluster och, i vissa fall, komfortkyla (Energirenovera, 2026). Transmissionsförluster är den värmetransport som sker genom byggnadens klimatskal genom värmeledning igenom ett material beroende på temperaturskillnad (Sandin, 2010, s.24), medan luftläckage utgörs av uteluft som läcker in genom otätheter i klimatskalet (Warfvinge & Dahlbom, 2010, s.4:12).

2.2 Energikartläggning

En energikartläggning innebär att man kartlägger hur mycket energi som tillförs till, och används av en byggnad eller verksamhet (Naturvårdsverket, 2026). Kartläggningen görs för att kunna ge effektiva förslag på åtgärder som företaget kan vidta för att minska energianvändningen och bli mer energieffektivt. Kartläggningen visar hur mycket energi olika delar av byggnader och maskiner använder.

2.3 Byggnadstekniska faktorer

Faktorer som påverkar hur energieffektiv en byggnad är kan tolkas utifrån Boverkets regler och de krav som ställs på en ny byggnad. Kapitel 9 i BBR BFS 2011:6, Energihushållning börjar på följande sätt: "Byggnader ska vara utformade så att energianvändningen begränsas genom låga värmeförluster, lågt kylbehov, effektiv värme- och kylanvändning och effektiv elanvändning." (Boverket, 2024).

För att beräkna byggnadens teoretiska energianvändning krävs arean på hela klimatskalet med skilda areor för olika väggtyper, fönster, dörrar, tak osv (Boverket, 2024). Varje beräknad area har ett visst U-värde. Dessa areor och U-värden multipliceras och man kan beräkna ett medel U-värde för hela klimatskalet.

Tempererad area, A_{temp} , är ett mått på en byggnads totala uppvärmda golvyta som hålls över en viss temperatur, 10 °C i Sverige. I måttet ingår samtliga uppvärmda våningsplan

och utrymmen. Om trappor förekommer räknas inte trapphålet, men trappstegen ingår i måttet om trappan är uppvärmd (Boverket, 2024).

Även installationssystemen har stor inverkan på byggnadens totala energianvändning. Dessa omfattar enligt (Boverket, 2024), teknisk utrustning för uppvärmning, komfortkyla, ventilation, tappvarmvatten, fast installerad belysning, fastighetsautomation och tillhörande reglering.

2.4 Ekonomiska överväganden

Effektivisering av energianvändning är en del i arbetet för Sverige att nå sina miljömål och utveckla mer hållbara energisystem (Naturvårdsverket, 2024). Det kan därför vara lockande att byta ut alla delar i en byggnad som är gamla och ineffektiva för att modernisera och effektivisera. Sådana åtgärder kan dock bli kostsamma (Boverket, 2024). Innan sådana åtgärder genomförs är det därför viktigt att en analys görs för att bedöma lönsamheten. För att göra detta finns det flera metoder (Boverket, 2024).

En vanlig metod är återbetalningsmetoden, även kallad payback-metoden. Detta är en relativt förenklad, men snabbräknad metod där man väger investeringskostnaden mot de energibesparingar man erhåller årligen (Boverket, 2024). Med hjälp av detta ser man enkelt efter hur lång tid man har tjänat in investeringskostnaden.

En annan möjlighet är att göra en livscykelkostnadsanalys. I denna metod tas även hänsyn till löpande utgifter, till exempel de som är relaterade till drift och underhåll, samt till eventuella intäkter. Metoden är användbar när alternativa lösningar behöver jämföras eller vid jämförelse med att avstå från åtgärd (Boverket, 2024).

Det är viktigt att ta hänsyn till byggnadsdelars tekniska livslängd. Renoveringsåtgärder kan vara kostsamma, och arbetskostnaden utgör ofta en betydande del av den totala kostnaden. Samtidigt kan energibesparingen ibland bli mindre än förväntat. Att byta ut en komponent som fortfarande har en stor del av sin livslängd kvar är därför sällan ekonomiskt lönsamt. Däremot, om delen ändå behöver bytas på grund av ålder eller slitage, kan det löna sig att välja ett mer energisnålt alternativ. Eftersom arbetskostnaden i regel är densamma blir den avgörande faktorn i stället prisskillnaden mellan produkterna vid inköp, vilket ofta kan återbetalas betydligt snabbare genom minskad energianvändning.

2.5 Energikrav och certifieringar

För alla byggnader i Sverige gäller att de måste följa Boverkets Byggregler för energianvändning. Kraven varierar beroende på storlek samt typ av byggnad, och nya byggnader omfattas av tydligare energikrav än befintliga byggnader. För befintliga byggnader gäller energikraven främst vid ombyggnad eller tillbyggnad. Hushållsenergi och verksamhetsenergi räknas inte in i byggnadens energianvändning (Boverket, 2022).

Utöver lagstadgade krav finns frivilliga miljöcertifieringar som syftar till att öka byggnadernas hållbarhet. De vanligaste i Sverige är Svanen-märkningen och Miljöbyggnad. Svanen-märkning innebär låg energianvändning och att höga krav ställs på material och kvalitetssäkrad byggprocess (Svanen, 2025). Miljöbyggnad finns i nivåerna brons, silver och guld och omfattar femton områden, bland annat energianvändning, klimatpåverkan, inom- och utomhusmiljö samt cirkularitet (Sweden Green Building Council, 2026).

De åtgärder som krävs för att uppfylla certifieringarna kan medföra betydande kostnader, men de kan ändå prioriteras av vissa företag eller verksamheter för att signalera att de värderar hög kvalitet, god miljöprestanda och hälsosamma förhållanden.

2.6 Begreppsförklaringar

2.6.1 Tempererad area

Den tempererade arean, A_{temp} , är ett mått på en byggnads totala uppvärmda golvyta som hålls över en viss temperatur, 10 °C i Sverige (Boverket, 2019). I måttet ingår samtliga uppvärmda våningsplan och utrymmen. Om trappor förekommer räknas inte trapphålet, men trappstegen ingår i måttet om trappan är uppvärmd.

Måttet används vid energiberäkningar, där värden anges i kWh per m² A_{temp} och år, och är därför ett användbart begrepp.

2.6.2 Graddimmemetoden

För att kunna uppskatta hur mycket energi som krävs för uppvärmning av en byggnad används begreppet graddagar (eller graddimmar). Graddagar är en produkt av antalet grader och antalet dagar som en byggnad måste värmas upp för att nå balanstemperaturen. Interna värmelaster, så som människor och utrustning, gör att balanstemperaturen ofta ligger ett par grader lägre. Graddagar varierar kraftigt i landet, med högre värden i norra Sverige och lägre i söder (Warfvinge & Dahlbom, 2010, s.4:21).

Malmö Stads Miljöbarometer definierar begreppet på följande vis: "Graddagar för uppvärmning är ett mått som används i energisammanhang för att uppskatta behovet av uppvärmning i bostäder och kontor. Det är skillnaden mellan dygnsmedeltemperaturen och tröskelvärdet, summerat över ett helt år" (Malmö stad, 2026). Begreppet graddimmar är samma koncept, men där antalet timmar räknas istället för dagar.

2.6.3 Energisimulering med VIP Energy

VIP Energy används för att göra beräkningar av energianvändningen i byggnader. VIP bygger på en dynamisk energimodell och beräknar energiflöden timme för timme under ett år.

Programmet tar hänsyn till uteklimat och byggnadens konstruktion, såsom golv, väggar, tak och fönster, samt dess U-värden. Även ventilation och luftläckage ingår i beräkningarna, liksom internlasten från bland annat människor och apparater. Klimatfil och byggnadens placering och rotation krävs för ett pålitligt resultat för solvärme och solenergi.

Resultatet blir byggnadens årliga energianvändning, värmebehov, kylbehov och effekt för olika tekniska system (VIP Energy, 2026).

3 Metod

Detta kapitel beskriver vilka metoder som har använts för att genomföra arbetet och uppnå syftet. Då arbetet omfattar analys av en specifik byggnad är metoderna av både teoretisk och praktisk karaktär. Metoderna som använts har studerats under kurser på Lunds Tekniska Högskola. Speciellt kurserna i byggnadsfysik samt energihushållning har varit relevanta genom hela arbetet.

3.1 Litteraturstudie

En kort litteraturstudie genomfördes inledningsvis för att hämta inspiration från tidigare arbeten som behandlat energieffektivisering. Studien gav en överblick över möjliga upplägg, omfattning och metodval som kunde vara relevanta för arbetet. Tidigare examensarbeten från Lunds universitet finns att hitta online under "LUP Student Papers".

Bland annat har en avhandling som analyserade energianvändningen i hotell i Stockholm studerats (Simanic, 2020). I studien undersöktes klimatskal, installationer, drift, brukarbeteende samt inomhusklimat. Vidare har även ett examensarbete som behandlar ett hotell i Sandviken studerats (Ros, 2012). Hotellet uppfördes på 1930-talet och har senare byggts ut i två etapper.

Senare under den tekniska analysen av byggnaden har tekniska källor och branschrekommendationer sökts vid behov för att komplettera med information som saknats, exempelvis beräkningsmetoder för luftläckage i byggnader.

Exempel på sökord som har använts i arbetet är, "BBR", "energieffektivt byggande", "renovering av äldre hus", "så byggdes husen förr", "U-värden äldre fönster" samt "luftläckage i byggnader".

3.2 Insamling av energidata

Underlaget för energianvändningen består av en elfaktura från februari 2025 samt månadsvis energianvändning för de 12 föregående månaderna.

En viktig faktor är att hotellkomplexet, trots att det består av flera små och stora byggnader, endast har en elmätare. Detta har utgjort en stor begränsning, eftersom den detaljerade fördelningen av energianvändningen inte kan utläsas direkt. En stor del av arbetet har därför bestått i att beräkna och göra rimliga antaganden om energianvändningen för de olika delarna och funktionerna i byggnaderna.

3.3 Byggnadsinventering

Bygghandlingar i form av ritningar för huvudbyggnaden från 2007 användes som underlag. Ritningarna redovisas inte i detta arbete, eftersom inget tillstånd från

hotellägaren har lämnats för att inkludera dem som bilagor. Ritningarna innehöll ingen information om byggnadsmaterial och vägguppyggnad, utan användes för att fastställa mått och areor vid inventering och beräkningar.

Byggnaden studerades därför på plats, och i samtal med ägaren har tidpunkten för de olika delarnas uppförande fastställts. För att kunna göra rimliga antaganden om väggarnas, takens och grundens uppyggnad studerades byggnadsteknisk litteratur. Antagandena baseras på den typiska byggnadskonstruktionen för respektive tidpunkt då de olika delarna uppfördes.

Inventeringen omfattade samtliga byggnadsdelar i huvudbyggnaden som påverkar energianvändningen, inklusive väggar, tak, grund, fönster och dörrar, samt byggnadens funktionella delar, såsom kök, spa och andra utrymmen som påverkar energianvändningen.

3.3.1 Energikartläggning av hotellet

Informationen som från början finns tillgänglig är en elfaktura för hela anläggningen.

Uppgiften var därför att kartlägga vart all energi på elfakturan tar vägen. Uppvärmning, ventilation, tappvarmvatten samt drift av spa och restaurangkök är exempel på delar i kartläggningen. Information och mätutrustningen som finns tillhanda är knapp och därför delas byggnaden in i relativt stora delar. En kartläggning kan dock göras väldigt noggrant, exempelvis hur mycket en lampa i ett konferensrum använder.

