

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

Tasneem Zeinab
Andreas Engkvist



LUNDS
UNIVERSITET

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

Tasneem Zeinab
Andreas Engkvist

Examensarbete

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

© Tasneem Zeinab och Andreas Engkvist

ISRN LUTVDG/TVBH—26/5150—SE (69)

Institutionen för bygg- och miljöteknologi

Lunds tekniska högskola

Lunds universitet

Box 118

221 00 LUND

Titel: Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

Författare: Tasneem Zeinab, högskoleingenjörsutbildningen i Byggt teknik med arkitektur, Lunds Teknisk Högskola

Andreas Engkvist, högskoleingenjörsutbildningen i Byggt teknik med arkitektur, Lunds Teknisk Högskola

Handledare: Erik Johansson, universitetslektor i Arkitektur- och Byggt Miljö, Lunds Tekniska Högskola

Examinator: Petter Wallentén, universitetslektor i Byggtadsfysik, Lunds Tekniska Högskola

Sammanfattning

Detta examensarbete studerar konceptet nettonollenergibyggnader i Sverige, med fokus på om det i dagsläget utgör en vision eller verklighet. Byggsektorn står för en stor andel av den totala energianvändningen i världen, vilket gör energieffektiva byggnader till nyckel för att uppnå klimatmålen.

Syftet med detta examensarbete är att undersöka de tekniska, ekonomiska och regelverksmässiga förutsättningar som finns för att sedan kunna implementera nettonollkonceptet i större skala om det visar sig vara möjligt. Arbetet kombinerar både kvantitativa och kvalitativa metoder. För den kvantitativa delen genomförs energiberäkningar med simuleringsverktyget VIP-Energy, där ett referenshus i Umeå har jämförts med ett hus med bättre tekniska lösningar. För den kvalitativa delen genomförs intervjuer med experter inom området nettonollenergi, för att kunna förtydliga praktisk tillämpning, utforska framtidspotential och identifiera hinder.

Resultaten visar att det är tekniskt möjligt att uppnå nettonollenergi standard i Sverige, speciellt för nybyggnationer och mer specifikt småhus, men genomförbarheten präglas av många utmaningar. Utmaningarna inkluderar faktorer som det svenska klimatet med den låga solinstrålningen, vintertiden, de höga investeringskostnaderna, men även otydliga krav i byggregler och ekonomiska incitament. Intervjuerna indikerar att även själva begreppet netto-noll ofta blir misstolkat, och att praktiska kunskaper och samarbete mellan olika aktörer är nyckeln till att lyckas.

Arbetet observerar att utvecklingen i Sverige visar tydliga framsteg, men att verifierade nettonollenergi byggnaderna fortfarande är få. Slutsatsen är att nettonoll konceptet i nuläget fungerar som ett ideal eller pilotprojekt snarare än en etablerad norm, men med mycket potential för framtiden.

Nyckelord: Energieffektivisering, Nettonollenergibyggnader, Energioptimering, VIP-Energi, Energisimulering, Energiberäkning

Abstract

This thesis studies the concept of net zero energy buildings in Sweden, focusing on whether it currently represents a vision or a reality. The building sector accounts for a big share of the total global energy use. This makes energy-efficient buildings a key factor in achieving climate goals. The purpose of this thesis is to examine the economic, technical and regulatory conditions needed to implement the net zero concept on a large scale, if proven possible. The study applies a combination of quantitative and qualitative methods. For the quantitative part energy calculations are carried out using the simulation tool VIP-Energy, where a reference house in Umea is compared to a house with improved technical solutions. For the qualitative part interviews are conducted with experts in the field of net zero energy to clarify practical application, explore future potential and identify obstacles. The results shows that it is possible to achieve a net zero energy standard in Sweden, especially for new constructions and particularly for single-family houses. Various challenges affect the practicality of the project. These challenges include factors such as the Swedish climate with its long winters, low solar radiation, high investment cost as well as unclear building code requirements and limited economic incentives. The interviews indicate that the concept of net zero is often misunderstood and that practical knowledge and collaboration between different stakeholders are key to success. The study concludes that while there has been clear progress in Sweden. Verified net zero energy buildings remain rare. Overall the net zero concept currently functions more as an ideal or as a pilot project rather than an established norm, but it has strong potential for the future.

Keywords: Energy Efficiency, Net Zero Energy Buildings, Energy optimization, VIP-Energy, Building energy simulation, Energy performance calculation

Förord

Detta examensarbete har genomförts som en avslutande del av vår utbildning Byggt teknik med arkitektur vid Lunds Tekniska Högskola. Arbetet utgör avslutning på våra studier under vårterminen 2025.

Vi vill tacka alla aktörer som ställde upp på intervjuer och bidragit med tid och delat med sig av sina erfarenheter till examensarbetet.

Arbetet har gett oss en fördjupad förståelse för energihushållning och vi hoppas att rapporten kan bidra med insikter och underlag till en fortsatt diskussion om ämnet nettonollenergibyggnader

Helsingborg i september 2025

Tasneem Zeinab & Andreas Engkvist

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	iii
Abstract	v
Förord	vii
Innehållsförteckning	ix
1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Problemformulering	2
1.2.1 Klimatförhållande	2
1.2.2 Byggregler och standarder	2
1.2.3 Ekonomiska förutsättningar.....	3
1.3 Syfte och Mål	3
1.4 Metod	4
1.4.1 Metodval.....	4
1.4.2 Datainsamling.....	4
1.4.3 Analysverktyg.....	4
1.5 Avgränsning.....	5
2 Nulägesbeskrivning	7
2.1 Olika definitioner av netto-nollenergibyggnader:	7
2.2 BBR: gällande krav på energianvändning i byggnader i Sverige:	9
2.2.1 Krav för olika typer av byggnader.....	9
2.2.2 De olika klimatzonerna.....	9
2.2.3 Framtidens krav och utveckling	9
2.3 Krav på EU-nivå	10
2.3.1 EPBD-direktivet (Energy Performance of Buildings Directive)	10
2.3.2 Sverige inför EU:s krav - tidsplan och status	10
2.4 Förekomst av nettonollenergibyggnader i Sverige.....	10
2.4.1 Hur många nettonollenergibyggnader finns det?.....	10
2.4.2 Vad säger Boverket, Energimyndigheten och forskningen?	11
2.4.3 Gapet mellan mål och verklighet.....	11
2.5 Exempel på svenska projekt.....	11
2.5.1 Täby Park - Skanska	11
2.5.2 Väla Gård.....	12
2.5.3 Villazero i Borlänge.....	12
2.6 Potential förnybar energi i Sverige.....	12
2.6.1 Solel på byggnader	12
2.6.2 Fjärrvärme från förnybara källor	12
2.6.3 Geoenergi	13
2.6.4 Vindkraft.....	13
2.6.5 Biobränsle.....	13
2.7 Nuvarande byggnaders energianvändning och möjligheter till renovering.....	13
2.7.1 Går det att renovera så det blir nettonoll?.....	13

2.7.2	Vad säger forskningen?	13
2.8	Ekonomiska aspekter	14
2.8.1	Högre investeringskostnad jämfört med ett standardhus	14
2.8.2	Återbetalningstid för energieffektiva lösningar	14
2.8.3	Stöd och Bidrag	14
2.8.4	Sammanfattning av ekonomiska aspekter	15
3	Energiberäkningar	17
3.1	Metod för energiberäkning	17
3.2	Resultat från energiberäkning av referenshus – utgångsläge (Hus 1)	17
3.3	Resultat av energiberäkning av optimerat hus (Hus 2)	18
3.4	Jämförande siffror	18
3.5	Primärenergital	19
4	Intervjuer	21
4.1	Metod till intervjuer	21
4.2	Resultat från intervjuer	22
5	Diskussion och slutsats	29
5.1	Uppfylls nettonollenergikrav i dagens byggande?	29
5.2	Tekniska möjligheter och begränsningar	29
5.3	Ekonomiska hinder och incitament	30
5.4	Byggreglernas roll och nuläge	30
5.5	Framtidsutsikter- på väg från vision till verklighet.	31
5.6	Sammanfattande slutsats	32
6	Källförteckning	35
7	Bilagor	39

1 Inledning

En kort framställning av bakgrund till ämnet, som mynnar ut i beskrivning av problemformulering samt mål och syfte. Därefter presenteras metod och avgränsningar samt reflektioner kring nettonollenergibyggnads konceptet.

1.1 Bakgrund

Byggbranschen står för en väldigt stor del av världens växthusgasutsläpp och energianvändning. Europeiska unionen menar att byggnader står för cirka 40 procent av den totala energianvändningen i medlemsländerna (European Commission, 2024). Allt eftersom de ökade klimatkraven, energikriser och ökade energipriser så har behovet av energieffektiva hus blivit allt mer attraktivt. Ett relevant alternativ på energieffektiva byggnader är nettonollenergibyggnader, som syftar på att minska byggnadernas utsläpp och klimatpåverkan genom att byggnaderna själva ska producera lika mycket eller mer energi än vad de använder.

Begreppet nettonollenergihus saknar en global tydlig definition och tolkas på olika sätt av organisationer och länder (DOE, 2015). Detta beror på klimatförutsättningar, politiska mål och byggnormer. Här kommer några olika definitioner på nettonollenergihus.

1.1.1 Vår valda definition

I detta arbete kommer nettonollenergihus definieras som en byggnad som under ett år producerar lika mycket eller mer energi än vad den använder.

Med denna definition så lägger vi mycket fokus på nettoenergianvändningen under drift, detta är den mest praktiska metoden när det ska göras energiberäkningar. Definitionen innebär att den inbyggda energin inte räknas med. Den inbyggda energin är den energi det tar för att tillverka, transportera och bygga huset. Fast den inbyggda energin inte kommer att vara med i beräkningen så kommer vi att ta upp den i diskussionen. Detta görs för att den har en stor vikt för byggnaders klimatpåverkan.

1.1.2 Klimatutmaning och globala mål

Byggsektorn står inför stora hållbarhetsutmaningar på grund av större energianvändning globalt men även den globala uppvärmningen. Med FN:s klimatpanel kan man se att det krävs kraftiga utsläppsminskningar för att uppnå målen i Parisavtalet (IPPC,2023).

Byggnader står för cirka 40 procent av alla växthusgasutsläpp och cirka 36 procent av den globala energianvändningen. I Sverige utgör byggsektorn en väsentlig del av energianvändningen, vilket gör det ännu viktigare att utveckla klimatsmarta och energieffektiva lösningar (UNEP,2022).

FN:s Agenda 2030 lyfter fram behovet av hållbar utveckling i de 17 globala målen, där flera har direkt koppling till byggsektorn. Mål 11 (hållbara städer och samhällen)

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

fokuserar på att skapa säkra, inkluderande och miljövänliga områden, detta kräver energieffektiva byggnader men även en hållbar infrastruktur. Mål 7 (hållbar energi för alla) betonar hur viktigt det är med tillgång till hållbar och pålitlig energi till ett rimligt pris. Mål 13 (bekämpa klimatförändringarna) uppmanar till åtgärder för att minska utsläppen och anpassa samhället till ett förändrat klimat.

Dessa mål betonar vikten av att minska energibehovet i byggnader och att öka användningen av lokalproducerad förnybar energi och utveckla lösningar som minskar klimatpåverkan. nettonollenergibyggnader är ett avgörande verktyg då den kombinerar låg energianvändning med egen produktion av förnybar energi. Nettonoll konceptet spelar en väldigt stor roll i att förverkliga Agenda 2030 genom att det bidrar till flera av dessa mål samtidigt.

1.2 Problemformulering

Byggsektorn står inför ökade förväntningar på att minska energianvändningen och klimatpåverkan, i syfte att uppnå Sveriges mål om klimatneutralitet 2045 (IVA, 2023; Naturvårdsverket, 2024). Även med tekniska framsteg och en växande medvetenhet kring hållbart byggande är det fortfarande osäkert om det är realistiskt att förverkliga nettonollenergibyggnader i större skala i Sverige. Utvecklingen hindras av flera faktorer, där klimatförhållande spelar en central roll tillsammans med utmaningar kopplade till byggregler och ekonomiska förutsättningar.

1.2.1 Klimatförhållande

Sveriges klimat utgör en av de största utmaningarna för nettonollenergibyggnader. Under vinterhalvåret är soltimmarna extremt få och solinstrålningens intensitet låg, samtidigt som uppvärmningsbehovet är som störst. Detta medför att byggnaden under en stor del av året behöver importera energi, vilket försvårar att uppnå nettonollenergibalans. Utöver detta kräver det kalla klimatet effektiva ventilationssystem, välisolerat klimatskal och energieffektiva fönster vilket höjer byggnadskostnaden. Den lokala energilagringen mellan årstider är tekniskt möjlig men i dagsläget är det extremt dyrt och avancerat. Så klimatet medför både ekonomiska effekter och tekniska utmaningar.

1.2.2 Byggregler och standarder

BBR (Boverkets byggregler) fokuserar i dagsläget på energiprestanda men anger ingen tydlig definition av vad som innebär nettonollenergihus. BBR (Boverkets byggregler) utgår från primärenergital. Förnybar elproduktion på fastigheten kan tillgodoräknas i energiberäkningen endast i den utsträckning som den används direkt i byggnaden (Boverket, 2023a). Detta leder till att byggnader som i praktiken kan uppnå nettonollbalans på årsbasis inte alltid klassas som det enligt regelverket. Dessutom saknas tydliga nationella standarder för hur nettonollenergihus ska definieras samt hur egenproducerad energi ska beräknas och redovisas i relation till en årlig energibalans. Detta leder till att olika aktörer tolkar begreppet på varierande sätt, vilket försvårar jämförelser mellan projekt. Men det skapar även en osäkerhet i planeringsprocessen och

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

byggprocessen. Tidigare studier visar att otydliga regelverk och brist på en gemensam definition utgör ett hinder för utvecklingen och försvårar branschens möjligheter att uppnå en gemensam målnivå (DOE,2015; NZEBRA, 2024).

1.2.3 Ekonomiska förutsättningar

Nettonollenergibyggnader behöver ofta investeringar i teknik som energilagring, värmepumpar och solcellsanläggningar. Även byggnadens klimatskal måste ha högre standard, detta innebär bättre isolering, lufttäta konstruktioner och trippelglas. Dessa åtgärder ger högre initiala byggkostnader jämfört med äldre byggnader. Återbetalningstiden för solcellsinvesteringar kan bli lång i Sverige på grund av stora säsongsvariationer i energiproduktionen (Energimyndigheten, 2022b; Svenska Solenergi, 2025). Osäkerheten kring framtida elpriser och statliga stöd gör det ännu svårare för fastighetsutvecklare att räkna hem investeringarna. Det ekonomiska risktagandet är en av de största orsakerna till att konceptet ännu inte fått ett stort genombrott.

Sammanfattningsvis finns det både klimatmässiga, regelmässiga och ekonomiska hinder som begränsar möjligheterna att förverkliga nettonollenergibyggnader i Sverige. Faktorena ovan måste analyseras närmare för att kunna avgöra om konceptet idag är en realistisk lösning eller fortfarande en framtidsvision.

1.3 Syfte och Mål

Syftet med detta examensarbete är att undersöka konceptet netto-noll energibygnader i Sverige och ta reda på om det finns realistiska lösningar som kan implementeras storskaligt. Är det så att detta i dagsläget mer en framtidsvision, samtidigt som byggsektorn möter högre krav på energieffektivisering och minskad klimatpåverkan? Då blir det väsentligt att bedöma hur tillfredsställande dagens teknik är och att marknadsförutsättningar och regelverk styrker utvecklingen mot ett netto-noll energibyggande.