3.3.2 Hotellets energianvändning

Hotellets energiförluster består av transmissionsförluster, Q_{trans} , ventilationsförluster, Q_v , samt energiförluster genom luftläckage (ofrivillig ventilation), Q_{ov} . I transmissionsförlusterna räknas också köldbryggor in i modellen med ett schablonvärde. Utöver detta tillkommer energi för uppvärmning av tappvarmvatten, E_{tvv} , samt energi för drift av spa, E_{spa} , och kök, $E_{kök}$. För att beräkna hotellets energianvändning används gradtimmemetoden enligt ekvation 1 med uppskattningen att årsmedeltemperaturen gäller under årets alla timmar. Total energianvändning beräknas enligt ekvation (1).

$$E_{tot} = (Q_{trans} + Q_v + Q_{ov}) \cdot G_t + E_{tvv} + E_{spa} + E_{kök} \quad (\text{kWh/år}) \quad (1)$$

3.4 Termografering

Termografering utfördes genom en genomgång av byggnaden, med fokus dels på områden som ägaren identifierat som problematiska, dels på områden som bedömdes kunna vara problematiska utifrån egna erfarenheter och kvalificerade bedömningar. Detta gjordes för att identifiera synliga läckor och springor, bedöma fönsters kvalitet samt ge en indikation på var de största energiförlusterna fanns. Undersökningen koncentrerades främst på anslutningar mellan fönster eller dörrar och väggar. Resultaten

användes som underlag för att avgöra vilka delar av byggnaden som skulle analyseras och beräknas ytterligare.

Inga beräkningar baserades på dessa mätningar, eftersom köldbryggeberäkningar från grunden bedömdes inte vara centrala för denna studie. Utrustningen för termograferingen lånades från Lunds universitet, vid samma tillfälle lärdes det även hur en termografering fungerar och vad man bör ha i beaktande.

3.5 Simuleringar i VIP Energy

För att få åtminstone två olika teoretiska beräkningar valdes det bland annat att göra simuleringar i VIP Energy som från och med nu kommer att kallas VIP. För att göra simuleringen i VIP behövdes areor för olika byggdelar, såsom tak, golv, ytterväggar, fönster och dörrar. Även vilken sorts byggnadsmaterial och tjocklek som används behövs för att VIP ska kunna beräkna U-värden. Med VIP kunde det även ses hur solen påverkar värmen i byggnaden. Resultatet i VIP jämfördes sedan med handberäkningar. I VIP kunde det även enkelt ses hur stor skillnad exempelvis ett fönster med lägre U-värde hade på energitågningen under ett år.

3.6 Handberäkningar av U-värden

U-värden för de olika väggtyperna har beräknats enligt Sandin (2010). Beräkningarna omfattar alla byggnadsdelar där färdiga U-värden inte kan användas direkt, främst sammansatta delar såsom väggar, tak och grund, och bygger på de tidigare antagandena om väggarnas tidstypiska uppbyggnad. Resultaten har använts för vidare beräkningar och analyser av byggnadens energiprestanda.

3.6.1 Beräkning av hotellets U-medelvärde

Med U-värden och areor beräknade togs medelvärden för de olika byggnaderna fram. Det gjordes genom att multiplicera U-värdena med areorna för att få $U \cdot A$ som har enheten W/K.

$$U_m = \frac{\sum U \cdot A}{\sum A} \quad \text{W/(m}^2 \cdot \text{K)} \quad (11)$$

3.6.2 Lambdavärdesmetod och U-värdesmetod

U-värde enligt lambdavärdesmetoden beräknas: $U_\lambda = \frac{1}{R}$ (12)

R = Värmemotstånd ($\text{m}^2 \text{K/W}$)

U-värde enligt U-värdesmetoden beräknas: $U_u = \frac{p_{isol}}{R_{isol}} + \frac{p_{regel}}{R_{regel}}$ (13)

p_{isol} = andel isolering

R_{isol} = Isoleringens R – värde

p_{regel} = andel reglar

R_{regel} = Reglarnas R – värde

Dessa kan sedan kombineras för att beräkna ett medelvärde av metoderna.

$$\text{U-medel: } U_m = \frac{2 \cdot U_u \cdot U_\lambda}{U_u + U_\lambda} \quad (14)$$

3.7 Kostnadsuppskattningar i Wikells

För att beräkna kostnad för de olika föreslagna åtgärderna har Wikells kalkylprogram (Wikells byggberäkningar, 2025) använts, där antal och pris på produkter anges. Programmets inbyggda arbetskostnader har använts, vilka antas vara aktuella för respektive område. Priset på inköpt el är ett medeltal av spotpriser på elbörsen Nord pool för elområde 4 (Södra Sverige).

3.8 AI-stöd

AI-baserade verktyg har använts som stöd i arbetet med denna rapport för tre huvudsakliga syften. Främst har verktyget använts som en avancerad sökmotor för att hitta aktuella och relevanta källor under arbetet med litteraturstudien. Exempel på sökbegrepp har varit frågor om huruvida det finns branschstandarder för schablonvärden vid energiberäkningar samt var sådan information kan hittas. Verktyget har även använts som hjälp vid utformningen av rapportens struktur samt för att ge förslag på omformuleringar och språkförbättringar.

All text och allt innehåll är producerade av författarna, som också ansvarar för tolkningar, analys och slutsatser.

3.9 Osäkerheter och antaganden

För en byggnad som byggts, byggts ut och renoverats under 100 år utan väldokumenterad renovering fram till 2006 (dokumentation har skett sedan dess) finns det en del oklarheter. För att minska osäkerheterna har liknande byggnader från samma tidsperiod samt energieffektiviseringsåtgärder i dessa byggnader studerats (Berhane, 2022; Byberg & Ölmgren, 2022; Olsson & Al Mawla, 2019).

Två platsbesök på hotellet har också genomförts. Vid besöken studerades och dokumenterades relevanta byggnadsdelar, framför allt väggar, fönster och tak. För övriga byggnadsdelar som bedömdes vara relevanta, men inte tillgängliga, till exempel grundkonstruktioner, har tidstypiska konstruktionslösningar antagits.

Andra osäkerheter är beräkningar på ekonomisk lönsamhet. Elpriset, kostnaden för byggnadsmaterial och annat kan ändras från dag till dag. Även den ekonomiska aspekten av att betala ränta på ett lån kan variera från år till år. Därför bör man ta i beaktande att den ekonomiska kalkylen är en fingervisning med en beräknad kostnad i dagsläget.

4 Beskrivning och beräkning av indata för fallstudien

Formaterat: Rubrik 1

I detta kapitel beskrivs de indata som använts för handberäkningar och simuleringar.

3.8.14.1 Beräkning av transmissionsförluster

Formaterat: Rubrik 2

Hotelllets sammanlagda transmissionsförluster beräknas genom att summera transmissionsförlusterna för samtliga byggnadsdelar och därefter justera för köldbryggor.

Areorna för respektive byggnadsdel har först beräknats. Detta har gjorts genom att manuellt ta ut mått från bygghandlingar från cirka 2006, då "Sidobyggnaden" planerades.

3.8.1.4.1.1 Beräkning av grundkonstruktion

Formaterat: Rubrik 3

För att beräkna U-värdet (Sandin, 2010, s.39) för de olika golven har mått tagits från sektioner på ritningarna. Det har gjorts kvalificerade gissningar eftersom det är svårt att veta vad som exakt finns under golvbrädor, klinkers och heltäckningsmattor. I den äldsta huvudbyggnaden borde det inte finnas någon form av isolering, möjligen ett skikt för att förhindra drag. För de övriga byggnaderna är beräkningarna gjorda med val av tidstypiska material och isolering för den tid de byggdes. Måtten är tagna från insidan av väggarna.

Grundkonstruktionens U-värde beräknas (ISO 13370:2017).

$$U_{grund} = \frac{\lambda_{mark}}{\lambda_{mark} \cdot R_{golv} + \frac{0,457 \cdot \lambda_{mark}}{0,5 \cdot P} + w} \quad \text{W/(m}^2 \cdot \text{K)} \quad (2)$$

$$R_{si} = R_{inne} = 0,17 \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$$

$$R_{se} = R_{ute} = 0,04 \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$$

$$\lambda_{mark} = \text{Markens värmekonduktivitet} \quad \text{W/(m} \cdot \text{K)}$$

$$R_{golv} = \text{Golvets värmemotstånd} + R_{si} + R_{se} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$$

$$P = \text{golvets omkrets} \quad \text{m}$$

$$w = \text{vägg tjockleken} \quad \text{m}$$

λ_{mark} sätts till 1,40 för dränerande sand (Sandin, 2010, tabell 2.3).

3.8.1.24.1.2 Beräkning av tak

Formaterat: Rubrik 3

Beräkningen för vinterträdgårdens tak är som följer:

Tjockleken på taket är 0,3 meter enligt mått på sektionen.
Takstolarnas dimension är 45x220 mm med cc 1200.

På utsidan syns en svart bitumenbaserad takpapp och på insidan glespanel.

$$\lambda_{res} = \frac{45}{1200} \cdot 0,14 + \frac{1155}{1200} \cdot 0,04 = 0,044 \quad \text{W/(m} \cdot \text{K)}$$

Rimligt R-värde för glespanelen är 0,15, alternativt kan man bortse från detta (Sandin, 2010, s.45). Beräkningen görs utan R-värde för glespanelen för att erhålla ett värde på den säkra sidan.

3.8.1.34.1.3 Beräkning av köldbryggor

Utöver transmissionsförluster måste köldbryggor tas i beaktning. Termografering av utvalda delar av byggnaden har genomförts. Att använda termografering för att beräkna köldbryggor är nästan omöjligt på grund av alla faktorer, men resultaten kan användas för att redovisa och illustrera tydliga köldbryggor.

För att ta hänsyn till köldbryggorna i energiberäkningen används i stället ett schablonvärde på 20%, vilket är ett ofta använt värde för äldre byggnader vid ombyggnationer (El Kari, 2023).

Formaterat: Rubrik 3

3.8.1.44.1.4 Beräkning av transmissionsförluster

Transmissionsförluster via fysiska ytor:

$$Q_{trans} = 1,2 \cdot (\sum_i U_i \cdot A_i) \quad \text{W/K} \quad (3)$$

För att värdet ska uttryckas i kilowattimmar per år multipliceras det med gradtimmarna, se avsnitt 2.6.2.

$$E_{trans} = Q_{trans} \cdot G_t \quad \text{kWh/år} \quad (4)$$

Formaterat: Rubrik 3

3.8.2.2 Beräkning av ventilationsförluster och luftläckage

För att beräkna energiförlusterna via ventilationen (q_v) behövs ventilationsflödet för byggnaden. I följande beräkning används formler för ventilationsflöden och energiförluster (Warfvinge & Dahlblom, 2010). Det bästa hade varit siffror från en genomförd obligatorisk ventilationskontroll (OVK), då detta inte fanns tillgängligt används i stället rekommendationer från Arbetsmiljöverket.

Efterföljs råd från Arbetsmiljöverket (AFS 2020:1) behövs minst 7 l/s per gäst + personal utöver ett grundflöde på 0,35 l/sm². En rekommendation är dock 9 l/s per gäst för att bibehålla god luftkvalitet. I beräkningarna används värdet 9 l/s för att följa det rekommenderade flödet.

Transmissionsförluster via ventilationen:

$$Q_v = \rho \cdot c_p \cdot q_v \cdot (1 - \eta) \quad \text{W/K} \quad (5)$$

Formaterat: Rubrik 2

$$\begin{aligned}
 q_v &= 9 \cdot 312 + 12 \cdot 30 = 3\,168 \text{ l/s} = 3,17 \text{ m}^3/\text{s} \\
 \rho &= \text{luftens densitet (1,2 kg/m}^3\text{)} \\
 c_p &= \text{luftens värmekapacitet (1000 J/kgK)} \\
 q_v &= \text{styrt ventilationsflöde (m}^3/\text{s)} \\
 E_v &= Q_v \cdot G_t \quad \text{kWh/år} \quad (6)
 \end{aligned}$$

Luftläckaget i äldre otätade hus, som Smygehus Havsbad till största delen är, antas vara mellan 0,3–0,4 l/h (Farsäter, 2024). Medelvärdet av detta används för uppskattning av läckaget.

Luftläckaget beräknas enligt:

$$q_{ov} = n \cdot V \cdot \frac{1}{3600} \quad \text{m}^3/\text{s} \quad (7)$$

Den specifika läckageförlusten, Q_{ov} , beräknas (Warfvinge & Dahlblom, 2010, ekvation 4:12).

$$Q_{ov} = \rho \cdot c_p \cdot q_{ov} \quad \text{W/K} \quad (8)$$

Och energimängden per år beräknas enligt:

$$E_{ov} = Q_{ov} \cdot G_t \quad \text{kWh/år} \quad (9)$$

4.3 Beräkning av övriga energibehov

Formaterat: Rubrik 2

3-8.34.3.1 Beräkning av energi för tappvarmvatten

För att uppskatta energin som går åt till uppvärmning används information från Boverket. Enligt Boverkets föreskrifter ska tappvarmvattenenergin för lokalbyggnader antas uppgå till 2 kWh/m² A_{temp} och år (Boverket, 2016:12, kap. 2§7), se nedan:

$$E_{tvv} = 2 \text{ kWh/m}^2 \cdot A_{temp} \quad \text{kWh/år} \quad (10)$$

Detta gäller för samtliga lokalkategorier, och eftersom Hotell Smygehus är en blandverksamhet med hotell, spa, restaurang och konferens anses detta vara en lämplig och fullt tillräcklig approximation. För SPA-avdelningen och restaurangköket har dock beräkningar gjorts separat och dessa värden har lagts till den totala uppskattningen.

3-8.44.3.2 Beräkning av energi för utrustning

För att kunna beräkna hur mycket energi som går åt till uppvärmning måste hotellets drift borträknas. Det är främst restaurangköket samt spaavdelningen som står för energianvändningen vid drift.

3.8.4.14.3.2.1 Drift av köksutrustning

Hur mycket energi drar ett restaurangkök? Eftersom det saknas elmätare eller andra direkta sätt att mäta kökets energianvändning måste användningen uppskattas.

Utöver transmissionsförluster och uppvärmning av tappvarmvatten har restaurangdelen mycket energikrävande utrustning som bör tas med i beräkningen. Eftersom transmissionsförlusterna och energin för tappvarmvatten redan har beräknats för hela byggnaden som ett enda objekt ska dessa inte beräknas igen.

3.8.4.24.3.2.2 Drift av SPA-utrustning

För att beräkna energibehovet för spaet har en generell beräkning gjorts med hjälp av medelvärdet från andra spaanläggningar. Enligt statistik från Energimyndigheten använder badhus i Sverige i genomsnitt cirka 400 kWh/m² och år (Energimyndigheten, u.ä.). Detta värde används här som en approximation för hotellets spa.

Spaet är 11,6 m bred och 15,2 m lång, vilket ger en area på 176,32m², spaet beräknas därför behöva:

$$E_{spa} = 400 \text{ kWh/m}^2 \cdot 176,32 \text{ m}^2 = 70\,528 \text{ kWh}$$

Eftersom det beräknade värdet för spaet utgör ett mått på den totala energin måste energibehovet för transmissionsförluster och uppvärmning av tappvarmvatten borträknas för att undvika dubbelräkning. Som en enkel approximation antas energin för dessa poster vara proportionell mot spaets golvarea. Byggnadens totala area uppgår till 1 584 m², vilket ger följande värden för transmissionsförluster respektive uppvärmning av tappvarmvatten.

$$E_{tvv,SPA} = 3\,170 \text{ kWh} \cdot \frac{176,32 \text{ m}^2}{1584,12 \text{ m}^2} = 353 \text{ kWh}$$

$$E_{t,SPA} = 170\,342 \text{ kWh} \cdot \frac{176,32 \text{ m}^2}{1584,12 \text{ m}^2} = 18\,960 \text{ kWh}$$

Till spa-avdelningen hör även en utomhuspool. En öppen utomhuspool är mycket energikrävande, särskilt vid låga utomhustemperaturer. För att uppskatta poolens energiåtgång används data från värmepumpstillverkaren Dimplex. I deras projektmanual finns riktvärden för den effekt som krävs för att upprätthålla konstant vattentemperatur i en öppen utomhuspool (Dimplex, 2021), se tabell 3.1 nedan.

Tabell 3.1: Referensvärden för värmeeffektbehovet för utomhuspooler vid användning maj - september

	Vattentemperatur		
	20°C	24°C	28°C
Med tak	100 W/m ²	150 W/m ²	200 W/m ²
Utan tak - skyddat läge	200 W/m ²	400 W/m ²	600 W/m ²
Utan tak - delvis skyddat läge	300 W/m ²	500 W/m ²	700 W/m ²
Utan tak - oskyddat läge	450 W/m ²	800 W/m ²	1000 W/m ²

Värdena i tabell 3.1 gäller för ett centraleuropeiskt sommarklimat och behöver justeras för svenska förhållanden samt för en pool som är öppen året runt. Den centraleuropeiska dygnsmedeltemperaturen för perioden maj–september, som tabellen baseras på, uppskattas till 15 °C.

Utomhuspoolen på Smygehus Havsbad håller en temperatur på 27 grader och är öppen för gäster kl. 16-21 dagligen. Under övriga tider täcks poolen med ett pooltak. Poolens area uppgår till cirka 10 m × 4 m. Miljön på Smygehus kan klassas som “delvis skyddat läge”, eftersom poolen ligger vid havet och delvis skyddas av ett vindskydd mot havssidan. Temperaturen i Sverige är dessutom lägre än referensvärdet. Temperatur för de olika månaderna, samt beräknat årsmedel, återfinns i tabell 3.2 (Vackertväder, u.å.).

Tabell 3.2: Lufttemperatur för Smygehamn år 2024.

Månad	Temperatur (°C)
Januari	0,7
Februari	3,7
Mars	4,2
April	6,6
Maj	12,8
Juni	15,1
Juli	16,8
Augusti	17,5
September	15,9
Oktober	11,5
November	6,8
December	5,3
Årsmedel	9,7

Värdena i tabell 3.2 har använts för att anpassa referensvärdena för värmeeffektbehovet i tabell 3.1 till lokala förhållanden vid Smygehus. Detta har gjorts genom att skala om effekterna proportionellt med temperaturskillnaden. Därefter multipliceras värdena med poolens area samt antalet timmar den är i drift, både i fallen med och utan tak, för att beräkna energianvändningen i kWh per år.

$$E_{tak} = 200 \text{ W/m}^2 \cdot \frac{(27 - 9,7)}{(28 - 15)} \cdot (4\text{m} \cdot 10\text{m}) \cdot 19\text{h} \cdot 365 = 74\,000 \text{ kWh}$$

$$E_{öppen} = 700 \text{ W/m}^2 \cdot \frac{(27 - 9,7)}{(28 - 15)} \cdot (4\text{m} \cdot 10\text{m}) \cdot 5\text{h} \cdot 365 = 68\,000 \text{ kWh}$$

$$E_{utepool} = 74\,000 \text{ kWh} + 68\,000 \text{ kWh} = 142\,000 \text{ kWh}$$

Det totala energibehovet för spadelen beräknas genom att summera de olika energiposterna. Energi för transmissionsförluster och tappvarmvatten tas bort, medan energibehovet för uppvärmning av vatten och drift läggs till. Resultatet blir spaets totala energibehov:

$$E_{SPA,inne} = 70\,528 \text{ kWh} - (353 \text{ kWh} + 18\,960 \text{ kWh}) = 51\,215 \text{ kWh}$$

$$E_{SPA,total} = 51\,215 \text{ kWh} + 142\,000 \text{ kWh} = 193\,215 \text{ kWh}$$

305 Resultat och Analys

5.1 ~~4.1~~ Energikartläggning av hotellet

~~30.1.45.1.1~~ Hotelllets uppbyggnad

Den äldsta byggnaden, som stod klar 1919, har ytterväggar av tegel. Den ena halvan av byggnaden är uppförd i ett plan medan den andra halvan är uppförd i två plan. I båda våningsplanen är yttermuren lagd i två stens tjocklek med en spritputsad fasad. Insidan är putsad och målad. Grunden består av cirka tre fjärdedelar krypgrund, resterande del är källare. Fönstren är inte längre original utan har bytts ut till senare installerade kopplade 2-glasfönster, dock långt ifrån toppmoderna fönster. Vinden har kvar ett trägolv med isolering undertill. Rött tegel pryder taket.

Huvudbyggnaden har senare byggts ut västerut med det som kallas "tillbyggnaden". Information om ett exakt årtal för när den byggdes är inte tillgänglig. Dock finns information om att början till vinterträdgården och flera fristående hus runtom fick bygglov 1978, så det antas att denna del är byggd samtidigt. Tillbyggnaden har full källarvåning med oisolerade betongväggar. Plan 1 och 2 har tegelfasad. På plan 1 syns

Formaterat: Flernivålista + Nivå: 2 +
Numreringsformat: 1, 2, 3, ... + Starta vid: 1 + Justering:
Vänster + Justerad vid: 0 cm + Indrag vid: 1,02 cm

tegel på insidan av väggarna. Taket matchar huvudbyggnaden med rött tegel. Ingen inspektion av vinden kunde göras, vilket innebär att ett antagande har gjorts om eventuell isolering. Byggnaden har även nyare takkupor med fönster mot havet samt en passage som leder till huvudbyggnaden. Tjockleken på kupornas väggar och tak är inte tjockare än djupet på en fönsterkarm.

Samtidigt som tillbyggnaden påbörjades, började även vinterträdgården byggas. Först var det en stor terrass, men under 80-talet fick den väggar och tak. Ytterväggarna är träregelväggar med träfasad. Taket är ett varmt tak som täcks av takpapp. Här finns 23 kupade takfönster från 80-talet. Under dessa finns ett kraftigt kallras. Längs hela fasaden mot havet finns stora 2-glasfönster med isolerruta, även dessa från 80-talet. Vinterträdgården är öppen mot huvudbyggnaden där man har tagit bort delar av huvudbyggnadens äldre yttermur.

Under 2007 byggdes det som kallas "Sidobyggnaden". Här finns hotellrum samt spaavdelning. På källarplanet finns spaavdelningen och på övre planet konferensrum samt hotellrum. Väggarna är murade i lättbetong, och vinden är en kallvind med tegeltak likt de äldre byggnaderna. Här kunde inte heller en inspektion på vinden göras, mått för isolering har istället tagits från byggritningar.