För att syftet ska uppnås har följande mål definierats:

- Undersöka vad det finns för strategier och planer i framtiden för ett bättre och bredare införande av konceptet nettonollenergibyggnader i Sverige.
- Analysera energiförbrukningen i ett referenshus som ska användas som jämförelsepunkt till vad som kan förbättras.
- Identifiera vilka hinder som kan påverka utvecklingen som till exempel tekniska eller ekonomiska.

Målet med detta examensarbete är att bidra med en bedömning och undersökning för vilka förutsättningar som finns och vilka begränsningar som konceptet nettonollenergibyggnad präglas av. Arbetet ska inte presentera en färdig lösning utan bara analysera det aktuella läget i Sverige, och bestämma om konceptet i nuläget betraktas vara en vision

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

eller verklighet och vad som kan göras för att visionen ska förverkligas och implementeras i större skala än vad den gör idag.

Är det realistiskt att bygga nettonollenergibyggnader i stor skala i Sverige utifrån dagens ekonomiska och tekniska förutsättningar?

För att besvara denna fråga så måste följande frågor undersökas:

- Vilka tekniska hinder finns?
- Vilka ekonomiska hinder finns?
- I vilken utsträckning stödjer Sveriges byggregler möjligheten att uppnå nettonollenergibyggnader?

1.4 Metod

1.4.1 Metodval

Arbetet är baserat på en sammanställning med hjälp av både kvalitativ och kvantitativ metodik. Den kvalitativa delen består av intervjuer och en litteraturanlys som undersöker tidigare rapporter, forskningsstudier, föreskrifter och regelverk som är relaterade till ämnet nettonollenergibyggnad. Analysen kommer därefter att kombineras med en kvantitativ del som består av energiberäkningar. Beräkningarna genomförs i programmet VIP-Energy, den ska undersöka och analysera energiprestanda i ett småhus och ett energi förbättrat småhus. Syftet med sammanställningen är att redogöra för de strategiska förutsättningarna.

1.4.2 Datainsamling

Datainsamlingen utgörs av offentliga rapporter från relevanta källor som till exempel Energimyndigheten och Boverket, examensarbeten och tekniska handböcker kan således inkluderas. Datainsamlingen kommer även inkludera semistrukturerade intervjuer med experter som har goda erfarenheter inom det aktuella fältet för att ge en empirisk dimension till arbetet.

1.4.3 Analysverktyg

Utförandet av energiberäkningar kommer att ske via VIP-Energy. VIP-Energy är ett verktyg som utför beräkningar av energibehovet för driften av ett hus i ett visst klimat. Beräkningarna är baserade på faktorer som exempelvis transmissionsförluster, ventilationsförluster, klimatzon, solinstrålning, byggnadstyp, ventilation och materialval. Det beräknade energibehovet används sedan till att jämföra med Boverkets byggregler och nettonollenergibyggnads mål.

1.5 Avgränsning

Arbetet undersöker endast de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för konceptet netto-noll energibygnad enbart i Umeå. Då Umeå tillhör Sveriges kallare klimatzoner fungerar det som ett slags worst case scenario. Om nettonollenergikonceptet bedöms vara genomförbart under dessa förutsättningar kan det antas vara möjligt även i större delen av landet. En ytterligare begränsning är att beräkningarna endast baseras på ett referenshus, vilket kan påverka möjligheterna att generalisera resultaten. Arbetet inkluderar inte analys av faktorer såsom livsstil och brukarbeteende. Arbetet håller sig till byggnader med el och fjärrvärme som en primär energikälla. Eftersom arbetet handlar om nettonollenergibyggnader i Sverige analyseras endast det svenska klimatet med svenska byggregler och normer.

Det kan förekomma internationella jämförelser med syfte på att lyfta fram lösningar men det kommer inte att ligga i fokus i detta examensarbete.

Arbetet kommer inte att föreslå eller utveckla en lösning som kan tas i bruk, utan bara analysera och bedöma om netto-noll energibygnad konceptet i nuläget är en genomförbar och praktisk lösning eller bara en vision. Samtidigt som det påpekas vilka potentialer och motgångar som kan påverka konceptets utveckling.

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

2 Nulägesbeskrivning

2.1 Olika definitioner av netto-nollenergibyggnader:

Platsbaserad definition

Platsbaserad definition menas med att byggnader ska producera lika mycket energi som den använder på ett årsbasis. Den förnybara energin kommer från förnybara källor som är på tomten eller installerade på byggnaden. Energibalansen baseras på en årlig nettobalans mellan producerad och använd energi, utan krav på tidsmässigt sammanfallande produktion och användning (DOE,2015).

Källbaserad definition

I källbaserad definition inkluderas inte bara den energin som används av byggnaden, utan även den energi som krävs för att utvinna, producera och distribuera de energislag som används i byggnaden. (DOE,2015)

Utsläppsbaserad definition

Denna definition utgår från utsläpp av växthusgaser som uppstår vid energianvändning. Man utgår inte från mängden kilowattimmar. Det viktigaste är att byggnaden inte ska bidra till ökade utsläpp. Man kontrollerar noga var energin är tagen ifrån, man vill använda rena källor. (Fortum,2023)

Plusenergihus definition

Ett plusenergihus är en byggnad som på årsbasis producerar mer energi än den totala mängd energi som används för byggnadens drift. Till skillnad från nettonollenergibyggnader där målet är att uppnå energibalans, genererar plusenergihus ett energiöverskott som kan exporteras till det lokala energisystemet.

Detta uppnås genom en kombination av mycket låg energianvändning och lokal produktion av förnybar energi. I Sverige används begreppet främst inom forskningsprojekt men även testprojekt, därför saknas det i dagsläget en enhetlig definition i lagstiftning och byggregler.

EU/Sveriges definition

Nära-nollenergihus är byggnader med mycket låg energianvändning, där huvuddelen av energibehovet täcks av förnybar energi, utan att någon exakt andel specificeras i regelverket (Boverket,2015).

Viktning av energislag i nettonolldefinitioner

Hur energislag hanteras skiljer sig mellan olika definitioner av nettonollenergibyggnader. I den platsbaserade definitionen sker ingen viktning av energislag, utan energibalansen baseras enbart på en årlig jämförelse i kilowattimmar mellan producerad och använd energi. Energislagens ursprung eller systempåverkan beaktas därmed inte.

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

I den källabaserade definitionen införs viktning genom användning av primärenergifaktorer, där olika energislag ges olika betydelse beroende på den energi som krävs för att utvinna, producera och distribuera dem. Detta innebär att energisystemets effektivitet beaktas, snarare än enbart byggnadens direkta energianvändning.

Den utsläppsbaserad definitionen viktar energislag utifrån deras klimatpåverkan, vanligtvis uttryckt i koldioxidekvivalenter per kilowattimme, där energislag med höga utsläpp ges större vikt än förnybara alternativ.

Sammanfattningsvis innebär detta att endast vissa definitioner av nettonollenergibyggnad använder explicita viktningar av energislag, medan andra baseras på en ren energibalans. Valet av definition påverkar därmed hur energisystem och byggnader utvärderas, utan att nödvändigtvis förändra den faktiska energiberäkningen.

Vad säger politik?

EU:s krav för energiprestanda är att nya byggnader ska vara nära noll-energihus (European Commission, 2024). Detta innebär att i Sverige så måste nya byggnader ha en mycket låg energianvändning, där största delen täcks av förnybara energikällor. Detta finns redan i Sveriges lagar, men det saknas krav på att byggnader ska vara helt nettonollenergihus som genererar lika mycket energi som den använder under ett år eller mer.

EU:s krav för energiprestanda innebär att nya byggnader ska vara nära-nollenergihus (European Commission, 2024). I Sverige har detta implementerats genom krav på låg energianvändning och primärenergital enligt Boverkets byggregler. Regelverket innehåller dock inga direkta krav på att energin ska vara förnybar. Men använder sig av viktningsskallor som indirekt premierar vissa energislag och samtidigt missgynnar andra, exempelvis el även när den är producerad med förnybara källor. Det saknas därmed krav på att byggnader ska vara nettonollenergibyggnader som producerar lika mycket energi som de använder på årsbasis.

Teknisk utveckling och möjligheter

Teknikens utveckling har gjort det möjligt för byggnader att komma närmare nettonoll, särskilt vid nyproduktion. Med hjälp av tekniska lösningar såsom värmeåtervinning, solceller och batterilagring kan byggnader i större utsträckning producera sin egen energi (IEA, 2013; Energimyndigheten, 2023a). Lösningarna har över tiden blivit billigare och även mer tillgängliga, vilket har ökat möjligheterna att närma sig nettonollenergibyggnader även i kallare klimat (Copenhagen Economics).

Svenskt klimat

Det svenska klimatet kännetecknas av långa kalla vintrar samt låg solinstrålning under stora delar av året, vilket kan innebära utmaningar för energiproduktionen. Hur stor denna utmaning är beror på vilken definition av nettonollenergibyggnad som tillämpas. Vid definitioner där en årlig energibalans tillåts och exporterad el kan tillgodoräknas, exempelvis genom överskott av sol under sommarhalvåret. Då utgör det svenska klimatet inte nödvändigtvis ett avgörande hinder för att uppnå nettonoll på årsbasis. Däremot blir klimatet en betydande utmaning vid definitioner som inte tillåter att

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

överskottsel exporteras och räknas av, utan kräver att energin används vid samma tidpunkt som den produceras.

Sammanfattningsvis är nettonollenergibyggnader tekniskt möjliga i Sverige, men förutsättningarna påverkas i hög grad av hur nettonollbegreppet definieras samt av ekonomiska och systemmässiga förutsättningar. Inom ramen för detta arbete undersöks därför om nettonollenergibyggnader i Sverige i nuläget bör betraktas som en realistisk möjlighet eller främst som en framtidsvision.

2.2 BBR: gällande krav på energianvändning i byggnader i Sverige:

I Sverige är det Boverkets byggregler (BBR) som reglerar byggnadens energiprestanda. Reglerna specificerar hur hög primärenergital en byggnad får ha per kvadratmeter och per år, med hänsyn till byggnadstyp, storlek och geografisk placering. Primärenergitalen beräknas genom att byggnadens slutgiltiga energianvändning multipliceras med viktningsfaktorer för respektive energislag. Dessa viktningsfaktorer används för att jämföra energislag och styra mot vissa energilösningar, snarare än att beskriva faktiska energiförluster i energitransportsystemet.

2.2.1 Krav för olika typer av byggnader

BBR har olika krav på byggnader beroende på byggnadens användning, där exempelvis bostäder har ett lägre tillåtet primärenergital än lokaler. Skillnaderna i krav påverkas även av vilka energislag som används för uppvärmning och drift. Detta beror på att BBRs primärenergital beräknas med hjälp av viktningsfaktorer, där olika energislag ges olika påverkan i energiberäkningen. El har exempelvis en högre viktningsfaktor än flera andra energislag, vilket innebär att byggnader med elbaserad uppvärmning får ett högre beräknat primärenergital jämfört med byggnader med samma slutliga energianvändning men andra uppvärmningsformer (Boverket, 2023a).

2.2.2 De olika klimatzonerna

Energikraven i BBR tar hänsyn till byggnadens geografiska placering i Sverige, eftersom klimatförhållandena varierar mellan olika delar av landet. Byggnader som uppförs i kallare klimat tillåts därför ha ett högre primärenergital än motsvarande byggnader i varmare delar av landet. Exempelvis kan en byggnad i Kiruna tillåtas ha ett högre primärenergital än en motsvarande byggnad i Malmö, då uppvärmningsbehovet är större i norra Sverige på grund av längre och kallare vintrar. Syftet med denna uppdelning är att ta hänsyn till skillnader i energibehov som följer av klimatförutsättningar (Boverket, 2023b).

2.2.3 Framtidens krav och utveckling

BBR utvecklas stegvis och förväntas att anpassa sig ytterligare efter EU:S långsiktiga klimatmål. EU-kommissionens uppdaterade förslag till direktiv för byggnaders energiprestanda innebär att med att nya byggnader ska vara nollutsläppsbyggnader

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

senast 2030. Men för offentliga byggnader kommer detta börja gälla från 2028 (EU-kommissionen, 2023). I Sverige förbereds nu dessa krav, vilket förmodligen kommer innebära skärpningar av BBR inom de närmaste åren (Boverket, 2023).

2.3 Krav på EU-nivå

Sedan EU:s omarbetning av EPBD-direktiven 2010 (2010/31/EU), har alla EU medlemsländer sedan 2020 varit skyldiga att uppnå kraven för Nearly Zero-Energy Buildings på alla nybyggnationer. Det menas med att byggnader ska ha väldigt låg energiförbrukning och där den lilla energin som behöver förbrukas främst täcks av förnybar energi, som ska vara producerad på plats eller i närheten (European Commission, 2024; NZEBRA, 2024). Direktivet är dock medvetet övergripande utformat och lämnar utrymme för nationell anpassning, vilket innebär att kravnivåerna för nära nollenergibyggnader definieras utifrån respektive lands befintliga byggstandarder och klimatförutsättningar.

2.3.1 EPBD-direktivet (Energy Performance of Buildings Directive)

EPBD är EU:s centrala lagstiftning för att höja byggnadens energieffektivitet men även för att integrera förnybar energi i byggsektorn. Direktiven har uppdaterats 2024 (EU/2024/1275) med högre krav från och med 2028 då ska alla nya byggnader som ägs av offentliga sektorn uppnå zero emission building-status. Men det finns även ett krav 2030 som säger att samma krav ska gälla för alla nya byggnader (European Commission, 2024). Tanken med dessa kraven är att EU ska kunna nå klimatneutralitet till 2050. I likhet med övriga krav inom EPDB är även dessa mål övergripande formulerade och ska implementeras nationellt, vilket innebär att den praktiska kravnivån anpassas efter respektive lands förutsättningar.

2.3.2 Sverige inför EU:s krav - tidsplan och status

Sverige började integrera EPDB redan 2016 via PBF (Plan och byggförordningen) och BBR, sen infördes primärenergitalet 2017–2020 som en energiprestandaindikator (CA EPDB Sweden, 2021). De nya uppdaterade direktiven från EU måste införas i den svenska lagstiftningen senast maj 2026. Enligt det nya förslaget så ska alla offentliga byggnader vara nollutsläppsbyggnader från och med 2028. Samma krav kommer att gälla på alla byggnader från och med 2030 (Boverket, 2023; European Commission, 2024).

2.4 Förekomst av nettonollenergibyggnader i Sverige

2.4.1 Hur många nettonollenergibyggnader finns det?

De byggnader i Sverige som helt och hållet uppfyller kriteriet för nettonollenergibyggnad det vill säga producerar lika mycket eller mer energi än vad den använder på årsbasis inom ett formellt verifieringssystem, är i dagsläget mycket begränsad. Skanskas projekt Väla Gård är idag ett av få dokumenterade projekt som verifierats enligt Net

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

ZEB-konceptet i Sverige av REHVA (Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations) (REHVA,2024).

Samtidigt finns det i Sverige flera byggnader som uppnår nettonollenergiprestanda eller plusenergiprestanda, vilket innebär att de producerar lika mycket eller mer energi än de använder. Dessa byggnader kan ur ett energiperspektiv betraktas som tekniskt mer långtgående än nettonollenergibyggnader, men de omfattas inte alltid av formella verifieringssystem eller standardiserade definitioner. Detta innebär att den faktiska förekomsten av mycket energieffektiva byggnader i Sverige är större än vad antalet officiellt verifierade Net ZEB-projekt indikerar. Parallellt ökar även antalet nära nollenergibyggnader och lågenergihus snabbt, särskilt inom nyproduktion.

2.4.2 Vad säger Boverket, Energimyndigheten och forskningen?

Boverket har genom sitt arbete med byggregler och implementeringen av EU:s krav på nära nollenergibyggnader tagit fram tydliga energikrav för nybyggnation. Samtidigt konstaterar myndigheten att det i praktiken är få byggnader som fullt ut uppnår dessa krav när projekten är färdigställda (Boverket, 2023a).

Energimyndigheten lyfter fram byggnadssektorns höga energianvändning som är cirka 40% av energiförbrukningen i Sverige. De föreslår byggnadstekniska åtgärder som lösningen för att minska klimatpåverkan (Fyhr et al., 2009).

Forskningsstudier som Copenhagen Economics-rapporten understryker att lågenergihus kan både vara kostnadseffektiva, bidra till ökad komfort och minskad klimatpåverkan (Copenhagen Economics, 2018).

2.4.3 Gapet mellan mål och verklighet

Det finns idag en stor skillnad mellan det långsiktiga målet och verkligheten i Sverige. Verifierade nettonollenergibyggnader är näst intill obefintliga. Samtidigt ökar antalet byggnader som uppnår nära nollenergistandard enligt FEBY:s kriterier, som ävvänds för att klassificera lågenergibyggnader och nära nollenergibyggnader i Sverige (FEBY,2012).

Avståndet mellan var byggbranschen står idag och de krav som följer av EU:s framtida regelverk är fortfarande stort. I nuläget lever många nya byggprojekt inte upp till den kommande standarden för nettonollenergibyggnader. Samtidigt pekar forskningen på att tekniska framsteg och ökad erfarenhet inom branschen kan bidra till att driva utvecklingen i riktigt mot dessa mål (Copenhagen Economics, 2018).

2.5 Exempel på svenska projekt

2.5.1 Täby Park - Skanska

Ett exempel är Skanskas projekt som strävar efter nettonollenergi. Det är ett bostadsrätts kvarter i Täby Park, projektet har en 1400 kvadratmeter solcellsanläggning på taket som motsvarar 72 procent av takytan. Det är estimerat att anläggningen ska generera cirka 270 000 kilowattimmar per år, detta motsvarar ungefär 60 procent av fastighetens årliga elbehov. I syfte att uppväga för resterande 40 procent så har bostadsrättsföreningen lagt pengar på en extern solcellspark som ligger i Karlskrona (Skanska, 2021). Projektet

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

uppnår därmed inte lokal nettonollenergibalans, utan baseras delvis på energiproduktion utanför fastigheten.

2.5.2 Väla Gård

Väla gård är ett av få svenska projekt som verifierats som nettonollenergibyggnad inom ramen för Net ZEB-konceptet av REHVA, i samverkan med Skanska. REHVA är en europeisk branschorganisation som arbetar med energieffektiva byggnader och publicerar verifierade referensprojekt inom området. Verifieringen innebär att byggnaden på årsbasis producerar lika mycket energi som den använder (REHVA, 2024).

Utöver Net ZEB-verifieringen har Väla Gård även uppnått Skanskas interna hållbarhetsklassificering Deep Green samt certifieras enligt LEED Platinum. Dessa certifieringar fokuserar på bred hållbarhet, energieffektivitet och låga utsläpp, men utgör inte i sig verifieringar av nettonollenergiprestanda eller nollenergiprestanda (Skanska, 2025).

2.5.3 Villazero i Borlänge

Villazero är det första svenska koldioxidneutrala villaprojekt och den blev färdigställd 2022 av ett kvinnligt team med mestadels träkonstruktion. Den använder både förnybar energi för drift men även för att minimera klimatavtrycket (SIGA, 2022).

2.6 Potential förnybar energi i Sverige

För att Sverige ska kunna nå nettonollenergistandard i byggsektorn krävs det en mycket större användning av lokalt producerad och förnybar energi. Det finns redan befintlig teknik med stor potential både för nybyggnationer och befintliga byggnader. Nedan presenteras viktiga tekniker och deras potential med svenska förutsättningar.

2.5.1 Solel på byggnader

Den snabbaste växande tekniken i Sverige är solel, det står för cirka 3,1 TWh elproduktion år 2023. Denna siffra ökade 2024 till cirka 4,1 TWh (Svensk Solenergi, 2025). Det fanns över 250 000 solcellsanläggningar som var nätanslutna år 2023. De flesta är små anläggningar på villor med den totala kapaciteten på nästan 4000 MW (Energimyndigheten, 2024).

2.6.2 Fjärrvärme från förnybara källor

Huvuddelen av Sveriges fjärrvärme produceras redan av restvärme, biobränsle och avfallsbaserad värme. Dessa energikällor står för cirka 80% av värmeleveranserna i Sveriges fjärrvärmenät (Energimyndigheten, 2023). Detta innebär att byggnader som är anslutna till fjärrvärmenätet kan ha en hög andel förnybar energi i sin energiförsörjning och därmed låg klimatpåverkan. Användning av fjärrvärme bidrar dock i sig inte till att uppnå nettonollenergibalans på byggnadsnivå, utan påverkar främst byggnadens klimat och utsläppprofil.

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

2.6.3 Geoenergi

Energieffektiva system med geoenergi innebär att man använder markvärme eller bergvärme. När man använder en värmepump för att utvinna energi ur berg eller mark kan värmebehovet minskas avsevärt. Denna metod används redan i många småhus men även i kommersiella fastigheter (Energimyndigheten, 2022).

2.6.4 Vindkraft

I stora system kan vindkraftverk bidra mycket till lokala energisystem, särskilt när landskapsområdena är öppna. Men vindkraft integrerade vid byggnader i mindre skala är fortfarande rätt ovanligt. Det som försvårar spridningen av vindkraftverk är bygglov men även buller försvårar spridning i tätorter (Energimyndigheten, 2023).

2.6.5 Biobränsle

Biobränsle såsom biogas, pellets och flis används ofta i byggnader med begränsad tillgång till fjärrvärme eller el, särskilt i småhus utanför tätorter. Användning kan bidra till minskad användning av fossila bränslen. Men medför samtidigt vissa utsläpp, vilket gör att biobränsle i många fall kombineras med andra uppvärmningslösningar eller används där andra alternativ saknas (Naturvårdsverket, 2024).

2.7 Nuvarande byggnaders energianvändning och möjligheter till renovering

Den största delen av byggnaderna i Sverige består av äldre byggnader, dessa har ett mycket högre energibehov än nybyggnationer. Statistik från Energimyndigheten visar att de befintliga byggnaderna står för cirka 30–35% av hela Sveriges energianvändning (Energimyndigheten, 2022). Större delen av dessa byggnader saknar nya och moderna energisystem, till exempel värmeåtervinning, tillräckligt med isolering och solcellsanläggningar.

2.7.1 Går det att renovera så det blir nettonoll?

Det går teoretiskt att renovera äldre byggnader så att de når nettonoll standard men det krävs enorma investeringar. För att kunna förbättra en äldre byggnad så krävs det oftast att man byter fönster, installerar värmeåtervinning, tilläggsisolerar och att man byter uppvärmningssystemet. Men även att man ska integrera förnybara energikällor. Det kan vara extra jobbigt att göra på alla äldre byggnader på grund av tekniska och arkitektoniska begränsningar, ett exempel kan vara på kulturmärkta byggnader (Björk et al., 2021).

2.7.2 Vad säger forskningen?

Enligt forskning är det tekniskt möjligt att sänka energianvändningen i nuvarande byggnader med 60–80% genom renovering (Björk et al., 2021). Att uppnå nettonollstandard är dock betydligt svårare, särskilt för flerbostadshus eller byggnader med begränsad takyta för solcellsinstallationer. För att göra sådana renoveringar mer

ekonomiskt genomförbara krävs ofta ekonomiska styrmedel, exempelvis i form av gröna lån eller skattelättnader (Copenhagen Economics, 2018; SEB, 2024).

Det finns ett ökande intresse för “deep renovation”, vilket innebär omfattande uppgraderingar i syfte att halvera eller i vissa fall helt eliminera behovet av tillförd energi. Erfarenheter från testprojekt visar att mycket låga energinivåer kan uppnås, men att detta förutsätter samverkan mellan tekniska lösningar, ekonomiska förutsättningar och politiskt stöd (IEA, 2013; REHVA, 2022).

2.8 Ekonomiska aspekter

Både att uppgradera och bygga ett nettonollenergihus innebär högre investeringskostnader om man jämför med ett standardhus. Det som är positivt är att nettonollenergihus kan betala tillbaka sig med tiden på grund av de låga energikostnaderna under driftskedet.

2.8.1 Högre investeringskostnad jämfört med ett standardhus

En uträkning från Energimyndigheten (2022 b) visar att energieffektiva byggnader kostar runt 5–15% mer jämfört med ett standardhus, beroende på byggnadstyp och beroende av hur omfattande åtgärderna är. För en nybyggnation med nära noll eller nettonollenergimål kan investeringskostnaden vara högre medan driftkostnaden är lägre över byggnadens livslängd. För ett småhus motsvarar detta en merkostnad på cirka 2000–4000 kr per kvadratmeter jämfört med ett konventionellt småhus (IVA, 2023).

2.8.2 Återbetalningstid för energieffektiva lösningar

Den vanligaste investeringen för att nå nettonollenergibalans är solceller, där återbetalningstiden i Sverige uppskattas till cirka 10–14 år enligt Svea Solar (2023). Återbetalningstiden kan dock variera beroende på elpris, takets förutsättningar samt i vilken utsträckning den producerar elen används i byggnaden eller säljs vidare.

Andra vanliga investeringar är FTX-system med värmeåtervinning, tilläggsisolering och värmepumpar, vilka generellt uppvisar återbetalningstider i intervallet cirka 8–20 år beroende på åtgärdstyp och byggnadens förutsättningar. Dessa åtgärder bidrar även till ett ökat fastighetsvärde och ett förbättrat inomhusklimat (Energimyndigheten, 2023a).

2.8.3 Stöd och Bidrag

Det finns statliga stöd som kan göra investeringen för energieffektiva lösningar mer ekonomiskt attraktiv

- Energilån via banker med gröna bolån med mindre räntor vid energieffektiv investering (SEB, 2024).
- Grönt avdrag där privatpersoner kan få 20% avdrag för att installera solceller och upp till 50% för laddboxar och batterilagring (Skatteverket, 2024).
- Investeringsstöd finns för energieffektiva byggnader i vissa områden men främst är dessa stöd riktade till flerbostadshus och offentliga byggnader.

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

2.8.4 Sammanfattning av ekonomiska aspekter

Ekonomi är ett väldigt stort hinder men det kan också vara en drivkraft för nettonollenergibyggnader. Höga byggkostnader balanseras i regel av långsiktiga besparingar. När elpriserna stiger och det finns ekonomiska stöd, så förbättras de ekonomiska förutsättningar radikalt.

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

3 Energiberäkningar

För att undersöka hur nära en nybyggnation kan närma sig nettonollenergistandard i Sverige har två energiberäkningar utförts med hjälp av simuleringsverktyget Vip-Energy. En standard småhusbyggnad har modellerats enligt dagens byggnormer, därefter har samma hus förbättrats genom att införa tekniska och energieffektiva lösningar. Tanken är att ta fram och illustrera skillnader i energiprestanda och identifiera faktorer som kan vara avgörande för att kunna uppnå energibalans mellan produktion och förbrukning under ett år, vilket i bästa fall till och med kan resultera i ett plusenergihus.

Se bilaga 1 för planritning, som är hämtad från projektet Kuben i kursen Energiushållning- VBFF15.

3.1 Metod för energiberäkning

VIP-Energy är ett beräkningsprogram som används för att simulera energianvändningen i husen under svenska klimatförhållanden. Programmet tar hänsyn till parametrar som solinstrålning, ventilationssystem, värmeförluster, interna värmelaster och val av energisystem. Den är ett lämpligt verktyg för att bedöma byggnaders energianvändning och överensstämmelse med BBR (Boverkets byggregler) och även för att kolla hur byggnaden är nära netto-noll.

3.2 Resultat från energiberäkning av referenshus – utgångsläge (Hus 1)

Referenshuset är placerat i Umeå och är utformat enligt standardiserade nybyggnadskrav, med FTX med värmeväxlare med verkningsgrad 77%, isolering och fjärrvärme som uppvärmningskälla.

Energiberäkningen visar följande:

Tabell 1: Energiprestanda för referenshuset

Total värmeförsörjning	79,07 kWh/m ²	Processenergi	29,78 kWh/m ²
Total elförsörjning	4,73 kWh/m ²	Solelproduktion	0 kWh/m ²

Huset ligger långt ifrån nettonoll-gränsen och har ett kritiskt behov av tillförd energi. Huset har dessvärre ingen lokal energiproduktion, detta innebär att energibehovet ska täckas av externa energikällor och möjligheten att kompensera energiförbrukningen för att uppnå nettonoll-balans finns inte. Husets ventilationsförluster är höga, vilket inte är ovanligt för byggnader utan värmeåtervinningssystem.

Byggnadens uppfyllelse av gällande energikrav enligt Boverkets byggregler redovisas i avsnitt 3.5 genom beräkning av primärenergital.

3.3 Resultat av energiberäkning av optimerat hus (Hus 2)

Huset är placerat i Umeå och utformat med målet mot nettonoll. Huset är försett med:

- Solcellssystem på taket och solfångare
- FTX-ventilation med verkningsgrad 77%
- Effektiva fönster (flerglasfönster med lågemissionsbeläggning och varm kantlist)
- Förbättrad isolering med mindre köldbryggor

Energiberäkningen visar följande:

Tabell 2: Energiprestanda för tekniskt optimerat hus

Total värmeförsörjning	15,01 kWh/m²	Processenergi	19,7 kWh/m²
Total elförsörjning	15,5 kWh/m²	Solelproduktion	56,97 kWh/m²

Tack vare energieffektiviteten och den lokala elproduktionen som plushuset visade kan det täcka energibehovet som krävs under ett år. Det höga behovet under vinterhalvåret balanseras av solcellernas överskott från sommarhalvåret.

3.4 Jämförande siffror

Tabell 3: Jämförelse av U-värden för byggnadsdelar i referenshus och optimerade hus

Byggnadsdel	Area (m²)	U-värde Hus 1 (W/m²K)	U-värde Hus 2 (W/m²K)
Yttervägg	60,2	0,150	0,093
Tak	60,2	0,100	0,100
Grund	135,13	0,109	0,109
Fönster	4,242	1,100	0,500
Dörr	17,41	1,000	1,000
Glasdörr	2,255	1,100	1,100

Tabell 4: Jämförande översikt av energiprestandan för referenshus och optimerade hus

Parameter	Referenshus	Hus 2
Golvyta [m ²]	120	120
Luftläckage vid 50 Pa [l/s,m ²]	0,64	0,63
Specifik elförbrukning [kWh/m ²]	4,86	15,7
Total värmeförsörjning [kWh/m ²]	92,8	12,6
Solelproduktion [kWh/m ²]	0,0	55,4
Ventilationsåtervinning [kWh/m ²]	52,6	43,2
Värmesystem (tillfört) [kWh]	8617	1342
Processenergi [kWh/m ²]	30,2	18,5

3.5 Primärenergital

Primärenergital (PE-tal) är ett mått på en byggnads totala energiprestanda. Primärenergitalet inkluderar den energi som byggnaden direkt använder. Den tar även med energiförlusterna i lagring, produktion och distribution av energin innan den når själva byggnaden.