I huvudbyggnaden uppe på vinden kikade solen in bland vissa av de gamla pärtorna i yttertaket. Det bedömdes att det är en kallvind och att eventuell isolering sitter i bjälklaget. Halm stack ut mellan brädorna i bjälklaget, vilket antogs vara den enda isoleringen.

30.4.25.1.2 Värmesystem

Hotellet värms idag upp av elradiatorer samt luft-/luftvärmepumpar. En genomförd inventering visar att det finns 34 element och 3 luftvärmepumpar i hotellets äldre del. Den nyare delen som kallas "sidobyggnad" och dess hotellrum värms upp av golvvärme.

30.4.35.1.3 Transmissionsförluster

De beräknade areorna redovisas i tabell 4.1, 4.2 samt 4.3 i bilaga 1.

Beräkningar har utförts för varje byggnadsdel, det vill säga tak, yttervägg och golv. Olika byggnadsdelar och dess redovisade beräkningar har valts från olika byggnader för att få variation.

30.4.3.45.1.3.1 Grund: (Del 1, Huvudbyggnad)

Mätning på ritning ger $Area_{grund} = 408m^2$ och $Omkrets = 90m$

Grundens R-värde visas i tabell 4.4.

Tabell 4.4: Del 1, Grund - redovisning av U_m beräkning – Huvudbyggnad

Skikt	d (m)	λ (W/mK)	R (m^2K/W)
-------	-------	------------------	----------------

Energieffektiv renovering av Smygehus havsbad

Insida			0,17
Betong	0,40	1,70	0,24
Makadam	0,15		0,20
Utsida			0,04
			0,65

Beräkning enligt ekvation (2) ger $U_{grund} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

Samma typ av lösning används för att beräkna u-medelvärden för de resterande byggnadsdelarna. Här följer medel U-värdet för golv på alla byggnader.

Huvudbyggnad: 0,252 W/m²K

Vinterträdgård: 0,440 W/m²K

Sidobyggnad: 0,090 W/m²K

Tillbyggnad: 0,600 W/m²K

Vinterträdgården var från början byggd utan väggar och tak och var alltså inte tänkt att hållas varm. Enligt sektionsritningen är det 100 mm betong på krypgrunden. Det finns inget som tyder på att den har isolerats i efterhand.

Sidobyggnaden byggdes 2007 och borde alltså ha följt Boverkets byggregler (BBR, BFS 1993:57, ändringar t.o.m. 2006:12, s.177). Detta innebär att golvet skulle ha ett U-värde på högst 0,15 W/m²K. Enligt sektionsritningen ser det ut att finnas 300 mm isolering, vilket ger ett godkänt U-värde.

Tillbyggnaden, som följer Svensk Byggnorm (SBN 1975, utgåva 3, tabell 33.21, s.189), har ett gränsvärde på 0,60 W/m²K. Eftersom det inte finns uppgifter om vad som finns under betongen användes 0,60 W/m²K i handberäkningen samt i VIP.

30.1.3.25.1.3.2 Ytterväggar: (Del 2, Tillbyggnad)

Enligt sektionen på tillbyggnaden är ytterväggens tjocklek 0,4 m. Vid inventeringen sågs tegel på både in och utsidan. Eftersom denna tillbyggnad är från slutet av 70-talet antas det att det bör finnas isolering i väggen. Eventuell ångspärr redovisas inte eftersom den inte påverkar väggens U-värde. Beräkningen uppfyller dessutom kraven från Svensk byggnorm 1975 (SBN 1975, utgåva 3, tabell 33.21, s.189).

Tabell 4.5: Del 2, Ytterväggar - redovisning av U_m beräkning – Tillbyggnad

Skikt	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	R (λ -metod) (m ² K/W)	R _{isol} (U-metod) (m ² K/W)	R _{regel} (U-metod) (m ² K/W)
Inne			0,13	0,13	0,13	0,13
Tegel	0,115	0,6	0,19	0,19	0,19	0,19
Regel	0,145	0,14	1,04			1,04
Isolering	0,145	0,04	3,63		3,63	
Regel+isol	0,145	0,05	2,9	2,9		
Tegel+spalt	0,115 + 0,025		-	-	-	-
Ute			0,13	0,13	0,13	0,13

Energieffektiv renovering av Smygehus havsbad

	0,4		$\Sigma R=$	3,2	3,9	1,4
--	-----	--	-------------	-----	-----	-----

$d = \text{tjocklek på skiktet (m)}$

$d = \text{Värmeledningsförmåga (W/mK)}$

$R = \text{Värmeisolering (m}^2\text{K/W)}$

Beräkning enligt lambdavärdesmetoden, se ekvation (12), ger $U_{\lambda} = 0,310 \text{ W/m}^2\text{K}$ och beräkning enligt U-värdesmetoden, ekvation (13) ger $U_u = 0,329 \text{ W/m}^2\text{K}$. U-medel enligt ekvation (14) ger $U_m = 0,320 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

På samma sätt har U-värdet beräknats för de andra typerna av ytterväggar. Huvudbyggnadens ytterväggar, som är murade i tvåstenstegel, har det klart högsta U-värdet. De övriga byggnaderna ligger ganska lika med sin isolering och sina block i lättbetong.

Här följer medel U-värdet för ytterväggar på alla byggnader.

Huvudbyggnad: 1,00 W/m²K

Vinterträdgård: 0,34 W/m²K

Sidobyggnad: 0,17 W/m²K

Tillbyggnad: 0,32 W/m²K

Huvudbyggnadens ytterväggar beräknas vara uppbyggda av 0,5 meter tegel plus puts.

Vinterträdgården har en träregelvägg med en total tjocklek på 200 mm. Det ger ett relativt högt U-värde på väggen. Men man kan komma ihåg att fasadens yta mot havet till mycket stor del består av fönster.

Sidobyggnadens ytterväggar är uppbyggda av träreglar och har en tjocklek på 400 mm. Fasaden är målat tegel. Enligt BBR kan 0,18 användas som riktvärde för ytterväggar. Används standardmått för regler på 0,265m isolering så landar U-värdet inom maxvärdet.

30.4.3-35.1.3.3 Tak: (Del 3 Vinterträdgård - varmt tak)

R-värdet för taket på vinterträdgården visas i tabell 4.6.

Tabell 4.6: Del 3, Tak - redovisning av U_m beräkning – Vinterträdgård

Skikt	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	R (λ - metod) (m ² K/W)	R_{isol} (U- metod) (m ² K/W)	R_{regel} (U- metod) (m ² K/W)
Ute			0,04	0,04	0,04	0,04
Papp + råspont			0	0	0	0
Min.ull	0,22	0,04	5,50		5,50	
Takstol	0,22	0,14	1,57			1,57
Takstol+min.ull	0,22	0,044	5,0	5,0		
Glespanel			0	0	0	0
Inne			0,1	0,1	0,1	0,1
			$\Sigma R:$	5,14	5,64	1,71

Beräkning enligt lambdavärdesmetoden, se ekvation (12), ger $U_{\lambda} = 0,195 \text{ W/m}^2\text{K}$ och beräkning enligt U-värdesmetoden, ekvation (13) ger $U_u = 0,198 \text{ W/m}^2\text{K}$. U-medel enligt ekvation (14) ger $U_m = 0,197 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

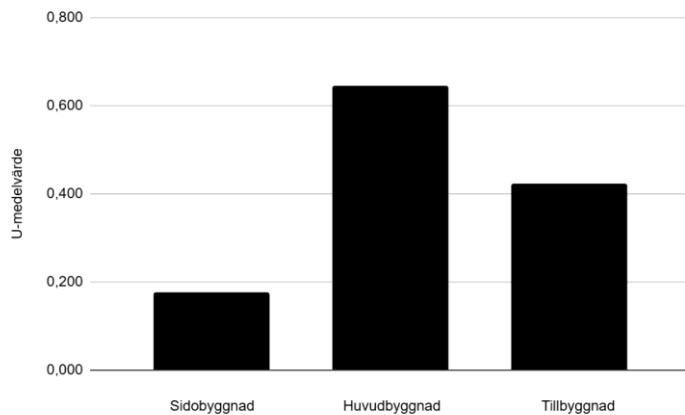
Här följer medel U-värdet för alla de olika taken.

Huvudbyggnad: $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vinterträdgård: $0,197 \text{ W/m}^2\text{K}$
Sidobyggnad: $0,087 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tillbyggnad: $0,213 \text{ W/m}^2\text{K}$

Som vi återigen kan se är det huvudbyggnaden som sticker ut jämfört med de nyare byggnaderna.

30.1.3.45.1.3.4 Hotelllets U-medelvärde

De beräknade U-medelvärdena finns i bilaga B, tabell 4.7. Nedan finns ett diagram som visar U-medel för de olika byggnaderna till hotellet.



Figur 1: Jämförelse av U-medelvärde för de olika delbyggnaderna

Som resultatet visar i figur 1 står huvudbyggnaden och vinterträdgården för mer än sidobyggnaden och tillbyggnaden sammanlagt. Här finns det potential för förbättringar.

30.1.3.55.1.3.5 Köldbryggor

Bilderna från termograferingen återfinns i Bilaga C.

30.1.3.65.1.3.6 Beräkning av transmissionsförluster

Transmissionsförlusterna enligt ekvation (3), för respektive del ser som följande.

Huvudbyggnad:	706,1 W/K
Vinterträdgård:	362,3 W/K
Sidobyggnad:	256,2 W/K
Tillbyggnad:	182,4 W/K
Totalt:	1480,3 W/K

Eftersom hotellet till största delen är en äldre byggnad sätts gränstemperaturen till 17 °C. Normalårstemperaturen har hämtats från tabellvärden (Warfvinge & Dahlblom, 2010, tabell 4.5). Värdet 7,9 °C för Lund används eftersom detta är den närmaste orten som finns representerad. Gradtimmarna hämtas också från tabellvärden (Warfvinge & Dahlblom, 2010, tabell 4.4), och med en balanstemperatur på 17 °C samt Lund som referensort blir, efter linjär interpolation, värdet för platsen, 83 570 °C·h/år.

Transmissionsförlusterna blir, enligt ekvation (4), $E_{trans} = 123\,709\text{ kWh/år}$.

30.1.45.1.4 Ventilationsförluster

Restaurangen har en kapacitet på 120 gäster och konferensen kan ta emot 160 personer. Sidobyggnaden har även 14 hotellrum vilka inrymmer följande: En juniorsvit med plats för 5 personer och ett superiörtrum för 3 personer, de 12 övriga rummen är dubbelrum för två personer. Detta ger ett maximalt antal på 312 gäster samtidigt. Antagligen kunde det vara personer i spaavdelningen på samma gång men det drivs av ett eget ventilationsaggregat. Personalstyrkan bör vara 12 servitörer och 6 som arbetar i köket, plus övrig personal blir det 30 personer, för dessa används värdet 12 l/s.

Transmissionsförluster via ventilationen beräknas enligt ekvation (6) och ger $E_v = 50864\text{ kWh/år}$

30.1.55.1.5 Luftläckage

Byggnadens hela volym beräknas i tabell 4.7 nedan.