I Sverige används PE-talet för att bedöma ifall en byggnad uppnår de krav på energiprestanda som ställs av BBR. PE-talet gör det möjligt att jämföra olika byggnader på ett rättvist sätt oavsett energikällor som används i byggnaden. Beräkningarna av primärenergitalet nedan är baserade på byggnadens driftenergi och inkluderar inte hushållsel och byggprocessenergi.

Referenshus beräkning (hus 1)

$$E_{uppv} = \text{Värmesystem (2)} + \text{el till värmepump för värme (31)} = 7092 + 0 \\ = 7092 \text{ kWh}$$

$$E_{tvv} = \text{Tappvarmvatten (3)} + \text{el till värmepump för tappvarmvatten (30)} \\ = 2397 + 0 = 2397 \text{ kWh}$$

$$E_f = \text{el till fläktar(13,14)} + \text{och cirkulation solfångare (10)} = 284 * 2 + 0 \\ = 568 \text{ kWh}$$

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

$$EP_{pet} = \frac{\left(\frac{E_{uppv}}{f_{geo}} + E_{tvv} + E_f\right) * VF}{A_{temp}} = \frac{\left(\frac{7092 * 0,7}{1,3} + 2397 * 0,7 + 568 * 1,8\right)}{120}$$

$$= \frac{54,33 kWh}{m^2 \text{år}}$$

Plushus beräkning (hus 2)

$$E_{uppv} = \text{Värmesystem (2) + el till värmepump för värme (31)}$$

$$= 1801 + 1324 = 3125 kWh$$

$$E_{tvv} = \text{Tappvarmvatten (3) + el till värmepump för tappvarmvatten (30)}$$

$$= 0 + 182 = 182 kWh$$

$$E_f = \text{el till fläktar(13,14) + och cirkulation solfångare (10) = 182 * 2 + 0}$$

$$= 364 kWh$$

$$EP_{pet} = \frac{\left(\frac{E_{uppv}}{f_{geo}} + E_{tvv} + E_f\right) * VF}{A_{temp}} = \frac{\left(\frac{3125 * 0,7}{1,3} + 182 * 0,7 + 364 * 1,8\right)}{120}$$

$$= \frac{20,54 kWh}{m^2 \text{år}}$$

4 Intervjuer

I följande kapitel presenteras resultat från de strukturerade djupintervjuerna som har genomförts med tre experter inom området nettonollenergibyggnad. Syftet är att få en djupare förståelse till hur nettonollenergibyggnad definieras, tillämpas och upplevs i praktiken.

4.1 Metod till intervjuer

Intervjuerna genomfördes i strukturerad form och utformade utifrån ett antal övergripande tematiska frågeområden. Dessa områden fungerade som ett grund till intervjufrågorna och säkerställde att samtliga intervjuer behandlade samma centrala aspekter. Fokus låg på följande teman:

- 1-Definition och förståelse av netto- noll energibygnader
- 2-Förekomst och verklig tillämpning i Sverige
- 3-Tekniska lösningar och utmaningar
- 4-Ekonomiska faktorer och incitament
- 5-Utmaningar för upplysning och framtidspotential
- 6-Praktiska erfarenheter och lärdomar från genomförda projekt
- 7-Vanliga missuppfattningar och råd till nya aktörer

En intervjuguide med samtliga frågor som användes vid intervjuerna återfinns i **Bilaga 4-Intervjuguide**.

Beskrivning av intervjupersoner:

Tabell:5 Översikt av intervjupersonerna

Intervjuperson	Roll	Erfarenhet (år)
1	Konsult i energieffektiva byggnader	33+
2	Professor i byggnadsteknik	37+
3	Lektor i energi och byggnadsdesign	15+

4.2 Resultat från intervjuer

Definitioner och förekomst av netto-noll energibygnader

I alla tre intervjuerna började Intervjupersonerna med att diskutera vad begreppet nettonollenergibyggnad innebär och hur vanligt förekommande den här typen av byggnader är. Samtliga tre intervjuade definierade begreppet nettonollenergibyggnad som en byggnad som årsvis inte förbrukar mer energi än vad den själv producerar. De framhöll att husets energianvändning ska balanseras av en egen och förnybar energiproduktion inom loppet av ett år. Detta ska främst ske genom användning av solceller och värmepumpar men även i kombination med energilagring i vissa fall. Som intervjuperson 3 uttryckte det: *“Ett äkta netto-nollhus levererar minst lika mycket förnybar energi som det själv gör av med under ett år”*

Även om definitionen i huvudsak är densamma, framhålls vissa skillnader. Intervjuperson 3 påpekade att begreppet används lite slarvigt av vissa: *“vissa räknar bara byggnadens driftenergi, medan andra inkluderar all energi inklusive hushållsel och ibland även byggprocessens energi”*. Medan Intervjuperson 1 försökte lyfta fram att många blandar ihop begreppen nettonollenergibyggnader med *“nära noll-energihus”*. *“Man får inte glömma att enligt EU:s definition är nära-noll inte detsamma som netto-noll”*, konstaterade hen och tydliggjorde att nuvarande byggregler kräver mycket låg energianvändning men inte nödvändigtvis en full energibalans med egenproduktion.

Vad gäller förekomsten av nettonollenergibyggnader var alla tre intervjupersonerna överens om att den här typen av byggnader är ännu relativt ovanliga i Sverige.

Flera exempel på demonstrationsprojekt nämns, bland annat enstaka kommunala byggnader och bostadshus som uppges ha uppnått kravet nettonoll. *“Det finns kanske en handfull byggnader i landet idag som verkligen är netto-noll”*, sa intervjuperson 1 och tillade att intresset ökar. Intervjuperson 2 pekar däremot på att allt fler byggnader *“ligger nära noll”* tack vare de hårda energikraven vi har i Sverige, även om genuina netto-noll projekt fortfarande ses som demonstrationsprojekt, det vill säga testbyggnader. Samtliga intervjupersoner betonade vikten av att utvecklingen går framåt och är överens om att intresset bland byggherrar och arkitekter ökar, dessutom blir tekniken både billigare och gradvis mer tillgänglig. Detta bekräftade att nettonollenergibyggnader ännu inte är en etablerad norm, och fungerar snarare som föregångsmodeller inom dagens byggsektor.

Tekniska lösningar och hinder

Under de tre intervjuerna diskuterades de tekniska lösningar som krävs för att uppnå nettonollenergi och vilka hinder som finns ut ur ett tekniskt perspektiv. Alla tre intervjupersoner uttryckte att i första hand minimera byggnadens energibehov med hjälp av energieffektiv design. Det omfattar bland annat välisolerade väggar och tak, energieffektiva fönster och god lufttätethet för att minimera risken för onödiga värmeförluster. Effektiva ventilationssystem med återvinning av värme (FTX) uppmärksammas som avgörande. *“Det absolut viktigaste är att minimera energibehovet först”, sa intervjuperson 1, “med bra isolering, ett tätt skal och effektiv ventilation. Först därefter kan man täcka resten med solenergi”*.

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

När energibehovet har reducerats till ett minimum behöver byggnaden själv producera energi för att ersätta det återstående behovet. Samtliga intervjupersoner nämnde även att solceller är den vanligaste men även mest självklara lösningen. Takkonstruktioner och fasader med inbyggda solpaneler anses vara nödvändiga för att uppnå konceptet netto-noll, speciellt i bostäder och byggnader med begränsad höjd. De framhöll även solfångare för varmvatten som ett kompletterande system och användning av värmepumpar som effektivt kan utnyttja elen som kommer från solcellerna för uppvärmning. Däremot påpekade intervjuperson 3 att energilagring lyfts fram som lösning men uttrycker sin skepsis mot dagens förhållanden: *”Det går inte idag att spara energi med ett batteri från sommaren till vintern. Det kommer nog aldrig gå heller. [...] Den lagringen skulle ladda upp en gång och ladda ur en gång om året [...] det finns ingen chans att man kan finna någon ekonomi i det.”*

Trots de tillgängliga lösningarna fann samtliga intervjupersonerna flera hinder och utmaningar att bearbeta. Utmaningen med variationer över året är en av dem, då solinstrålningen under vintern är liten i Sverige samtidigt som uppvärmningsbehovet är som störst. Intervjupersonen 3 påpekade att ett svenskt nettonollenergihus måste kunna hantera mörkret och kylan under vintern och uttryckte sig kritiskt med att säga:

”Det är absolut det svåraste – energi på vintern.”

”Ska jag kunna ha mitt plusenergihus så måste jag få lov att tillverka solenergi på sommaren och sälja, så kan jag få tillbaka den på vintern.”

”I det långa loppet blir det omöjligt att alla skulle göra det.”

Detta gör att svenska nettonollenergiprojekt oftast är beroende av elnät som energilager. Det här beroendet i sig är ett hinder anser intervjupersonerna, då det krävs en viss infrastruktur och regler för att utföra energimätningar och avtal med energibolag.

Ett annat tekniskt hinder som intervjupersonerna har diskuterat är begränsningarna i byggnadernas utformningar. Framst för flerbostadshus och andra höga byggnader kan det vara utmanande att installera tillräckligt mycket solceller på takytan för att täcka energibehovet. Intervjuperson 1 jämförde dem med villor: *”En fristående villa kan oftast uppnå netto-noll om man fyller taket med paneler, men ett fyravåningshus med samma teknik har mycket svårare att komma i balans”.*

Därmed blir det mycket enklare för mindre byggnader att uppnå netto-noll än för högre och större byggnader.

Samtliga intervjupersoner betonade att komplexiteten i systemen framhålls som ett hinder och förklarar att ju mer teknik som byggs in, desto viktigare är det att de fungerar tillsammans. Det vill säga styr- och regelsystem måste samverka smidigt mellan uppvärmning, sol produktion, ventilation och lagring. Intervjuperson 2 påpekade att ett fel eller underhållsbrister i någon komponent kan leda till sämre helhetsprestanda. Sammanfattningsvis upplevde intervjupersonerna att den kunskap som behövs finns, men de praktiska hindren handlar om att få allt att samspela under verkliga förhållanden. Det går att lösa de flesta tekniska hindren genom att planera noggrant och följa upp men marginalen är mindre och precisionskravet är högre än vad det är vid ett traditionellt byggande.

Ekonomi och incitament

En viktig fråga som lyftes fram under intervjuerna är de ekonomiska aspekterna av nettonollenergibyggnader. Alla tre intervjupersonerna lyfter de initiala investeringskostnaderna som ofta hör ihop med att bygga eller renovera till nettonollbyggnader. Framför allt extra isolering, solenergisystem och batterier som innebär högre kostnader till skillnad från konventionellt byggande.

"Att bygga ett hus som på årsbasis använder 0 kWh/år är ca 10% dyrare."

"Det har en återbetalningstid om ca 15 år – men detta beror helt och hållet på elpriserna."

"Skulle elpriserna dubbleras blir återbetalningstiden betydligt kortare."

"Det är en långsiktig investering", förklarar intervjuperson 1.

Intervjuperson 2 förklarar att de ekonomiska kalkyler som utförs för nettonollenergi byggandet är oftast kortsiktiga, då byggherren och andra investerare fokuserar på återbetalningstid och undviker åtgärder som börjar löna sig först efter 10-15 år.

Trots de höga kostnaderna betonar samtliga intervjupersoner att driftsekonomi för nettonollenergibyggnader är mycket gynnsam. Ur ett livscykelperspektiv kan låga energikostnader leda till stora besparingar. Intervjuperson 1 berättar om ett projekt där hen har varit delaktigt i, där kalkylerna visar att nettonoll-byggnader kan gå med vinst över sin livscykel. Intervjupersonen betonar att det ibland är svårt att kommunicera till beslutsfattare. Det framkommer att ekonomin ofta beror på olika perspektiv, en fastighetsutvecklare som vill sälja direkt efter att byggnaden är färdigställd ser inte samma ekonomiska fördel som en fastighetsägare som tänker behålla byggnaden länge och därmed drar nytta av de låga driftkostnaderna. Flera av intervjupersonerna hävdar att det är en obalans i incitamenten, det är inte alltid de som betalar för åtgärderna som får tillbaka vinsten.

Intervjupersonerna 1 och 3 uttrycker en besvikelse över att det idag inte finns tillräckligt starka ekonomiska stöd specifikt för nettonollenergibyggnader. Förvisso har det funnits bidrag när det gäller solcellsinstallationer och vissa andra energistöd, men något riktat bidrag till just nettonollenergihus finns inte. Intervjuperson 1: *"Enligt Boverkets definition är alla nyproducerade byggnader nettonollenergibyggnader"*. Egentligen är de nyproducerade bostäderna bara nära-noll, det finns ingen belöning för att gå hela vägen. Intervjupersonerna anser att de politiska incitamenten kunde vara starkare som till exempel investeringsstöd, tydligare krav eller skatteförmåner. När sådana styrmedel saknas blir det föregångare eller idealister som driver nettonollenergiprojekten, eller så byggs det bara för att klara certifieringar som NollCO2 eller Miljöbyggnad Guld.

Samtliga intervjupersoner har även diskuterat möjliga intäkter kopplade till netto-noll-konceptet. Exempelvis överskottsenergi från solceller kan säljas tillbaka som resulterar i intäkter. De förklarar även att energibolagen erbjuder avtal eller ersättningar i vissa fall för den gröna elen som matas in. Det är då inte några stora intäkter och löser inte den höga investeringskostnaden för nettonoll-byggnader. En ekonomisk fördel som det pratades om är fastighetsvärdet. En nettonollenergibyggnad kan ha ett högre marknadsvärde och vara mer attraktiv för potentiella hyresgäster.

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

Sammanfattningsvis gör intervjupersonerna det tydligt att ekonomin är ett av de största problemen för nettonollenergibyggnader i nuläget. Utan tydliga incitament eller en långsiktig investering så kommer det vara svårt att förverkliga projekten trots möjligheten.

Utmaningar och framtida utveckling

De flesta av de utmaningar som redan nämnts, t.ex., högre kostnader, begränsade incitament och tekniska hinder återkommer i diskussionerna om framtiden för nettonollenergibyggnader. Intervjupersonerna nämnde även andra mjukare utmaningar, som berör attityder, kunskap och samordning i sektorn. Båda intervjupersonerna 1 och 2 nämnde bristande kännedom och erfarenhet som en utmaning. *"Det är inte jättemånga som är duktiga på det [projektering av netto-noll]. Jag tycker att kunskapen saknas."*

"Det behövs utbildning, mer praktiska exempel", sa intervjuperson 2. Intervjuperson 1 påtalade att hindren kan ligga i de traditionella arbetssätten som gör att konceptet nettonoll går märkligt långsammare än vad den tekniska utvecklingen egentligen medger. Hen sa bland annat: *"Byggbranschen är konservativ, det vet vi."*

"De flesta kör i gamla hjulspår, gör som man alltid har gjort."