Tabell 4.7: Volymberäkning av byggnaden

Byggnad	Plan	Golvarea (m²)	Höjd (m)	Volym (m³)
Sidobyggnad	Plan 1	343,1	2,8	960,75
	Källare	343,1	2,8	960,75
Huvudbyggnad	Plan 1 - hög del	202,5	3,14	635,85
	Plan 1 - låg del	202,5	2,73	552,83
	Vinterträdgård	207,3	2,75	570,08
	Plan 2	140,4	2,4	336,96
	Källare	108,7	2,05	222,75

Energieffektiv renovering av Smygehus havsbud

Tillbyggnad	Plan 1	93,1	2,58	240,25
	Plan 2	57,6	2,33	134,14
	Källare	93,1	2,31	215,11
				4 829

Luftläckaget enligt ekvation (7) beräknas till $q_{ov} = 0,47m^3/s$ och läckageförlusten enligt ekvation (9) blir $E_{ov} = 47\,083\,kWh/år$.

30.4.65.1.6 Energi för tappvarmvatten

Den tempererade arean fås genom mätning på ritningar och sammanställs i tabell 4.8 nedan.

Tabell 4.8: Beräkning av tempererad area

Byggnad	Plan	Golvarea (m²)
Sidobyggnad	Källare	343,1
	Plan 1	343,1
Huvudbyggnad	Källare	108,7
	Plan 1	405
	Plan 2	140,4
Tillbyggnad	Källare	93,1
	Plan 1	93,2
	Plan 2	57,6
Total area		1584,1

Den årliga energiåtgången för uppvärmning av tappvarmvatten ger enligt ekvation (10) $E_{tvv} = 3\,170\,kWh$.

30.4.75.1.7 Drift av utrustning

30.4.7.45.1.7.1 Drift av köksutrustning

I tabell 4.9 nedan listas den viktigaste köksutrustningen samt den uppskattade energiåtgången.

Energieffektiv renovering av Smygehus havsbad

Tabell 4.9: Uppskattad energiförbrukning för restaurangens utrustning

Köksutrustning	Effekt (W)	Drift/dag (h)	Energi/år (kWh)
Disk WD4	4 950	4	7 227
Disk WD6	9 900	4	14 454
Ismaskin	420	24	3 679
Kaffe	6 180	2	4 511
Värmeskap	1 000	4	1 460
Kylbänk			1 156
Fritös	18 000	1	3 285
Stekbord	11 400	2	8 322
Kokgryta	15 000	2	10 950
Kallbänk	350	10	1 278
			56 322

Den totala uppskattade energiförbrukningen för restaurangdelen blir därmed 56 322 kWh.

30.4.7.25.1.7.2 Drift av SPA-utrustning

Ventilationen i spa-avdelningen sköts av ett luftbehandlingsaggregat från Menerga. Detta aggregat är mycket energieffektivt och har värmeåtervinning i 3-steg (luft-luft-värmeväxlare, värmepump till tilluft samt värmepump till bassängvatten). Enligt Menerga finns det ingen lönsamhet i att byta ut aggregatet i dagsläget. Energinbehovet för hela spa-avdelningen blir $E_{SPA,total} = 193\,215\text{ kWh}$

Som framgår av beräkningarna är utepoolen mycket energikrävande och utgör den klart största delen av spaets energibehov.

5.1.8 Beräknad energianvändning

Fördelningen av energianvändningen mellan olika poster, inklusive transmission, ventilation och övriga system, redovisas i tabell 4.10.

Tabell 4.10: Byggnadens energiförluster

Energiförlust	Energi (kWh)
Transmission	123 709
Ventilation	50 864
Luftläckage	47 083
Tappvarmvatten	3 170
Kök	56 322
Spa	51 215
Utepool	142 000
Totalt	474 363

30.25.2 Energisimuleringar med VIP

Den andra metoden för att uppskatta byggnadens energianvändning är simulering i programmet VIP Energy.

Formaterat: Flernivålista + Nivå: 3 +
Nummeringsformat: 1, 2, 3, ... + Starta vid: 1 + Justering:
Vänster + Justerad vid: 0 cm + Indrag vid: 1,27 cm

5.2.1 Grundmodell och jämförelse med handberäkning

Simuleringen utförs i VIP Energy (Version 4.3.6). Samtliga byggnader har inkluderats i modellen: huvudbyggnaden med vinterträdgård, sidobyggnaden och tillbyggnaden. Spaanläggningen ingår inte, eftersom programmet saknar beräkningsmodell för detta.

Följande resultat erhöles under simuleringen:

Värmeförsörjning: 318 204 kWh/år inklusive tappvarmvatten

Jämfört med handberäkningen (239 367 kWh + 3 170 kWh för tappvarmvatten) är VIP-resultatet cirka 76 000 kWh högre.

Formaterat: Flernivålista + Nivå: 3 +

Numreringsformat: 1, 2, 3, ... + Starta vid: 1 + Justering: Vänster + Justerad vid: 0 cm + Indrag vid: 1,27 cm

5.2.2 Byte av takfönster

Totalt finns 27 takfönster, vilka motsvarar en yta på 27 m². Dessa gamla kupoler har ett högt U-värde. Hotellägaren berättar även att han känner drag under dessa när det är kallt ute. Takfönstren antas ha ett U-värde på 3 W/m²K, vilket innebär ett relativt högt U-värde. Ett nytt takfönster har ett U-värde på cirka 1,2 för 2-glas eller 0,7 för ett dyrt 3-glasfönster.

Igensättning innebär att 10 av takfönstren täcks igen och får samma U-värde som resten av taket, resterande 17 byts ut mot nya takfönster.

En mindre beräkning för endast takfönstren görs för att få en ny $E_{uppv} = Q_{tot} \cdot G_t$

Tabell 4.11: Takfönsterberäkning

Typ	U (W/m ² K)	U·A (W/K)	E _{uppv} (kWh/år)
Original	3	81	927,8
2-glas	1,2	32,4	371,1
3-glas	0,7	18,9	216,5
2-glas + (igensättning)	1,2+(0,197)	22,37	256,2
3-glas + (igensättning)	0,7+(0,197)	13,87	158,9

Formaterat: Flernivålista + Nivå: 3 +

Numreringsformat: 1, 2, 3, ... + Starta vid: 1 + Justering: Vänster + Justerad vid: 0 cm + Indrag vid: 1,27 cm

5.2.3 4.2.3 Byte av äldre fönster i huvudbyggnaden samt vinterträdgård

Samtliga fönster i huvudbyggnaden och vinterträdgården beräknas behöva bytas. I tillbyggnaden är en del av fönstren relativt nya och antas ha ett lågt U-värde, de beräknas ändå. För tillbyggnaden genomförs två beräkningar: en där samtliga fönster byts (alternativ 1) och en där endast äldre fönster byts (alternativ 2).

Tabell 4.12: Beräkning för byte av äldre fönster

Byggnad	Typ	U (W/m ² K)	U·A (W/K)	E _{uppv} (kWh/år)
Huvudbyggnad	Original	2,4	71,46	818,5
	Nya 3-Glas	1,2	35,73	409,3
Vinterträdgård	Original	2,0	70,56	808,2
	Nya 3-Glas	1,1	38,81	444,5
Tillbyggnad (alt 1)	Original	1,2-3,0	31,07	355,9

Formaterat: Flernivålista + Nivå: 3 +

Numreringsformat: 1, 2, 3, ... + Starta vid: 1 + Justering: Vänster + Justerad vid: 0 cm + Indrag vid: 1,27 cm

Energieffektiv renovering av Smygehus havsbud

	Nya 3-Glas	1,1-1,3	19,94	228,4
Tillbyggnad (alt 2)	Original	1,2-3,0	31,07	355,9
	Nya 2 och 3-Glas	1,0-1,2	20,59	235,8

5.2.4 4.2.4 Tilläggsisolering av tunnare väggar

Tillbyggnaden är utrustad med två takkupor, vars väggar endast har samma tjocklek som fönsterkarmens bredd – cirka 115 mm. Även takkonstruktionen förefaller vara relativt tunn. Här bedöms det finnas potential för förbättrad isolering.

Vägg- och takkonstruktionerna i takkupan har ett uppskattat U-värde på cirka 0,53 W/m²K. Detta är visserligen bättre än för nya fönster, men betydligt högre än vad som gäller för en nyproducerad yttervägg enligt dagens standard.

30.35.3 Kostnadsberäkningar

I dessa kostnadsförslag presenteras specifika produkter som exempel. Dessa ska enbart ses som förslag – det finns naturligtvis många likvärdiga alternativ på marknaden. Produkterna har valts utifrån tillgången på tydlig och relevant information vid tidpunkten för sammanställningen.

Att produkterna kommer från etablerade tillverkare kan underlätta jämförbarhet och tillgång till produktinformation. Syftet har varit att ge en tydligare bild av möjliga lösningar, samt att underlätta jämförelser och fortsatt produktval genom att utgå från konkreta exempel.

Produktdata och prisinformation för fönsterlösningarna är hämtade från Nordiska Fönster.

5.3.1 4.3.1 Kostnad för byte av takfönster

För att minska energiförlusterna i restaurangen presenteras två alternativ för hur byggnadens samtliga takfönster kan hanteras. Samtliga 27 takfönster är placerade i restaurangdelen – 4 i den ursprungliga byggnaden och 23 i den utbyggda delen, den så kallade vinterträdgården. I vinterträdgården är fönstren monterade i två rader i taket.

Alternativ 1: Byte av samtliga takfönster

Samtliga 27 takfönster byts ut mot en modernare och mer energieffektiv modell. Detta alternativ bibehåller nuvarande ljusinsläpp i restaurangdelen.

Alternativ 2: Delvis byte och igensättning

Eftersom vinterträdgården har stora, tättsittande fönster i långväggen (ca 140x200 cm) som redan ger ett generöst ljusinsläpp, är det andra förslaget att endast den inre raden takfönster behålls. Den yttre raden, som sitter nära ytterväggen, sätts igen och ersätts med tak i samma konstruktion som det omgivande taket.

Formaterat: Flernivålista + Nivå: 3 +

Nummeringsformat: 1, 2, 3, ... + Starta vid: 1 + Justering:
Vänster + Justerad vid: 0 cm + Indrag vid: 1,27 cm

Formaterat: Flernivålista + Nivå: 3 +

Nummeringsformat: 1, 2, 3, ... + Starta vid: 1 + Justering:
Vänster + Justerad vid: 0 cm + Indrag vid: 1,27 cm

Detta alternativ innebär:

- Igensättning av 10 takfönster (den yttre raden i vinterträdgården)
- Byte av 17 takfönster (4 i ursprungsdel och 13 i den inre raden)

30.3.1.4.5.3.1.1 Byte av samtliga takfönster

Moderna fönster har utvecklats avsevärt de senaste decennierna, men det finns fortfarande variationer både i U-värde och prisnivå. Därför presenteras även här två alternativ. Det första är ett modernt och prisvärt standardfönster med ett U-värde på 1,2 – en lösning som uppfyller dagens krav på energieffektivitet till en rimlig kostnad. Det andra alternativet representerar det övre kvalitetssegmentet bland dagens fönsterprodukter, med ett U-värde på 0,7. Detta ger en högre energiprestanda, men till en högre kostnad jämfört med standardalternativet.