"Man räknar med att folk kör standardlösningar – ingen vill ta den där kostnaden."

En annan utmaning som intervjupersonerna nämnde är hantering av det befintliga fastighetsbeståndet. Hittills ligger mest fokus på nyproduktion, där det är enklast och mest realistiskt att uppnå kraven för netto-noll. Däremot påminnade intervjupersonerna om att de allra flesta byggnaderna som kommer att användas i framtiden är redan byggda och att ställa om och energieffektivisera de befintliga byggnaderna kommer att vara den riktiga utmaningen. Intervjupersonerna pekade även på vissa störningar som kan uppkomma vid renovering av befintliga byggnader, exempelvis kulturhistoriska värden, hänsyn till de boende och tekniska begränsningar. De hoppades på att solpaneler, värmepumpsystem och energieffektiva fönster skulle kunna underlätta den här omställningen.

Vad gäller framtidens utveckling tror intervjupersonerna att nettonollenergibyggnader kommer bli mycket vanligare, och det är ett resultat av de skärpta klimatmålen och teknologisk utveckling. Intervjuperson 2 antog att nettonoll kommer att vara det normala för nyproduktion inom 10 till 15 år, inte minst i de ledande kommunerna och bland beställarna med höga ambitioner för hållbarhet. Samtidigt påpekade intervjuperson 1 att det kan gå mycket långsammare än förväntat utan tydliga krav från lagstiftningen. Själva konceptet med nettonollenergi byggnader kommer att utvecklas och kan se annorlunda ut jämfört med idag, diskuterade intervjupersonerna. De tror att energilagringen kommer ta mer utrymme med hjälp av bättre batterier eller vätgaslagring. Det kan även handla om smarta byggnader som optimerar energianvändning och produktion med smarta elnät. Det fanns även diskussioner om att begreppet kan ändras i framtiden till att bli bredare och omfatta klimatpåverkan och ta hänsyn till byggnadens livscykel.

Praktiska erfarenheter och lärdomar

Intervjuerna bidrog också med en djupare förståelse för de praktiska erfarenheter som intervjupersonerna själva har haft av att jobba med nettonoll byggnader, och även

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

lärdomar som de har fått. Intervjuperson 2 berättade om ett projekt som hen har varit med om, där hen utformade en skola som skulle bli nettonoll. Hen betonade att en viktig lärdom var att de behövde involvera användaren tidigt. Då de behövde organisera träffar och workshops med elever och lärare för att presentera byggnaden och förklara hur den är avsedd att fungera, som exempelvis hur inomhustemperatur och ventilation skulle fungera. *"Vi lärde oss att man måste ta in användarna tidigt – alltså de som ska jobba där. Det påverkar hur huset fungerar i praktiken. Om man inte gör det blir det ofta problem. Till exempel: om de öppnar fönstren mitt i vintern eller ställer in ventilationen fel, så kan det sabba hela energiberäkningen."* sa intervjuperson 2.

Intervjuperson 3 delade med sig av erfarenheter från ett bostadsprojekt med målet nettonoll. Hen observerade att det uppstod problematik under driftskedet. Det visade sig att den faktiska energianvändningen blev 10 till 15 procent högre än vad de ha räknat med, trots flera simuleringar.

"Vi fick utvärdera – varför blev det så? Och det var flera små grejer."

"Några hade satt in egna frysskåp. Covid gjorde att ventilationen kördes med högre flöden än normalt under flera månader", sa intervjuperson 3.

En lärdom som intervjuperson 3 betonade var att det krävs marginaler och flexibilitet i designen, men också uppföljning och att inte alltid förvänta sig att allt blir som man beräknat. Respondenten berättade att flera omfattande energiåtgångs övervakningar infördes, och även regelbundna uppföljningsmöten för att kunna justera energi driften.

Några delade med sig positiva erfarenheter och framgångar. En av de är intervjuperson 2 som var med om ett plusenergihusprojekt, där resultaten överträffade förväntningarna.

"Efter ett år hade vi gått på plus med råge, det blev mer solenergi än vi trodde och huset behövde knappt någon köpt energi alls", sa intervjupersonen stolt. Enligt intervjupersonen var framgångsfaktorn en engagerad beställare, en välfungerande arbetsgrupp och erfarenheter och lärdomar av tidigare projekt.

Intervjuperson 3 betonade att den stora vinsten med de här projekten är kunskapen och erfarenheter som genereras. *"Varje nettonoll-projekt bygger upp kompetens i branschen. Vi lär oss vad som funkar och inte funkar och den kunskapen sprider sig vidare."*, sa hen.

Missuppfattningar och råd

Intervjupersonerna fick som avslutande moment uppgiften att reflektera över vanliga missuppfattningarna om nettonoll-byggnader och dela med sig av råd till andra som vill genomföra liknande projekt. Intervjuperson 1 poängterade en stor missuppfattning, *"Det finns en vanlig missuppfattning att ett netto-nollhus inte får vara kopplat till elnätet, att det ska vara någon sorts ö. Det är inte det som avses. Det handlar om att på årsbasis gå plus minus noll. Du producerar lika mycket som du förbrukar, fast det är klart att du både matar in och tar ut el beroende på säsong."*, sa hen. Intervjuperson 3 sa att många tror att man måste ha solceller och stora batterier för att klara sig helt själv. Så är det inte, det handlar om netto balansen över ett år.

En annan vanlig missuppfattning är att nettonoll-byggnader skulle innebära en försämring av komfort eller inomhusklimatet. Intervjupersonerna 2 och 3 förklarade att en korrekt utformad nettonoll-byggnad ger lika bra komfort som vilket hus som helst. Intervjuperson 2 sa att vissa tänker att man kommer behöva frysa och har mörkt inne för att spara energin, denna missuppfattningen stämmer inte alls. Intervjupersonerna menar

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

snarare motsatsen att inomhusmiljön ofta kommer att vara bättre tack vare moderna ventilationssystem. En tredje missuppfattning som dök upp är att det räcker bara att ha solpaneler så blir ett vanligt hus nettonoll. Det betonades i intervjuerna att de inte är så enkelt, utan att man först måste göra huset mycket mer energieffektivt annars har inte solpanelerna en chans att täcka behovet. Intervjuperson 1 menade att solpaneler inte är en "quick fix" om resterande del av huset inte är energieffektivt.

Intervjupersonerna är eniga om ett par centrala råd, det första är att man ska börja med en helhetssyn i tidigt skede. Alla aktörer borde samlas i konceptfasen för att tillsammans optimera utformning för en låg energianvändning men även för att kunna integrera energiproduktionen. Intervjuperson 3 sa *"Man måste börja tidigt i processen. Det är där man kan påverka mest. Små förändringar i fönstersättning, väderstreck och planlösning kan göra stor skillnad för energiförbrukningen."* Det andra rådet är att prioritera enkelhet, man ska inte överbelasta ett projekt med för många experimentella tekniska system samtidigt. Det ska istället satsas på pålitliga alternativ och se till att de är justerade och även installerade korrekt. Intervjuperson 1 sa *"håll det enkelt och stabilt, hellre en sak mindre som kan gå fel."* Det välisolerade klimat skalet och effektiva systemet kan vara basen innan man lägger till flera avancerade system.

Dessutom rekommenderade intervjupersonerna att avsätta resurser till uppföljning efter att byggnaden har satts i bruk. Alla tre intervjupersonerna poängterade att livet bjuder på överraskningar, så det borde finnas en plan för månaders inkörning och finjustering. Det är även smart att mäta och verifiera att energiprestandan uppnår de värdena man strävade efter. Information ska ges till användarna om hur de kan hjälpa till att hålla byggnaden energieffektiv. Det slutgiltiga rådet intervjupersonerna gav är att man ska lära sig av äldre projekt. De anser att det är viktigt att ta del av dokumentation från tidigare projekt, men även att besöka demonstrationshus. Intervjuperson 2 sa *"Man behöver inte uppfinna hjulet varje gång"* och framhöll betydelsen av att nya aktörer ska ta nytta av den befintliga kunskapen som finns. Genom att undvika vanliga misstag och samarbeta mellan de olika yrkesgrupperna så menar intervjupersonerna att flera nettonollenergibyggnader och projekt kan förverkligas.

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

5 Diskussion och slutsats

5.1 Uppfylls nettonollenergikrav i dagens byggande?

I nuläget uppfylls bara nettonollenergikravet i undantagsfall i svenska byggsektorn, framförallt låga byggnader med relativt stor takarea i förhållande till bruttoarea. Resultaten indikerar att antalet verifierade nettonollenergibyggnader i Sverige är begränsat. Samtidigt som ett större antal byggnader med plusenergiegenskaper, men som inte uppfyller eller har verifierats mot en formell nettonolldefinition. Istället så byggs det byggnader som klassas som lågenergi eller nära nollenergi, dessa typer av byggnader ökar gradvis som nyproduktion. Boverket lyfter fram att det är få av nybyggda hus som uppnår de gällande kraven för nära nollenergibyggnader i praktiken. Man kan alltså säga att det finns ett tydligt gap mellan vision och verklighet. Helt verifierade nettonollbyggnader är nästintill obefintliga även fast många nya projekt satsar på lägre energianvändning. nettonollkonceptet framstår därför idag mer som en prototyp eller ett ideal snarare än en norm, vilket stämmer överens med studiens resultat som pekar på att nettonoll i nuläget främst förekommer i exempelprojekt istället för i brett byggande.

5.2 Tekniska möjligheter och begränsningar

Studien visar att det är tekniskt möjligt att uppnå nettonollstandard speciellt i nybyggda småhus. Energiberäkningarna som jämförde ett referenshus med ett optimerat plusenergihus visar detta tydligt. Referenshuset som är byggt enligt dagens normer hade ett nettoenergibehov på ca 79 kWh/m² utan lokal energiproduktion. Vilket gör att den är långt ifrån nettonoll kravet. Till skillnad från detta kunde det optimerade små huset med FTX-ventilation, solfångare, värmepump, solceller och effektivare klimat skall sänka energibehovet kraftigt. Den behövde bara 30 kWh/m² i köpt energi per år och den producerade 57 kWh/m² med solceller. Som resultat nåddes en årsbalans med överskott av energi, det bekräftar att tekniken räcker för att nå nettonollstatus. Även praktiska projekt bekräftar detta, en intervjuperson tog upp som exempel ett plusenergihus som överträffade förväntningarna, den gick med överskott redan från första året.

Samtidigt tydliggör resultatet flera begränsningar, Sveriges klimat medför kalla, långa och mörka vintrar. Det innebär att energibehovet är som allra högst när solstrålningen är som lägst. För att uppnå årsbalansen krävs därför att sommarens överskottsproduktion exporteras till elnätet och lagras där i form av nettoutbyte. Utan någon energilagring på plats är nettonoll-huset i behov av elnätet för att väga upp vinters underskott. Tekniskt diskuteras lösningar som batterilagring eller vätgas, problemet är att dessa är dyra och oprövade när det gäller vätgas. Möjligheten att skala upp är en annan utmaning. Det är enklare att förse ett småhus med tillräckligt antal solceller jämfört med ett flerbostadshus i stadsmiljö. Ett flerbostadshus kan behöva extern hjälp, ett exempel är ett projekt i Täby Park där de endast har kapaciteten att producera cirka 60% av sitt elbehov på taket. Resterande elbehov kommer från en extern solcellspark. Dessutom finns det tekniska hinder vid ombyggnad av äldre hus, befintliga byggnader kan ha förutsättningar som är

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

svåra att hantera. Exempel är platsbrist för teknik och kulturhistoriska byggnader, det gör så att nettonoll renoveringar är utmanande enligt experterna i intervjuerna.

Förutom de helt fysiska aspekterna framkommer också andra tekniska utmaningar. Brist på erfarenhet och kunskap hos företag i branschen gör att tekniken som finns inte utnyttjas till 100 procent. Flera intervjupersoner poängterar att det saknas kompetens i att projektera och förvalta nettonollhus. Men även att byggsektorns konservativa arbetssätt bromsar utvecklingen. Sammanfattningsvis finns det potential för nettonollbyggnader. Men lösningarna kräver att man hanterar klimatmässiga utmaningar, storlek relaterade förutsättningar men även att höja kunskapsnivå inom byggbranschen.

5.3 Ekonomiska hinder och incitament

De ekonomiska aspekterna utgör en dominerande tröskel för nyttobyggnader. I jämförelse med konventionella byggnader är investeringskostnaderna högre på grund av bland annat, extra isolering, avancerade ventilationssystem och mer omfattande solcellsinstallationer. Beställaren och fastighetsutvecklaren har mer tendens att föredra etablerade lösningar, och få är redo att lägga extra kostnader för nettonoll-standard utan tydliga incitament. Intervjupersonerna indikerar att nuvarande stöd som statliga stöd för solceller eller energieffektivisering inte anses vara tillräckliga för att kompensera de höga initiala utgifterna. nettonoll husen kan bli lönsamma på lång sikt tack vare lägre driftkostnader, men återbetalningstiden är oftast lång och kan ofta sträcka sig över typiska investeringshorisonter.

Samtidigt förändras de ekonomiska förutsättningarna i takt med utvecklingen på energimarknaden. De höga elpriserna gör att egenproducerad energi blir mer lönsam, vilket leder till kortare återbetalningstid för investeringar som värmepumpar och solceller. Lågenergihus har bevisats vara samhällsekonomiska, lönsamma och ger en ökad komfort till användaren, men i nuläget kvarstår kostnadsbarriären. För att motverka den höga kostnadsbarriären måste starka incitament som subventioner, gröna lån och skatteförmåner införas, annars riskerar konceptet nettonoll ett bli ett nischat val för engagerade initiativtagare eller prestigeprojekt, snarare än att bli ett allmänt vedertaget val. En viktig drivande faktor kan bli klimathänsyn som prissätts alltmer på marknaden, till exempel koldioxidutsläpp som kopplas till kostnader och som gör att det ekonomiska incitamentet för att bygga energineutralt ökar.

5.4 Byggreglernas roll och nuläge

Svenska byggregler och regelverk kan utgöra en drivande kraft men även ett hinder för nettonoll konceptet. Sverige har gradvist höjt kraven i Boverkets byggregler gällande energiprestanda och införde krav på nära-nollenergibyggnader för nya hus. Kraven ska fokusera på att minska köpt energi via effektivisering och räcker inte till att nå nettobalans. Dessutom är det få byggnader som ens uppfyller nära noll kraven, trots att nära noll byggnader tillåter fortfarande en högre energianvändning jämfört med ett riktigt nettonoll hus. Boverkets byggregler använder primärenergital som mått, vilket främjar låg energianvändning och en viss andel förnybar energi, men dagens regelverk

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

ger en begränsad kredit för den lokala energiproduktionen. Detta innebär att byggnader med solceller kan få sänkt beräknat energital, men byggreglerna saknar en absolut nollgräns eller en officiell certifiering för nettonoll. Otydligheten i definitioner bidrar till att nettonoll begreppet misstolkas ibland eller uppfattas på olika sätt, vilket påtalas under intervjuerna.

Tydligare lagkrav är avgörande för att driva fram utvecklingen av nettonoll konceptet. Utan bindande krav riskerar utvecklingen att gå långsammare än nödvändigt, framhåller intervjupersonerna. EU har lanserat nya förslag om att alla nybyggnationer ska vara nollutsläppsbyggnader, som är mycket nära nettonoll byggnader i drift. Sverige behöver implementera dessa bestämmelser i lag som snarast för att kunna etablera nettonoll konceptet som standard för nybyggnation.

5.5 Framtidsutsikter- på väg från vision till verklighet.

Idag finns det flera tecken som visar att netto-noll kan gå från vision till verklighet trots alla utmaningar. Det sker kontinuerliga framsteg inom tekniken såsom billigare och effektivare solceller, smarta styrsystem som kan optimera byggnadens energibalans i nutid och energi lagringsmetoder blir bättre. I intervjuerna så uttrycker sig experterna att nettonollenergibyggnader kommer bli mycket vanligare som en effekt av de skärpta klimatmålen och den tekniska utvecklingen. Intervjupersonerna bedömde att ungefär inom 10 till 15 år kan nettonoll konceptet vara en norm i framstående kommuner och bland beställare med höga hållbarhetsambitioner. Samtidigt kvarstår risken att utvecklingen går långsamt om inte det sätts in yttre krav och drivkrafter.

För att få konceptet att bli till en norm snarare än undantag krävs det hantering av hinder som hittills har identifierats som på kort sikt att det ska finnas flera exempel på projekt som har lyckats för att varje lyckat projekt höjer kunskapen och förenklar för nästa projekt. Långsiktigt så måste vi åtgärda byggnader som redan existerar, detta är extremt viktigt på grund av att de flesta byggnaderna som kommer användas 2050 är redan byggda idag. Det behövs väldigt innovativa lösningar för energieffektiv renovering men även integrering av förnybar energi i äldre byggnader. Utan att man behöver kompromissa alldeles för mycket med kulturella värden och ekonomi. Intervjupersonerna framförde förhoppningar om att tekniken som värmepumpar, solceller och energieffektiva fönster ska göra övergången av befintliga byggnader mer realistisk. Branschens kompetensnivå är en viktig del, när flera arkitekter, beställare och ingenjörer får erfarenhet av nettonoll så kommer tryggheten göra så att man satsar på nettonoll projekt. Samarbeten och kunskapsdelning mellan aktörer kan påskynda lärandet vilket intervjupersonerna betonade som en stor del för att nå framgång.

Summerat så ser framtiden lovande ut under korrekta förutsättningar. nettonollenergibyggnader har gått från en teoretisk vision till riktiga pilotprojekt och kommande steg är att skala upp till ett brett införande. Möjligheterna ligger i effektivare styrmedel, ökad erfarenhet och förbättrad teknik. De hinder som finns att hantera är kunskapsbrister, ekonomiska trösklar och omvandlingstakten i det befintliga

byggbeståndet. Med uthålliga insatser på dessa fronter kan netto-noll bli den nya normen inom svenska byggsektorn istället för ett undantag.

5.6 Sammanfattande slutsats

Utifrån studiens samlade resultat uppfattas netto-noll energibygnader som ett genomförbart mål på längre sikt men detta kräver helhetsstrategi för omställningen. Möjligheterna för en omfattande övergång finns i Sverige på grund av att det finns bra tillgång till förnybar energi, tekniken finns redan för de flesta och medvetenheten ökar om klimatfrågor. För att detta ska kunna genomföras i praktiken så identifierar vi några kritiska framgångsfaktorer:

- Klara definitioner och uppföljning: Det behöver finnas en gemensam bransch definition av nettonollenergihus och även certifieringssystem som säkerställer att byggnader lever upp till kraven. Idag tolkas begreppet olika vilket leder till förvirring, en gemensam standard skulle ge alla aktörer samma slutbild och förenkla implementeringen.
- Styrmedel och ekonomiska drivkrafter: Myndigheternas roll är avgörande, lagkrav som kommande EU-direktiv kan sätta en basnivå. Ekonomiska styrmedel är även viktigt för att påskynda omställningen innan hårda kraven gäller till 100 procent. Tillfälliga stöd såsom skatterabatter och gröna lån för nettonoll satsningar kan påskynda flera projekt på kort sikt. Utöver detta bör energipriser och eventuella koldioxidavgifter visa den verkliga klimatkostnaden, detta skulle underlätta för energieffektiva och självförsörjande byggnader.
- Färdigheter och samarbete: "Byggbranschen är konservativ, det vet vi" säger en av intervjupersonerna, detta pekar på behovet av kulturell förändring. Utbildningsinsatser om nettonoll från yrkesutbildningar till högskolor kan öka kompetensnivån. Samtidigt så krävs det bättre samordning mellan aktörerna såsom entreprenörer, arkitekter, brukare och ingenjörer så alla samarbetar i ett tidigt skede. En viktig lärdom är att involvera användarna så tidigt som möjligt så att byggnaden används på rätt sätt och uppfyller energimålen. Total förståelse och kommunikation mellan alla parter minskar risken för misstag som riskerar energibalansen i praktiken.
- Kompletta hållbarhetsstrategi: Vi har reflekterat över att nettonoll konceptet möjligtvis behöver utvecklas vidare. I framtiden förväntas det omfatta flera aspekter, till exempel klimatpåverkan utanför driftskedet och byggnadens livscykelperspektiv. Genom att redan nu ta hänsyn till dessa aspekterna till exempel planera för flexibel användning och välja byggnadsmaterial med låg klimatpåverkan, ökar den totala hållbarheten. netto-noll vid faktiskt använd är ett viktigt steg men helhetsmässigt är klimatneutralt byggande det slutgiltiga målet.

Avslutningsvis anser vi att omställningen till nettonollenergibyggnader i Sverige är teoretiskt sett möjlig att genomföra, men det krävs enorma målmedvetna åtgärder. Våra resultat visar att netto-noll i den nuvarande situationen främst är en framtidsvision eller

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

idealbild. Samtidigt finns det en tydlig potential för att det ska bli verklighet. Med ekonomiska drivkrafter, skärpta regler och ökad kunskap kan visionen om nettonoll energibygnader bli verklighet i stor skala. Då hade byggsektorn kunnat ta steget från ett fåtal modellprojekt till att varje nytt hus och så småningom även befintliga hus bidrar till en energineutral bebyggd struktur som ett normaltillstånd.

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

6 Källförteckning

Björk, F, Bulow-Hube, H Adalberth, K (2021). *Renoveringspotential i svenska flerbostadshus*. KTH och Lunds universitet (Hämtad 2 juli 2025)

Boverket (2015). *Förslag till svensk tillämpning av nära-nollenergibyggnader*.
<https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2015/forslag-till-svensk-tillampning-av-nara-nollenergibyggnader-2.pdf> (Hämtad 20 april 2025)

Boverket (2023a). *Boverkets byggregler - BFS 2011:6 med ändringar till och med 2023:2*.
<https://www.boverket.se/sv/lag--ratt/foreskrifter/aldre-regler/bbr/>
(Hämtad 28 maj 2025)

Boverket (2023b). *Historik - energikrav i byggreglerna*.
<https://www.boverket.se/sv/energi/krav-historik> (Hämtad 28 maj 2025)

Boverket (2023c). *Kommande ändringar i BBR - införande av nollutsläppsbyggnader*.
<https://www.boverket.se/sv/kommande-bbr> (Hämtad 28 maj 2025)

Boverket (2025). *Direktiv för byggnaders energiprestanda, EPBD*.
<https://www.boverket.se/sv/byggande/uppdrag/direktiv-for-byggnaders-energi-prestanda> (Hämtad 20 april 2025)

CA EPBD Sweden (2021). *Implementation of the EPBD in Sweden*.
<https://www.ca-epbd.eu/countries/sweden> (hämtad 28 juni 2025)

Copenhagen Economics (2018). *Low-Energy Buildings in Sweden: What are the Socio-Economic Costs and Benefits?*
<https://copenhageneconomics.com/publication/low-energy-buildings-in-sweden-what-are-the-socio-economic-costs-and-benefits/> (Hämtad 10 juli 2025)

DOE - US Department of Energy (2015). *A common Definition for Zero Energy Buildings*.
https://www.energy.gov/sites/default/files/2015/09/f26/bto_common_definition_zero_energy_buildings_093015.pdf (Hämtad 13 maj 2025)

Energimyndigheten (2002). *Energiläget i siffror 2022*.
<https://www.energimyndigheten.se/statistik/statistik/> (Hämtad 2 augusti 2025)

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

Energimyndigheten (2022). *Geoenergi - ett effektivt värmesystem för svenska byggnader*.

<https://www.energimyndigheten.se/geoenergi> (Hämtad 26 juni 2025)

Energimyndigheten (2022b). *Merkostnader och återbetalningstid vid energieffektivisering*.

<https://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/ekonomi-och-stod>

(Hämtad 14 maj 2025)

Energimyndigheten (2023). *Fjärrvärme och förnybara energikällor i Sverige*.

<https://www.energimyndigheten.se/> (Hämtad 20 juli 2025)

Energimyndigheten (2023a). *Energieffektiva byggnader*.

<https://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/byggnader>

(Hämtad 14 maj 2025)

Energimyndigheten (2024). *Över 250000 installerade solcellsanläggningar i Sverige*.

<https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/> (Hämtad 10 maj 2025)

EU (2018). *Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0844>

(Hämtad 13 maj 2025)

EU-kommissionen (2023). *Directive on the energy performance of buildings (recast)*.

https://energy.ec.europa.eu/index_en?prefLang=sv (Hämtad 30 maj 2025)

European Commission (2024). *Directive (EU) 2024/1275 on the energy performance of buildings*.

https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive_en

(Hämtad 28 juni 2025)

Europeiska kommissionen (2024). *Energy Performance of Buildings Directive*.

https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive_en

(Hämtad 22 april 2025)

FEBY (2012). *Kravspecifikation FEBY12 för nollenergihus, passivhus och minienergihus-lokal*.

<https://www.feby.se/files/rapporter/kravspecifikation-feby12-lokal-jan.pdf>

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

(Hämtad 10 juli 2025)

Fortum (2023). *Utmaningen för Sveriges energiomställning: att stänga gapet mellan vision och verklighet.*

<https://www.fortum.com/se/el> (Hämtad 12 maj 2025)

Fyhr, K, Axell, M, Ruud, S, Sandberg, P,L och Ingvar (2009). *Building renovation to low-energy houses.* SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:962505/FULLTEXT01.pdf>

(Hämtad 10 juli 2025)

IEA - International Energy Agency (2013). *Towards Net Zero Energy Solar Buildings.*

<https://task40.iea-shc.org/publications> (Hämtad 18 maj 2025)

IPCC (2023). *Sixth Assessment Report.* Intergovernmental Panel on Climate Change.

<https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/> (Hämtad 16 april 2025)

IVA (2023). *Så når Sverige netto-nollutsläpp, kostnader och investeringar.*

<https://www.iva.se/projekt/vagval-for-klimatet> (Hämtad 1 juni 2025)

Naturvårdsverket (2024). *Biogena koldioxidutsläpp och klimatpåverkan.*

<https://www.naturvardsverket.se/> (Hämtad 26 juni 2025)

NZEBRA (2024). *Diffrent EU approaches to nZEB.*

<https://www.nzebra.eu/post/different-eu-approach-to-nzeb-in-the-eu-member-states>

(Hämtad 28 juni 2025)

REHVA (2022). *Deep Renovation: Challenges and Solutions.*

<https://www.rehva.eu/> (Hämtad 5 augusti 2025)

REHVA (2024). *Väla Gård - the first net zero energy office building in Sweden.* REHVA Journal.

<https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/vaela-gaard-a-net-zero-office-building-in-sweden> (Hämtad 10 juli 2025)

Representationen i Sverige (2023). *Ny EU-lag om byggnaders energiprestanda ska främja energisäkerhet och bidra till EU:S klimatmål.*

https://sweden.representation.ec.europa.eu/news/ny-eu-lag-om-byggnaders-energi-prestanda-ska-framja-energisakerhet-och-bidra-till-eus-klimatmal-2023-12-20_sv (Hämtad 25 april 2025)

Nettonollenergibyggnad i Sverige: vision eller verklighet?

SEB (2024). *Gröna lån för energieffektivisering*.
<https://seb.se/privat/bolan/grona-bolan> (Hämtad 17 maj 2025)

SIGA (2022). *Villazero - Sweden's first carbon-neutral home*.
<https://blog.siga.swiss/global-en> (Hämtad 13 juli 2025)

Skanska (2021). *Byggstart för Skanskas nya bostadsrättskvarter i Täby*.
<https://www.skanska.se/om-skanska/press/pressmeddelanden/255288/Byggstart-for-Skanskas-nya-bostadsrattskvarter-i-Taby> (Hämtad 22 april 2025)

Skanska (2025). *Täby Park - bostadsprojekt*.
<https://www.skanska.se/vart-erbjudande/vara-projekt/246528/Taby-Park/>
(Hämtad 8 juli 2025)

Skanska (2025). *Väla Gård - kontorsprojekt*.
<https://group.skanska.com/projects/57810/Vala-Gard/> (Hämtad 16 juli 2025)

Skatteverket (2024). *Grönt avdrag för solceller och lagring*.
<https://www.skatteverket.se/> (Hämtad 17 maj 2025)

Solenerginyheter (2025). *Ökat intresse för batterilagring - 80 procent vill kombinera solceller med batteri*.
<https://www.solenerginyheter.se/20250311/3960/okat-intresse-batterilagring-80-procent-vill-kombinera-solceller-med-batteri> (Hämtad 15 maj 2025)

Svea Solar (2023). *Solceller - en investering för framtiden*.
<https://sveasolar.se/sv-se> (Hämtad 4 juni 2025)

Svenska Solenergi (2025). *Elproduktion från solen*.
<https://svensksolenergi.se/statistik/elproduktion-fran-solen/> (Hämtad 15 juni 2025)

UNEP (2022). *2022 Global Status Report for Buildings and Construction*. United Nations Environment Programme.
<https://globalabc.org/resources/publications/2022-global-status-report-buildings-and-construction> (Hämtad 16 april 2025)

United Nations (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*.
<https://sdgs.un.org/goals> (Hämtad 16 april 2025)