Byte av 27 fönster (2-glas, U-värde: 1,2)

Produkt: Takkupol Fast 2-glas DXC-C P2 - Fakro Tidlös, 1000x1000 mm, Nordiska Fönster, pris - 9 780 kr/st
Uppskattad totalkostnad: 394 000 kr

Byte av 27 fönster (3-glas, U-värde: 0,7)

Produkt: Platt Fast Takfönster 3-glas DXF DU6 - Fakro Tidlös, 1000x1000 mm, Nordiska Fönster, pris - 16 730 kr/st
Uppskattad totalkostnad: 582 000 kr

30.3.1.2.5.3.1.2 Byte samt igensättning av takfönster

För att underlätta jämförelsen med alternativet där samtliga fönster byts ut, används samma fönsterprodukter även i detta förslag. Vid igensättning av fönsteröppningar antas konstruktionen ha samma uppbyggnad som det omgivande taket.

Byte av fönster (2-glas, U-värde: 1,2) samt igensättning

Produkt: Takkupol Fast 2-glas DXC-C P2 - Fakro Tidlös, 1000x1000 mm, Nordiska Fönster, pris - 9 780 kr/st
Kostnad fönster: 248 300 kr
Kostnad igensättning: 21 500 kr
Uppskattad totalkostnad: 270 000 kr

Byte av fönster (3-glas, U-värde: 0,7) samt igensättning

Produkt: Platt Fast Takfönster 3-glas DXF DU6 - Fakro Tidlös, 1000x1000 mm, Nordiska Fönster, pris - 16 730 kr/st

Kostnad fönster: 366 400 kr
Kostnad igensättning: 21 500 kr
Uppskattad totalkostnad: 388 000 kr

30.3.25.3.2 Kostnad för byte av äldre fönster

Byte av 11x13-fönster i huvudbyggnaden (11 st) - Restaurangdel Plan 1

Byte av 11 fönster (3-glas, U-värde: 1,2)
Produkt: Utåtgående sidohängt 2-luft träfönster 3-glas (med spröjs) + karmhylsa monterat på fönster - Norrland, 1100x1300 mm, Nordiska Fönster, pris - 9 398 kr/st
Uppskattad totalkostnad: 172 900 kr

Byte av 11x4-fönster i huvudbyggnaden (2 st) - Källarfönster Plan 0

Byte av 2 fönster (3-glas, U-värde: 1,2)
Produkt: Fast fönster trä 3-glas + karmhylsa monterat på fönster - Norrland, 1100x400 mm, Nordiska Fönster, pris - 1 980 kr/st
Uppskattad totalkostnad: 14 200 kr

Byte av 6x12-fönster i huvudbyggnaden (4 st) - Toaletterna Plan 2

Byte av 4 fönster (3-glas, U-värde: 1,2)
Produkt: Utåtgående sidohängt 1-luft träfönster 3-glas (med spröjs) + karmhylsa monterat på fönster - Norrland, 600x1200 mm, Nordiska Fönster, pris - 4 798 kr/st
Uppskattad totalkostnad: 38 600 kr

Byte av 14x12-fönster i huvudbyggnaden (3 st)

Byte av 3 fönster (3-glas, U-värde: 1,2)
Produkt: Utåtgående sidohängt 2-luft träfönster 3-glas + karmhylsa monterat på fönster - Norrland, 1400x1200 mm, Nordiska Fönster, pris - 8 112 kr/st
Uppskattad totalkostnad: 45 200 kr

Byte av 18x12-fönster i huvudbyggnaden (2 st)

Byte av 3 fönster (3-glas, U-värde: 1,2)
Produkt: Utåtgående sidohängt 3-luft träfönster 3-glas + karmhylsa monterat på fönster - Norrland, 1800x1200 mm, Nordiska Fönster, pris - 11 401 kr/st
Uppskattad totalkostnad: 39 000 kr

Byte av 12x14-fönster i vinterträdgården (1 st)

Byte av 1 fönster (3-glas, U-värde: 1,1)

Produkt: Fast fönster trä 3-glas + karmhylsa monterat på fönster - Norrland, 1200x1400 mm, Nordiska Fönster, pris - 3703 kr/st
Uppskattad total kostnad: 10 400 kr

Byte av 20x14-fönster i vinterträdgården (12 st)

Byte av 12 fönster (3-glas, U-värde: 1,1)
Produkt: Fast fönster trä 3-glas + karmhylsa monterat på fönster - Norrland, 1200x1400 mm, Nordiska Fönster, pris - 5346 kr/st
Uppskattad total kostnad: 170 200 kr

Byte av 10x4-fönster i tillbyggnaden (3 st)

Byte av 3 fönster (3-glas, U-värde: 1,1)
Produkt: Överkantshängt källarfönster trä 3-glas + karmhylsa monterat på fönster - Norrland, 1000x400 mm, Nordiska Fönster, pris - 2967 kr/st
Uppskattad total kostnad: 23 100 kr

Byte av 10x13-fönster i tillbyggnaden (2 st)

Byte av 2 fönster (3-glas, U-värde: 1,0)
Produkt: Utåtgående sidohängt 2-luft träfönster 3-glas (med spröjs) + karmhylsa monterat på fönster - Norrland Plus, 1000x1300 mm, Nordiska Fönster, pris - 9323 kr/st
Uppskattad total kostnad: 30 800 kr

Byte av 8x10-fönster i tillbyggnaden (3 st)

Byte av 3 fönster (3-glas, U-värde: 1,1)
Produkt: Vridfönster aluminium 3-glas + karmhylsa monterat på fönster - Norrland, 800x1000 mm, Nordiska Fönster, pris - 4809 kr/st
Uppskattad total kostnad: 29 700 kr

Byte av cirkulärt 800 mm-fönster i tillbyggnaden (1 st)

Byte av 1 fönster (2-glas, U-värde: 1,3)
Produkt: Fast runt fönster trä 2-glas + karmhylsa monterat på fönster - Norrland Plus, 800 mm, Nordiska Fönster, pris - 13 152 kr/st
Uppskattad total kostnad: 16 500 kr

30.3.35.3.3 Kostnad för tilläggsisolering

På Plan 2 i tillbyggnaden har ett konferensrum byggts inuti det kalla sadeltaket. Rummet har mycket tunna väggar, och samma väggtyp återfinns i passagen mellan huvudbyggnaden och tillbyggnaden. Vi föreslår att dessa väggar tilläggsisoleras med 45 mm mineralull. På grund av begränsat utrymme är ytterligare isolering inte realistisk. Väggytan som ska tilläggsisoleras uppgår till 56,4 m².

Uppskattad total kostnad: 38 800 kr

Först görs en sammanställning av olika energiposter, som sedan jämförs med den slutliga och faktiska energiåtgången för hela verksamheten.

Köpt energi (från faktura under 12 mån): 802 014 kWh

Teoretiska beräkningar:

Handberäkning uppvärmning:	221 656 kWh
Restaurangkök:	56322 kWh
Tappvarmvatten:	3170 kWh
Spa-avdelning:	193 215 kWh
Totalt:	474 363 kWh

VIP Energy: 318 204 kWh

Jämförs köpt energi mot handberäkning fås följande resultat:

$$802\,014 - 474\,363 = 327\,651\text{ kWh}$$

Som man kan se saknas cirka 330 000 kWh i beräkningarna jämfört med den faktiskt inköpta energin. I kartläggningen kan man då fundera på vart dessa har tagit vägen. Till Smygehus havsbad finns även 41 semesterhus, en stor tvättstuga, städutrustning och elbilsaddare. Man kan därför anta att den resterande energi faller på detta, i synnerhet på semesterhusen. Semesterhusen värms upp med direktverkande el. Används resultatet för VIP i stället blir skillnaden mot verkligheten mindre, dock blir antagandet detsamma.

Med dessa antaganden i åtanke anses det beräknade resultatet vara rimligt.

30.3.45.3.4 Lönsamhet

Lönar det sig att byta takfönster?

Resultatet för kostnaden att byta fönster: Före användes 927,8 kWh/år, det valda elpriset är taget från fakturan som finns tillhanda, priset ligger på 0,95 kr/kWh.

Tabell 4.13: Beräkning av återbetalningstid för takfönster

Typ	Kostnad (kr)	Besparing (kWh/år)	Besparing (kr/år)	Återbetalningstid (år)
2-Glas	394 000	557	529	745
3-Glas	582 000	711	676	861
2-Glas + Igensättning	270 000	672	638	423
3-Glas + Igensättning	388 000	769	731	531

Lönar det sig att byta fönster?

Samma elpris har använts som i beräkningen för takfönstren.

Tabell 4.14: Beräkning av återbetalningstid för äldre fönster

Byggnad	Kostnad (kr)	Besparing (kWh/år)	Besparing (kr/år)	Återbetalningstid (år)
Huvudbyggnad	309 900	409	389	797
Vinterträdgård	180 600	364	346	523
Tillbyggnad (alt 1)	100 100	128	121	827
Tillbyggnad (alt 2)	60 580	120	114	531

Lönar det sig att tilläggsisolera?

Takkupan har från början ett U-värde på 0,59 W/m²K med 70 mm mineralullsisolering. Vid 45 mm tilläggsisolering blir det nya U-värdet 0,41 W/m²K. Det ger en besparing på ungefär 142 kWh/år vilket motsvarar cirka 135 kr/år. Tilläggsisoleringen beräknas kosta cirka 38 800 kr. Återbetalningstiden är mycket lång, vilket innebär att åtgärden inte är ekonomiskt lönsam.

316 Diskussion och slutsats

För att bedöma om en renovering är ekonomiskt motiverad behöver olika aspekter vägas in. Till skillnad från en vanlig villa behöver ett företag som driver ett hotell gå med vinst. Det går att renovera eller bygga om hela hotellet till en mycket energieffektiv standard, men återbetalningstiden kan i många fall vara lång, och det är inte alltid säkert att investeringen betalar tillbaka sig.

Enligt resultatet är det huvudbyggnaden som sticker ut rent energimässigt på grund av sin nästan obefintliga isolering i golv, väggar och tak. Liknande resultat har även rapporterats av Ros (2012), där en äldre hotellbyggnad uppvisade stora värmeförluster genom otäta och dåligt isolerade byggnadsdelar, särskilt genom fönster.

Spaet drar väldigt mycket energi och det är dyrt att värma upp både inne- och utepoolen och det är svårt att undvika. Dock är sidobyggnaden relativt modern med bra isolering vilket gör att ingen renovering är lönsam i dagsläget. Även ventilation och uppvärmning av sidobyggnaden har bra energiåtervinning. I dagsläget bedöms därför inga förändringar vara motiverade i denna del. En kostnadseffektiv åtgärd kan vara att sänka pooltemperaturen med någon grad, särskilt på vintern.

Tillbyggnaden är isolerad och har en del av fönster utbytta mot fönster med lågt U-värde. Det fanns dock några kopplade 2-glasfönster som bedöms behöva bytas, eftersom karmen är så gammal att den är uttjänt. Eftersom information om takets isolering saknas kan inget utlåtande ges om detta.

Huvudbyggnaden är därför den del som har störst potential för förbättring. Förslagen som ges är byte eller igensättning av takfönster samt byte av vanliga fönster. Tegelväggarna är inte heller isolerade men det har varit svårt att ta fram någon form av tilläggsisolering som inte innebär orimligt höga kostnader. Ny isolering i taket (den som idag är halm) kan vara lönsam, eftersom vinden har en stor yta. En uppskattning av arbetskostnaden är dock närmast omöjlig att ta fram.