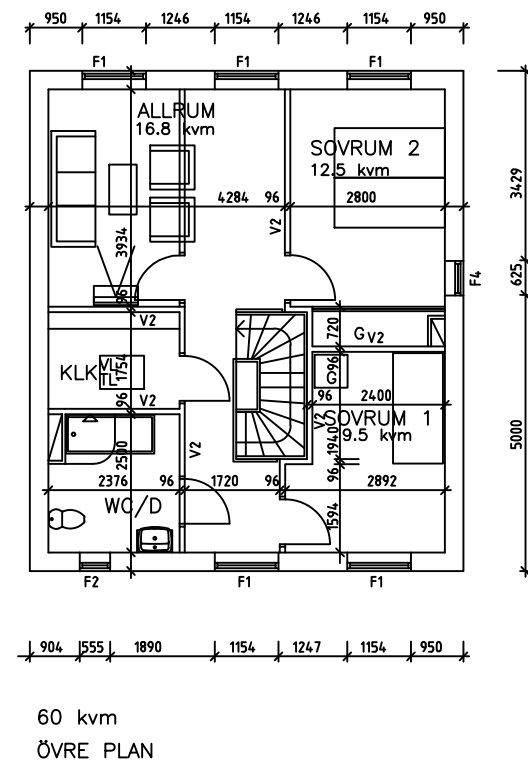
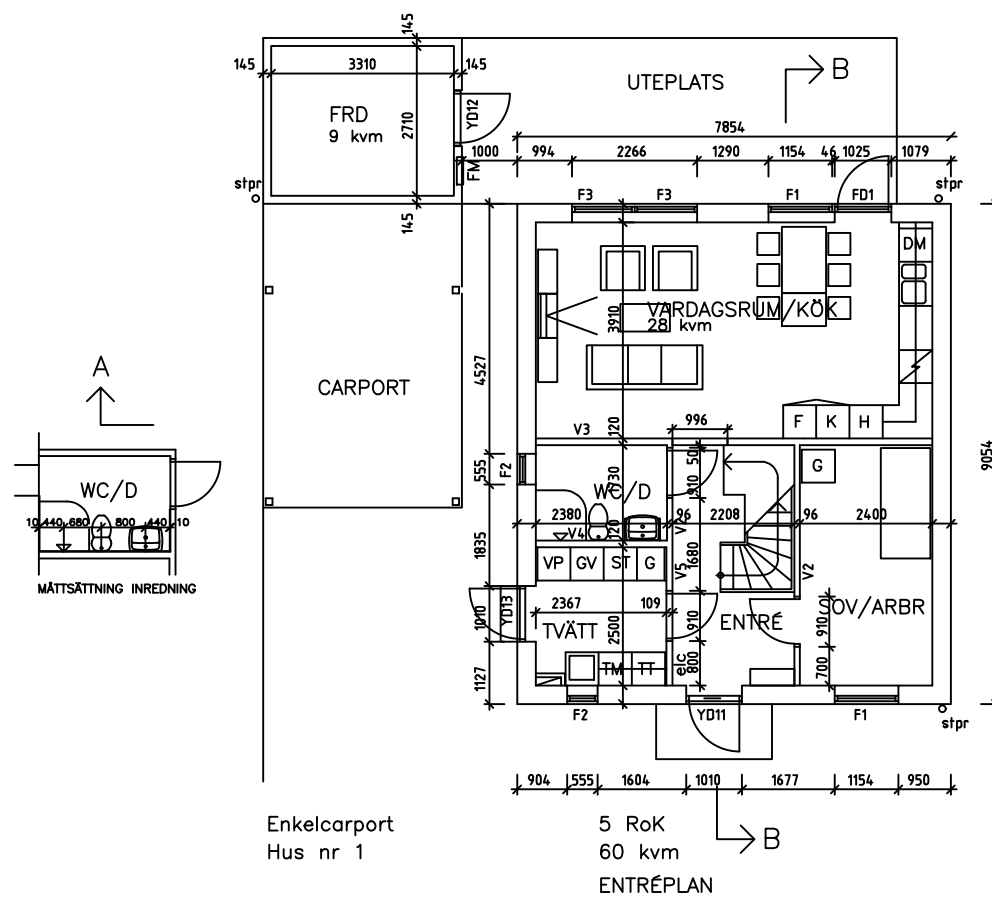
7 Bilagor

Bilaga 1 planritning på huset som används i beräkning

Bilaga 2 vip utskrift för referenshus (hus 1)

Bilaga 3 vip utriskit för plus hus (hus 2)

Bilaga 4 intervjuguide



FÖRKLARINGAR OCH FÖRESKRIFTER				
FÖRKLARINGAR				
Mått anges i millimeter.				
INNERVÄGGAR				
V2 = GS70/70(450)1-1 M0 96 mm				
V3 = GS95/95(450)1-1 M0 120 mm				
V4 = GS95/95(450)1-1 M30 120 mm				
V5 = GS70/70(450)1-2 M30 109 mm				
DET	AVT	BERÄKNING AV	REKONSTR	REK
BYGGHANDLING				
Centrals staden Lund				
LTH				
A				
K Byggen Teknik och hållbarhet				
V VVS AB				
E E1 AB				
VS RTH AB				
M Brandkonsult				
LÖPSTRECK				
BYGGNADENS AV				
HUSNÄMNET				
DATUM				
2021-03-17				
Sven Svensson				
Nybyggnad av smöhus				
Hus nr 1				
Planer				
SKALA A 4:50				
SKALA A 4:100				
A 40.1-02				



INDATA

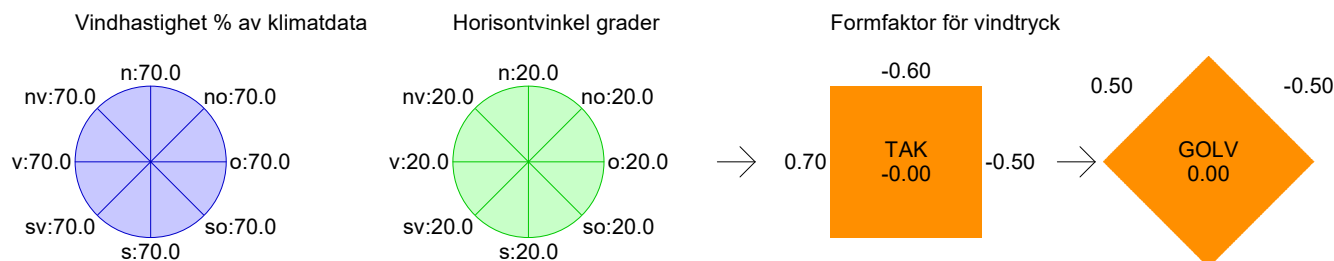
Kommentarer

Användaruppgifter läser programmet in från filen Title.vpd när programmet startas.

Uppgifterna i filen uppdateras under Katalogdata->Uppdatering av kataloger.

Kryssrutan för användaruppgifter ska vara ifylld.

Yttre förhållanden



Solreflektion från mark: 20.00 [%]

Lufttryck: 1013 [hPa]

Markegenskaper värmeledningstal: 1.4 [W/m*K]

Lera, dränerad sand, dränerat grus.

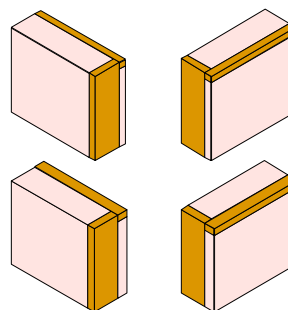
Klimatdata

Klimatfil: UMEÅ 1981-2010 Låtitud: 63.8 grader

	Högsta värde	Medelvärde	Minsta värde	
Utetemperatur	26.2	3.9	-23.1	°C
Vindhastighet	10.5	3.0	0.1	m/s
Solstrålning global	815.6	96.0	0.0	W/m²
Relativ fuktighet	100.0	78.4	13.0	%

Materialkatalog

Materialnamn	Värme- ledningstal W/m,K	Densitet kg/m³	Värme- kapacitet J/kg,K	Kostnad kr/kg	
Reglar s600	0.042	83.750	949.500	0.0	
Reglar s600x600	0.042	87.000	961.000	0.0	
Betong Normal RH	1.700	2300.000	800.000	0.0	
Cellplast 36	0.036	25.000	1400.000	0.0	
Dränerad sand	1.400	1800.000	1000.000	0.0	
Gipsskiva	0.220	900.000	1100.000	0.0	
Lösssprutad ull	0.042	40.000	800.000	0.0	
Mineralull 31	0.031	50.000	840.000	0.0	
Mineralull 36	0.036	50.000	840.000	0.0	





Materialnamn	Värme- ledningstal W/m,K	Densitet kg/m³	Värme- kapacitet J/kg,K	Kostnad kr/kg	
PUR-Skum	0.028	30.000	1000.000	0.0	
Trä Gran	0.140	500.000	2300.000	0.0	
Träpanel	0.140	50.435	1056.522	0.0	
INNE					
UTE					

Bygghelstyper 1-dimensionella Katalog

Bygghelstyp	Material Från utsida till insida	Skikt- tj. m	U-värde W/m²,K	Delta- U-värde W/m²,K	Otätthets- faktor q50 l/s,m²	Sol- absorp- tion %	
Golv Btg 100	Cellplast 36 Betong Normal RH Trä Gran	0.300 0.100 0.020	0.115	0.010	0.10	0.00	0.420
Takstol	Trä Gran Lössprutad ull Gipsskiva	0.020 0.450 0.013	0.090	0.010	0.80	70.00	0.483
Vägg Träreglar	Trä Gran Gipsskiva Mineralull 31 Reglar s600 Gipsskiva	0.020 0.010 0.050 0.215 0.013	0.140	0.010	0.80	50.00	0.308

Bygghelstyper 2-dimensionella Katalog

Bygghelstyp	Psi- värde W/m,K	Bredd m	Otätthets- faktor q50 l/s,m²	Sol- absorp- tion %	
Kantbalk	0.021	0.600	0.50	50.00	2.781
Smyg träreglar	0.088	0.200	0.00	0.00	0.261
Ytterhörn träreglar	0.030	0.400	0.80	50.00	0.502



Byggnad

Golvarea (ga) 120.0 [m²]

Byggdeltyp	Orientering	Rotation [°]	Lutning [°]	Mängd Area m² Längd m Antal st	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angräns- ande temp. °C	U- Psi- Chi- värde med mark och D-U
Ytterhörn träreglar	SÖDER	0.0	0.0	19.6 m	0.0	7.0		0.030 W/mK
F2	SÖDER	0.0	0.0	0.800 m²	1.0	6.0		1.100 W/m²K
Dörr	SÖDER	0.0	0.0	2.12 m²	0.0	2.1		1.000 W/m²K
Vägg Träreglar	SÖDER	0.0	0.0	27.4 m²	0.0	7.0		0.150 W/m²K
Vägg Träreglar	NORR	0.0	0.0	22.4 m²	0.0	7.0		0.150 W/m²K
F1	NORR	0.0	0.0	4.05 m²	1.0	6.0		1.100 W/m²K
F3	NORR	0.0	0.0	6.40 m²	1.0	6.0		1.100 W/m²K
Fönsterdörr	NORR	0.0	0.0	2.25 m²	0.0	2.2		1.100 W/m²K
F2	VÄSTER	0.0	0.0	0.422 m²	1.5	2.2		1.100 W/m²K
Dörr	VÄSTER	0.0	0.0	2.12 m²	0.0	2.1		1.000 W/m²K
Vägg Träreglar	VÄSTER	0.0	0.0	38.5 m²	0.0	7.0		0.150 W/m²K
F4	ÖSTER	0.0	0.0	0.900 m²	4.5	5.9		1.100 W/m²K
Vägg Träreglar	ÖSTER	0.0	0.0	40.1 m²	0.0	7.0		0.150 W/m²K
Takstol	TAK	0.0	0.0	60.2 m²	6.0	7.0		0.100 W/m²K
Golv Btg 100	PPM 0-1 m	0.0	0.0	18.9 m²	0.0	1.0		0.109 W/m²K
Golv Btg 100	PPM 1-6 m	0.0	0.0	41.3 m²	0.0	1.0		0.086 W/m²K
Vägg Träreglar	SÖDER	0.0	0.0	9.57 m²	0.0	7.0		0.150 W/m²K
Smyg träreglar	SÖDER	0.0	0.0	74.6 m	0.0	7.0		0.088 W/mK
Kantbalk	SÖDER	0.0	0.0	9.57 m	0.0	7.0		0.021 W/mK

Driftdata

Namn	Verksamhetsenergi			Fastighetsenergi		Person- värme W/m²	Tappvarmvatten		Fukttill- skott mg/s,m²	Rumstemperatur		
	Rumsluft		Extern	Rumsluft	Extern		W/m²	W/lgh		Högsta	Lägsta	Passiv forc °C
	W/m²	W/lgh		W/m²	W/m²		W/m²			°C	°C	
Småhus	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	2.28	0.00	0.00	27.00	21.00	23.00

Drifttider

Driftfall	Veckodagar	Veckonr	Tid
Småhus	Måndagar, Tisdagar, Onsdagar, Torsdagar, Fredagar, Lördagar, Söndagar	1 - 53	0 - 24

Ventilationsaggregat

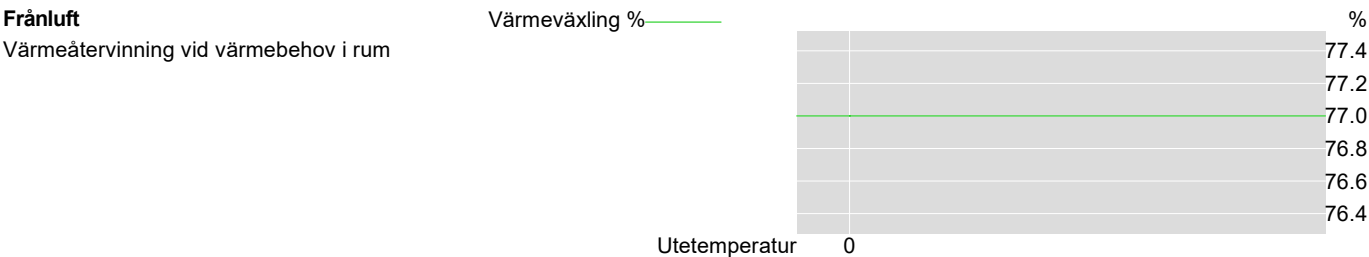
Aggregatnamn	Tilluft		Frånluft		Reglerfall	Tidsschema
	Fläkttryck	Verkningsgr.	Fläkttryck	Verkningsgr.		
	Pa	%	Pa	%		
Frånluft	450.00	60.00	450.00	60.00	Frånluft	Småhus

Ventilationstider

Tidsschema	Veckodagar	Tilluft l/s,m²	Frånluft l/s,m²	Veckonr	Tid
Småhus	Måndagar,Tisdagar,Onsdagar,Torsdagar,Fredagar,Lördagar,Söndagar	0.360	0.360	1 - 53	0 - 24



Reglerfall



Prioritet vid fördelning av solel

Värmepump:---, Kylmaskin:---, Fläktar och pumpar:---, Fastighetsel:---, Verksamhetsel:---
Värmeförsörjning tappvarmvatten:---, Värmeförsörjning ventilation:---, Värmeförsörjning värmesystem:---

RESULTAT

Beräkningsperiod Dagar: 1 - 365
Beräkningsdatum: 2025-06-30 19:16:27

Energibalans per månad

Avgiven energi [kWh]						Tillförd energi [kWh]					
	(23)	(24)	(21)	(28)		(27)	(20)	(25)	(45)	(33)	(34)
Period	Trans- mission	Luft- läckage	Ventila- tion	Spill- vatten	Kyla	Sol- energi fönster	Åter- vinning vent	Person- värme	Process- energi intern	Värme- försörj- ning	El- försörj- ning
Mån 1	1128	308	1000	204	0	5	751	122	304	1409	48
Mån 2	1115	327	994	184	0	23	749	110	274	1421	44
Mån 3	966	236	872	204	0	79	652	122	304	1073	48
Mån 4	779	175	735	197	0	150	533	118	294	746	47
Mån 5	628	132	609	204	0	205	399	122	304	497	48
Mån 6	343	57	357	197	17	218	83	118	294	225	47
Mån 7	320	51	333	204	8	213	24	122	304	205	48
Mån 8	352	57	361	204	24	179	91	122	304	241	48
Mån 9	508	93	483	197	0	104	311	118	294	406	47
Mån 10	735	149	659	204	0	34	489	122	304	748	48
Mån 11	960	244	863	197	0	10	647	118	294	1150	47
Mån 12	1101	295	982	204	0	2	738	122	304	1367	48
Summa	8936	2123	8247	2397	50	1220	5467	1435	3574	9489	568