Det som har kunnat kostnadsberäknas med ett ungefärligt pris i dagsläget är fönsterbyte i tak och väggar.

Det är också viktigt att diskutera osäkerheter och begränsningar i våra metoder. De framräknade resultaten i denna studie bygger på en stor mängd antaganden och schablonvärden. När dessa sedan sammanvägts till ett slutresultat har osäkerheterna förstärkts, vilket gör att slutresultatet bär på ännu större osäkerhet i noggrannhet. Detta gäller särskilt huvudbyggnaden, där de flesta antaganden har behövt göras, inte bara gällande U-värden utan även gällande själva konstruktionsuppbyggnaden.

Även i beräkningarna för ventilation och luftläckage förekommer stora osäkerheter. Dels har ingen OVK-information funnits tillgänglig, men det har även behövts göra grova antaganden kring beläggningen i hotellet under året, både i restaurang- och konferensdelarna. Man ska heller inte underskatta luftläckage och otätheter i de äldre byggnadsdelarna samt i anslutningarna mellan olika delar av byggnaden. Det är därför mycket möjligt att de verkliga värdena är högre än vad som antagits i denna studie.

Lönsamheten i de föreslagna åtgärderna beror till stor del på det aktuella elpriset samt den återstående tekniska livslängden hos byggnadsdelarna. Renoveringsåtgärder, såsom fönsterbyte och tilläggsisolering, är ganska kostsamma och lönar sig nästan bara när befintliga komponenter närmar sig slutet av sin livslängd. Att byta fungerande byggnadsdelar i förtid är oftast ekonomiskt ofördelaktigt, eftersom man går miste om produktens återstående livslängd.

Trots grova antaganden och stor användning av schablonvärden är det väldigt tydligt att hotellets energianvändning till stor del beror på energianvändning relaterad till drift, snarare än ett bristfälligt klimatskal – särskilt spa och utomhuspool sticker ut. Detta överensstämmer med Simanic (2020), som i sin avhandling om flera hotell visar att energianvändningen inte enbart kan förklaras av ett bristfälligt klimatskal, utan till stor del påverkas av drift, installationer och brukarbeteende. Sammantaget innebär detta att byggnadstekniska förbättringar kanske inte är tillräckliga för att nå önskat resultat, och att man därför även behöver titta på andra åtgärder, exempelvis förbättrad drift eller ändrade drifttider.

Detta arbete har fokuserat på byggnadstekniska åtgärder och installationer har avgränsats bort. Med tanke på att resultaten indikerar att driften verkar utgöra en stor del av energianvändningen, i kombination med att huvudbyggnaden värms upp med elradiatorer, hade det dock varit intressant att undersöka påverkan av alternativa uppvärmningssystem. En sådan studie hade kunnat ge en mer komplett bild av möjliga energieffektiviseringsåtgärder.

Sammanfattande slutsatser:

- Huvudbyggnaden står för de största transmissionsförlusterna till följd av undermålig, eller avsaknad av, isolering i golv, väggar och tak.
- De mest relevanta byggnadstekniska åtgärderna bedöms vara byte av äldre fönster samt byte, alternativt igensättning, av takfönster.
- För övriga delbyggnader förefaller inga byggnadstekniska åtgärder vara ekonomiskt lönsamma i dagsläget.
- Studien indikerar att verksamhetens drift, särskilt spaet, står för en stor del av energianvändningen.
- Byggnadstekniska åtgärder, utan hänsyn till installationstekniska åtgärder, är inte tillräckliga för att uppnå en betydande minskning av energianvändningen.
- Trots omfattande användning av antaganden och schablonvärden ger resultaten goda indikationer på var de främsta energiförlusterna finns

Referenser

- Bergström Nielsen, S. (29 januari 2020) *Hundra år av fest och hårt arbete på Smygehus*. Trelleborgs Allehanda. Tillgänglig på: <https://www.trelleborgsallehanda.se/trelleborg/hundra-ar-av-fest-och-hart-arbete-pa-smygehus/> Hämtad 5 april 2026.
- Berhane, H. (2022). *Energieffektivisering av flerbostadshus från miljonprogrammet*. Examensarbete, Mälardalens universitet.
- Boverket (2006). *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2006:12*. Regelsamling för byggande. Karlskrona: Boverket. Tillgänglig på: <https://www.boverket.se/contentassets/b7aa3b9e97a0408a8f0f7bbeec3c27e5/regelsamling-for-byggande-bbr-2006.pdf> (Hämtad 6 april 2026)
- Boverket. (2016). *Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2016:12) om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår*. Tillgänglig på:

https://www.boverket.se/resources/constitutiontextstore/ben/PDF/konsoliderad_ben_bfs_2016_12.pdf (Hämtad 12 april 2026)

- Boverket (2019). *Ordlista för energideklarationer*. Tillgänglig på: <https://www.boverket.se/sv/energideklaration/ordlista/> (Hämtad 6 april 2026)
- Boverket (2022). *Primärenergital och byggnadens energiprestanda*. Tillgänglig på: <https://www.boverket.se/sv/byggande/bygg-och-renovera-energieffektivt/energiushallningskrav/primarenergital-och-byggnadens-energi-prestanda/> (Hämtad: 5 april 2026)
- Boverket (2024). *Lönsamhet och kalkyler*. Tillgänglig på: <https://www.boverket.se/sv/energi-guiden/energirenovera-smahus/2.lonsamhet/lonsamhetskalkylering?tab=fordjupning> (Hämtad: 14 maj 2026)
- Byberg, J. & Ölmgren, H. (2022). *Energieffektivisering av ett äldre bostadshus – En utredning av energisparande åtgärder i ett flerbostadshus från 60-talet*. Examensarbete, Chalmers tekniska högskola.
- Dimplex. (2021). *Project Engineering Manual*. Tillgänglig på: https://www.dimplex.eu/sites/g/files/emiiian551/files/2024-01/2021_11_09_Projektierungshandbuch_en.pdf (Hämtad 8 november 2025)
- El Kari, S. (2023). *Köldbryggor - från byggnad till VVS*. Energi & Miljö. Tillgänglig på: <https://www.energi-miljo.se/koldbryggor-fran-byggnad-till-vvs/> (Hämtad 14 november 2025)
- Energimyndigheten. (u.å.). *Statistik i lokaler (STIL 2)*. Tillgänglig på: <https://www.energimyndigheten.se/statistik/ovrig-energistatistik/energistatistik-i-bebyggelsen-och-industrin/statistik-i-lokaler-stil2/> (Hämtad 12 april 2026)
- Energirenovera (2026). *Byggnadens värmebalans*. Tillgänglig på: <https://www.energirenovera.se/byggnadens-varmebalans/> (Hämtad: 1 april 2026)
- Farsäter, K. (2024). *Installationsteknik*. Föreläsningsmaterial. Lunds universitet. Tillgänglig via Canvas.
- ISO (2017) *ISO 13370:2017 — Thermal performance of buildings — Heat transfer via the ground — Calculation methods*. Geneva: International Organization for Standardization.
- Malmö stad (2005). *Graddagar för uppvärmning*. Malmö stads Miljöbarometer. Tillgänglig via: <https://miljobarometern.malmo.se/klimat/klimat-och-vaderstatistik/graddagar-for-uppvarmning/> (Hämtad: 15 november 2025)
- Naturvårdsverket (u.å.). *Energiushållning*. Tillgänglig via: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/branscher-och-verksamheter/energiushallning/> (Hämtad: 14 maj 2026)

- Nordiska Fönster. (u.å.). *Produktinformation och prisuppgifter*. Tillgänglig på: <https://www.nordiskafonster.se/> (Hämtad 1 juni 2025)
- Olsson, J. & Al Mawla, O. (2019). *Energieffektivisering av befintligt flerbostadshus – En fallstudie av Örebrogatan 2, Helsingborg*. Examensarbete, Lunds Tekniska Högskola, Campus Helsingborg.
- Ros, H. (2012). *Energiutredning Hotell Princess*. Examensarbete, Högskolan i Gävle. Gävle.
- Sandin, K. (2010). *Praktisk byggnadsfysik*. Lund: Studentlitteratur.
- Simanic, B. (2020). *Energy performance in buildings – studies of building services and energy use*. Doktorsavhandling, Lunds universitet. Lund.
- Smygehus Havsbad (2026) *Lär känna oss på Smygehus Havsbad – om oss*. Tillgänglig på: <https://smygehushavsbad.se/aktuellt/om-oss/> (Hämtad 5 april 2026)
- Svanen (2025). *Frågor och svar för dig som vill Svanenmärka en byggnad*. Tillgänglig via: <https://www.svanen.se/hus/svanenmarkta-hus-generation-3/for-byggare/fragor-och-svar-for-dig-som-vill-svanenmarka-en-byggnad/> (Hämtad: 25 maj 2026)
- Svensk Byggnorm (SBN 1975), utgåva 3. Tabell 33.21, s.189. Stockholm: Byggforskningsrådet. Tillgänglig på: <https://www.boverket.se/contentassets/c4c3f9ac57294ae889bfaf710b08b125/sbn-1975-utg-3.pdf> (Hämtad 6 april 2026)
- Sweden Green Building Council (2026). *Miljöbyggnad*. Tillgänglig på: <https://www.sgbc.se/certifiering/miljobyggnad/> (Hämtad: 5 april 2026)
- Vackertvåder. (u.å.). *Väderstation Smygehamn*. Tillgänglig på: <https://www.vackertvader.se/v%C3%A4derstation/smygehamn> (Hämtad 8 november 2025)
- VIP-Energy (u.å.). *VIP-Energy – program för beräkning av energianvändning i byggnader*. Tillgänglig på: <https://www.vipenergy.net> (Hämtad 20 mars 2026)
- Warfvinge, C. & Dahlbom, M. (2010). *Projektering av VVS-installationer*. Lund: Studentlitteratur.
- Wikells byggberäkningar. *Program för beräkning av renoveringskostnader*. Tillgänglig via: https://wikells.se/?gad_source=1&gad_campaignid=23534254727&gbraid=0AAAAAD0rjtQ-J7QXIXW3XZgHN9FHVZkxq&gclid=CjwKCAjw5ZXQBhBdEiwAI5XVWV-juRGI_fAXP5TOx_YAaOnokKTL2JlBHd2_T5aTuAHpEXvFZm4ghBoCEhsQAvD_BwE

formaterade: Spanska (Spanien)

Bilaga A: Beräkning av hotellets areor

Tabell 4.1: Beräkning av areor - Sidobyggnad

Sidobyggnad						
Plan	Byggdelen	Typ	Höjd (m)	Bredd (m)	Antal	Area (m ²)
Plan 1	Vägg	Inklusive dörrar och fönster	2,8	71,3		199,6
	Dörr	1	2	1	1	2
	Dörr	2	2,1	1,9	1	3,9
	Fönster	1	1,3	1,1	18	25,7
	Vägg					167,9
	Tak					343,1
Källarplan (ovan mark)	Vägg (mot havet)	Inklusive dörrar och fönster	2,8	13,6		38,1
	Vägg (mot vägen)	Inklusive dörrar och fönster	0,85	11,6		9,9
	Vägg (mot stugorna)	Inklusive dörrar och fönster	1,6	27		43,2
	Dörr	Typ 3	2,6	1,6	1	4,16
		Typ 4	2,1	0,9	1	1,9
	Fönster	Typ 2	1,6	1,5	5	2,4
		Typ 3	0,6	0,6	4	0,4
	Vägg					82,3
	Vägg (mot vägen)	ut i mark	1,95	11,6		22,6
Källarplan (under mark)	Vägg (mot stugorna)	ut i mark	1,2	27		32,4
	Vägg (mot gården)	ut i mark	2,8	15,6		43,7
	Vägg					98,7
	Golv	ner i mark				343,1

Energieffektiv renovering av Smygehus havsbad

Tabell 4.2: Beräkning av areor - Huvudbyggnad

Huvudbyggnad						
Plan	Byggsdel	Typ	Höjd (m)	Bredd (m)	Antal	Area (m²)
Plan 1	Vägg	Inklusive dörrar och fönster	3,41	35,3		120,4
	Dörr	Typ 5	2,1	1,2	1	2,5
	Fönster	Typ 4	1,3	1,1	11	15,7
	Vägg					102,1
	Tak	Tak samt upp till kallvind				251,6
	Grund	Ner till kryppgrund				293,4
Vinterträdgård	Vägg (mot havet)	Inklusive dörrar och fönster	2,45	36,6		89,7
	Vägg (sidoväggar)		2,75	11,2		30,8
	Dörr	Typ 6	2	1,7	2	6,8
	Fönster	Typ 5	1,4	2	12	33,6
	Fönster	Typ 6	1,4	1,2	1	1,7
	Vägg					78,4
	Tak					184,3
	Takfönster		1,0	1,0	23	23,0
	Grund	ner i mark				207,3
	Vägg (tjock)		2,4	36,9		88,6
Plan 2	Vägg (tunn mot vind)		2,4	4,5		10,8
	Fönster	Typ 7	1,2	1,8	2	4,3
	Fönster	Typ 8	1,2	1,4	3	5,0
	Fönster	Typ 9	1,2	0,6	4	2,9
	Vägg (tjock)					74,8
	Tak					140,4
Källarplan ovan mark	Vägg	Inklusive fönster	0,6	39,3		23,6
	Fönster	Typ 10	0,4	1,1	2	0,9
	Vägg					22,7
Källarplan under mark	Vägg		1,45	39,3		57,0
	Grund					108,7

Energieffektiv renovering av Smygehus havsbad

Tabell 4.3: Beräkning av areor - Tillbyggnad

Tillbyggnad						
Plan	Byggdelen	Typ	Höjd (m)	Bredd (m)	Antal	Area (m²)
Plan 1	Vägg	Inklusive dörrar och fönster	2,58	26,6		68,6
	Dörr	Typ 7	2,1	1,9	1	4,0
	Dörr	Typ 8	2,1	1,1	1	2,3
	Fönster	Typ 11	1,3	1,1	6	8,6
	Vägg					53,7
	Tak					40,5
Plan 2	Vägg (tjockare)		2,33	8,6		20,0
	Vägg (tunnare)		2,33	23,4		54,5
	Dörr	Typ 9	2	0,9	1	1,8
	Fönster (rund)	Typ 12	0,8	0,8	1	0,5
	Fönster	Typ 13	1,1	1,3	5	7,2
	Tak					57,6
Källarplan ovan mark	Vägg (tjockare)					19,5
	Vägg (tunnare)					45,6
	Vägg (gårdsplan)	Inklusive dörrar och fönster	0,85	10,2		8,7
	Vägg (öster)	Inklusive dörrar och fönster				17,2
	Vägg (havssidan)	Inklusive dörrar och fönster	0,85	10,8		9,2
	Dörr	Typ 10	2	0,9	1	1,8
Källarplan under mark	Garageport		2	2,4	1	4,8
	Fönster	Typ 14	0,4	1,1	4	1,8
	Vägg (totalt)					26,7
	Vägg (gårdsplan)		1,2	10,2		12,2
	Vägg (öster)					3,7
	Vägg (havssidan)		1,2	10,8		13,0
	Vägg (totalt)					28,9
	Grund					93,1

Bilaga B: Redovisning av U-medelvärdesberäkning

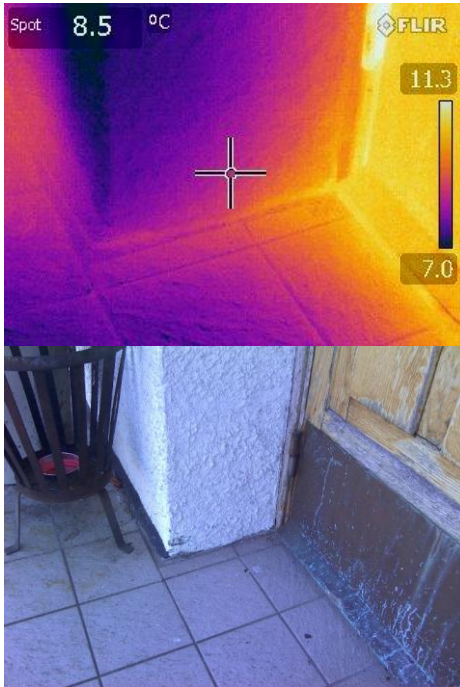
Tabell 4.7: Redovisning av U_{medel}

Sektion	Plan	Byggnadsdel	Typ	Area (m ²)	U (W/m ² K)	U*A (W/K)	U-medel
SIDO-BYGGNAD	Källarplan under mark	Yttervägg	Murad	98,7	0,301	29,7	
		Källargolv	Gjutet	343,125	0,09	30,9	
	Källarplan ovan mark	Yttervägg	Murad	75,49	0,3	22,7	
		Fönster typ 1	Dubbelfönster SPA-del	9,6	1	9,6	
		Dörr typ 1	Dubbeldörrar SPA-del	4,16	1	4,2	
		Dörr typ 2	Sidodörr	1,89	1	1,9	
	Plan 1	Yttervägg	Träregelevägg med tegelfasad	167,91	0,301	28,4	
		Fönster typ 2	3-glas	25,74	1	25,7	
		Dörr typ 3	Trädörr, Passage	2	1,8	3,6	
		Dörr typ 4	Metaldörr, Glas	3,99	1,2	4,8	
		Tak	Isolerat tak till vind	343,13	0,087	29,9	
					Totalt	191,33	0,178
HUVUD-BYGGNAD	Plan 1	Yttervägg	Murad tegelvägg	78,64	1	78,6	
		Fönster	Äldre 1 + 1 glas	15,6	2,4	37,4	
		Dörrar	Massiv trädörr	2,4	1,4	3,4	
		Mot mark	Betong	297,28	0,252	74,9	
		Tak	Kallt tak med halmisolering	204,12	0,9	183,7	
		Takfönster	Takkupol, 2-glas, 80-talet	4	3	12,0	
	Vinter-trädgård	Yttervägg	Träregelevägg med träfasad	70,995	0,335	23,8	
		Fönster	2-glas från 80-talet	35,28	2	70,6	
		Dörrar	Glasdörr, 2-glas	8	2	16,0	
		Grund	Betong	199,51	0,44	87,8	
		Tak	Varmt tak med glasull	176,51	0,197	34,8	
		Takfönster	Takkupol, 2-glas, 80-talet	23	3	69,0	
	Plan 2	Yttervägg	Murad tegelvägg	71,42	1	71,4	

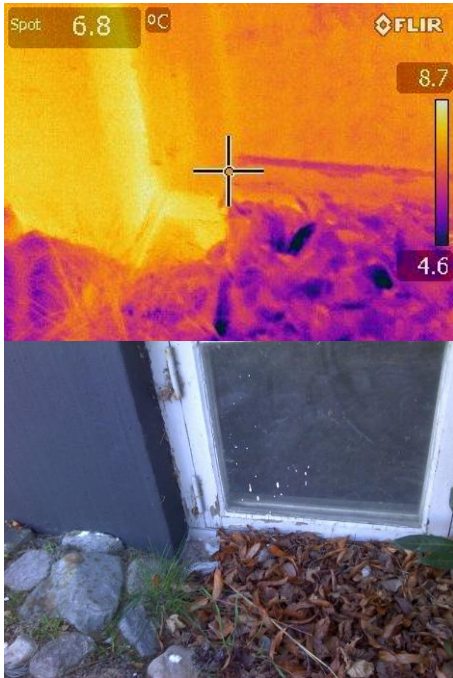
Energieffektiv renovering av Smygehus havsbud

		Fönster	Äldre 1 + 1 glas	12,72	2,4	30,5	
	Källar- plan ovan mark	Yttervägg	Murad tegelvägg	26,1	1	26,1	9
		Fönster	Äldre 1 + 1 glas	1,44	2,4	3,5	
	Källar- plan under mark	Yttervägg	Murad tegelvägg	38,88	1	38,9	
		Mot mark	Betong	110,96	0,252	28,0	
					Totalt	890,3	0,647
TILLBYGG -NAD	Källarpla n	Yttervägg	Murad	64,03	0,32	20,5	
		Fönster	1+1 kopplat	2,8	2,8	7,8	
		Dörr	Garageport, Trä	6,62	1,6	10,6	
		Grund	Isolerad, betong	95,88	0,102	9,8	
	Plan 1	Yttervägg	Isolerad Tegelvägg	60,744	0,32	19,4	
		Fönster Typ 1	Nya 3-glas	5,72	1,2	5,7	
		Fönster Typ 2	Äldre 1+1- glas (Dåligt skick)	2,86	3	8,6	
		Dörr	Dubbel glasdörr	7,56	1,8	13,6	
	Plan 2	Yttervägg Typ 1	Isolerad Tegelvägg	45,01	0,32	14,4	
		Yttervägg Typ 2	Takkupa	56,4	0,63	35,5	
		Fönster	Nya 3-glas	6,49	1,2	6,5	
		Tak	Isolerad kallvind	43,84	0,213	9,3	
					Totalt	152,0	0,437
				2812,26 4		1233, 6	0,439

Bilaga C: Termograferingsbilder - Smygehus havsbad.



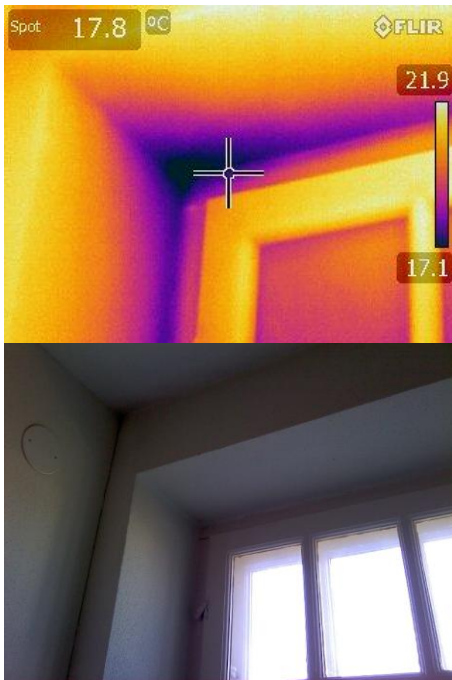
Figur 2: Termograferingsbild 1 – Huvudingången (tegelvägg norr)



Figur 3: Termograferingsbild 2 – Källarfönster (tegelvägg norr)



Figur 4: Termograferingsbild 3 – Badrum, plan 2 (tegelvägg norr)



Figur 5: Termograferingsbild 4 – Fönsteranslutning (Tegelvägg söder)