Energibalans

Avgiven energi	kWh	kWh/m ² (ga)	Tillförd energi	kWh	kWh/m ² (ga)
(23) Transmission	8936	74.471	(27) Solenergi genom fönster	1220	10.171
(24) Luftläckage	2123	17.693	(20) Återvinning ventilation	5467	45.555
(21) Ventilation	8247	68.726	(25) Personvärme	1435	11.957
(28) Spillvatten	2397	19.973	(45) Processenergi rumsluft	3574	29.784
(22) Passiv kyla	50	0.414	(33) Värmeförsörjning	9489	79.077
			(34) Elförsörjning	568	4.730

Specifikation av energitillförsel

Energipost	kWh	kWh/m ² (ga)
(33) VÄRMEFÖRSÖRJNING	9489	79.077
(2) Värmesystem	7092	59.104
(3) Tappvarmvatten	2397	19.973
(47+48) KYLFÖRSÖRJNING	50	0.414
(48) Kylning i rumsluft	50	0.414
(48S) Sensibel kylning i rumsluft	50	0.414
(48L) Latent kylning i rumsluft	-0	-0.000
(34) ELFÖRSÖRJNING	568	4.730
(14) El tilluftsfläktar	284	2.365
(13) El Frånluftsfläkt	284	2.365
(20) Återvinning ventilation	5467	45.555
(51) Värmeväxling	5467	45.555
(51) Återvinning av värme	5467	45.555
(26) PROCESSENERGI	3574	29.784
(40) Verksamhetsenergi rumsluft	3574	29.784
(42) VENTILATIONSAGGREGAT	5750	47.920
(43) VÄRMESYSTEM	7092	59.104
(44)+(53)+(54) VARMVATTENBEREDARE	2397	19.973

Nyckeltal

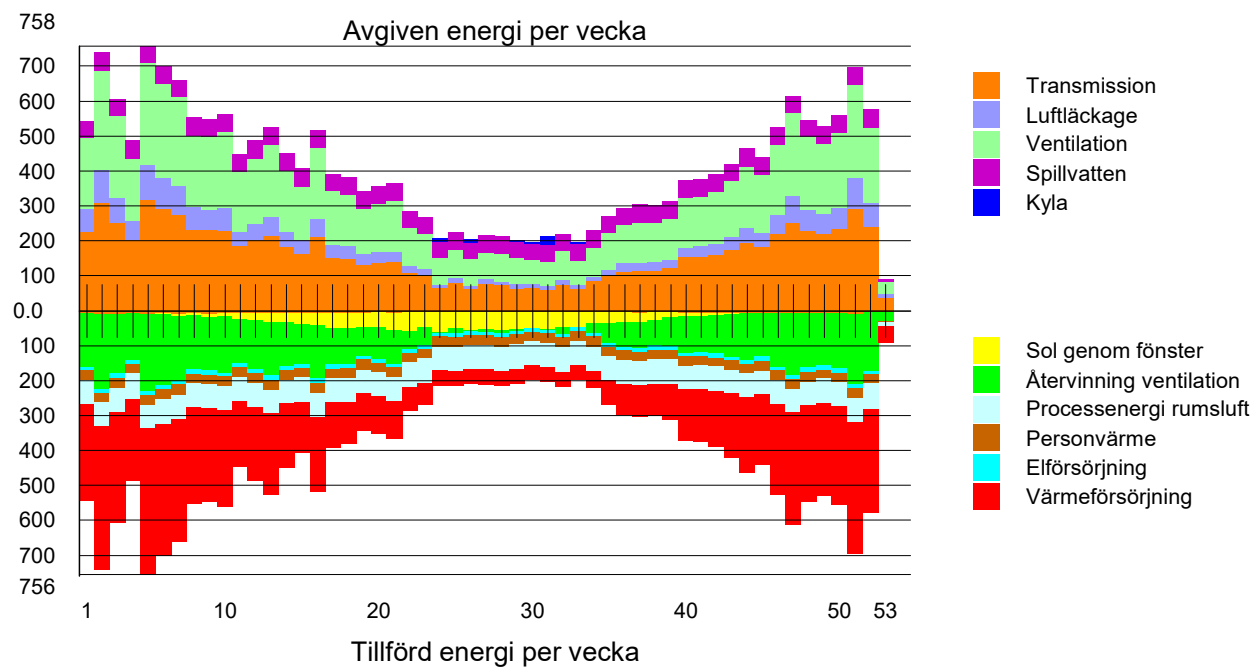
Inre värmekapacitet	20.01	[Wh/m ² °C]
Yttre värmekapacitet	24.05	[Wh/m ² °C]
Medelvärde för rumstemperatur	21.00	[°C] vid uppvärmning inkl. reglerförluster
Medelvärde ventilation	0.36	l/s,m ²
Medelvärde Processenergi	3.40	[W/m ²]
Medelvärde Personvärme	1.37	[W/m ²]
Omslutningsarea	277.60	[m ²]
U-värde	0.217	[W/m ² K]
U-värde * Omslutningsarea	60.23	[W/K]
Luftläckage vid 50 Pa	177.38	[l/s]
Luftläckage vid 50 Pa	0.64	[l/s,m ²]
Dim. effekt Transmission:	2.218	[kW]
Dim. effekt ventilation	0.466	[kW]
Dim. effekt Luftläckage:	0.749	[kW]
Avgiven värmeeffekt	3.434	[kW]
Medel invändigt tryck	-3.53	[Pa]



Fortsättning nyckeltal...

Specifik fläkteffekt	1.50	[kW/(m³/s)]
Golvarea (ga)	120.00	[m²]
Rel. area Omslutning/Golv	2.31	
Rel. area (Fönster+Dörrar)/Golv	0.16	
Tidskonstant	32	[h] 1 [d]

Energibalans





INDATA

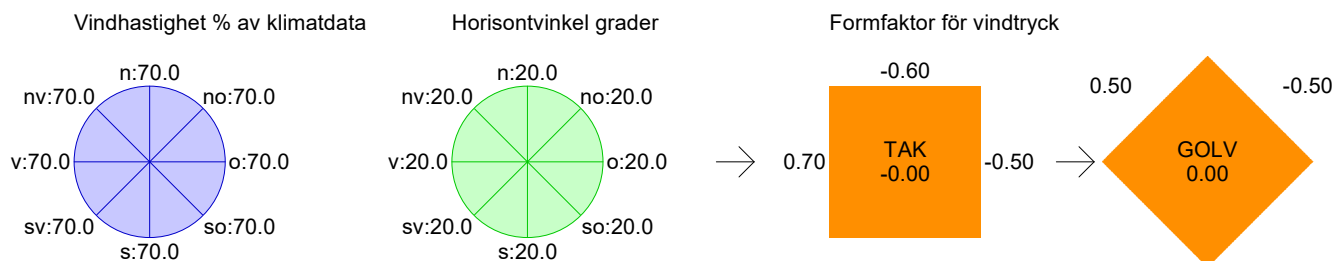
Kommentarer

Användaruppgifter läser programmet in från filen Title.vpd när programmet startas.

Uppgifterna i filen uppdateras under Katalogdata->Uppdatering av kataloger.

Kryssrutan för användaruppgifter ska vara ifylld.

Yttre förhållanden



Solreflektion från mark: 20.00 [%]

Lufttryck: 1013 [hPa]

Markegenskaper värmeledningstal: 1.4 [W/m*K]

Lera, dränerad sand, dränerat grus.

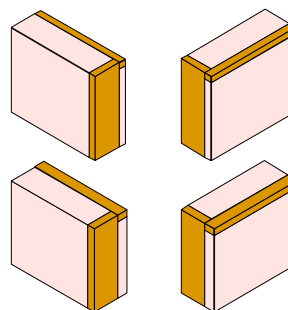
Klimatdata

Klimatfil: UMEÅ 1981-2010 Låtitud: 63.8 grader

	Högsta värde	Medelvärde	Minsta värde	
Utetemperatur	26.2	3.9	-23.1	°C
Vindhastighet	10.5	3.0	0.1	m/s
Solstrålning global	815.6	96.0	0.0	W/m²
Relativ fuktighet	100.0	78.4	13.0	%

Materialkatalog

Materialnamn	Värme- ledningstal W/m,K	Densitet kg/m³	Värme- kapacitet J/kg,K	Kostnad kr/kg	
Reglar s600	0.042	83.750	949.500	0.0	
Reglar s600x600	0.042	87.000	961.000	0.0	
Betong Normal RH	1.700	2300.000	800.000	0.0	
Cellplast 36	0.036	25.000	1400.000	0.0	
Dränerad sand	1.400	1800.000	1000.000	0.0	
Gipsskiva	0.220	900.000	1100.000	0.0	
Lösssprutad ull	0.042	40.000	800.000	0.0	
Mineralull 31	0.031	50.000	840.000	0.0	
Mineralull 36	0.036	50.000	840.000	0.0	





Materialnamn	Värme- ledningstal W/m,K	Densitet kg/m³	Värme- kapacitet J/kg,K	Kostnad kr/kg	
PUR-Skum	0.028	30.000	1000.000	0.0	
Trä Gran	0.140	500.000	2300.000	0.0	
Träpanel	0.140	50.435	1056.522	0.0	
INNE					
UTE					

Bygghelstyper 1-dimensionella Katalog

Bygghelstyp	Material Från utsida till insida	Skikt- tj. m	U-värde W/m²,K	Delta- U-värde W/m²,K	Otätthets- faktor q50 l/s,m²	Sol- absorp- tion %	
Golv Btg 100	Cellplast 36 Betong Normal RH Trä Gran	0.300 0.100 0.020	0.115	0.010	0.10	0.00	0.420
Takstol	Trä Gran Lössprutad ull Gipsskiva	0.020 0.450 0.013	0.090	0.010	0.80	70.00	0.483
Vägg Träregrar	Trä Gran Gipsskiva Mineralull 31 Reglar s600 Gipsskiva	0.020 0.010 0.200 0.215 0.013	0.083	0.010	0.80	50.00	0.458

Bygghelstyper 2-dimensionella Katalog

Bygghelstyp	Psi- värde W/m,K	Bredd m	Otätthets- faktor q50 l/s,m²	Sol- absorp- tion %	
Kantbalk	0.127	0.600	0.50	50.00	1.794
Smyg träreglar	0.097	0.200	0.00	0.00	0.261
Ytterhörn träreglar	0.023	0.400	0.80	50.00	0.502



Byggnad

Golvarea (ga) 120.0 [m²]

Byggdeltyp	Orientering	Rotation [°]	Lutning [°]	Mängd Area m² Längd m Antal st	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angräns- ande temp. °C	U- Psi- Chi- värde med mark och D-U
Ytterhörn träreglar	SÖDER	0.0	0.0	19.6 m	0.0	7.0		0.023 W/mK
F2	SÖDER	0.0	0.0	0.800 m²	1.0	6.0		0.500 W/m²K
Dörr	SÖDER	0.0	0.0	2.12 m²	0.0	2.1		1.000 W/m²K
Vägg Träreglar	SÖDER	0.0	0.0	27.4 m²	0.0	7.0		0.093 W/m²K
Vägg Träreglar	NORR	0.0	0.0	22.4 m²	0.0	7.0		0.093 W/m²K
F1	NORR	0.0	0.0	4.05 m²	1.0	6.0		0.500 W/m²K
F3	NORR	0.0	0.0	6.40 m²	1.0	6.0		0.500 W/m²K
Fönsterdörr	NORR	0.0	0.0	2.25 m²	0.0	2.2		1.100 W/m²K
F2	VÄSTER	0.0	0.0	0.422 m²	1.5	2.2		0.500 W/m²K
Dörr	VÄSTER	0.0	0.0	2.12 m²	0.0	2.1		1.000 W/m²K
Vägg Träreglar	VÄSTER	0.0	0.0	38.5 m²	0.0	7.0		0.093 W/m²K
F4	ÖSTER	0.0	0.0	0.900 m²	4.5	5.9		0.500 W/m²K
Vägg Träreglar	ÖSTER	0.0	0.0	40.1 m²	0.0	7.0		0.093 W/m²K
Takstol	TAK	0.0	0.0	60.2 m²	6.0	7.0		0.100 W/m²K
Golv Btg 100	PPM 0-1 m	0.0	0.0	18.9 m²	0.0	1.0		0.109 W/m²K
Golv Btg 100	PPM 1-6 m	0.0	0.0	41.3 m²	0.0	1.0		0.086 W/m²K
Vägg Träreglar	SÖDER	0.0	0.0	9.57 m²	0.0	7.0		0.093 W/m²K
Smyg träreglar	SÖDER	0.0	0.0	74.6 m	0.0	7.0		0.097 W/mK
Kantbalk	SÖDER	0.0	0.0	9.57 m	0.0	7.0		0.127 W/mK

Driftdata

Namn	Verksamhetsenergi			Fastighetsenergi		Person- värme W/m²	Tappvarmvatten		Fukttill- skott mg/s,m²	Rumstemperatur		
	Rumsluft		Extern	Rumsluft	Extern		W/m²	W/lgh		Högsta	Lägsta	Passiv forc °C
	W/m²	W/lgh		W/m²	W/m²		W/m²			°C	°C	
Småhus	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	2.28	0.00	0.00	27.00	21.00	23.00

Drifttider

Driftfall	Veckodagar	Veckonr	Tid
Småhus	Måndagar, Tisdagar, Onsdagar, Torsdagar, Fredagar, Lördagar, Söndagar	1 - 53	0 - 24

Ventilationsaggregat

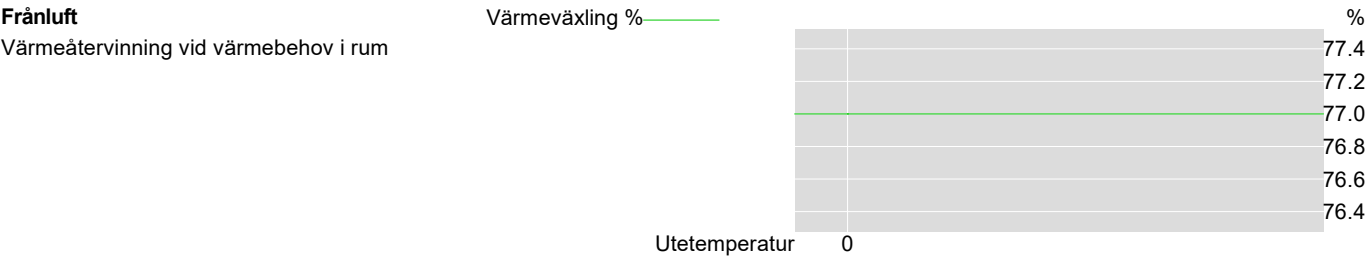
Aggregatnamn	Tilluft		Frånluft		Reglerfall	Tidsschema
	Fläkttryck	Verkningsgr.	Fläkttryck	Verkningsgr.		
	Pa	%	Pa	%		
Frånluft	450.00	60.00	450.00	60.00	Frånluft	Småhus

Ventilationstider

Tidsschema	Veckodagar	Tilluft l/s,m²	Frånluft l/s,m²	Veckonr	Tid
Småhus	Måndagar,Tisdagar,Onsdagar,Torsdagar,Fredagar,Lördagar,Söndagar	0.360	0.360	1 - 53	0 - 24



Reglerfall



Prioritet vid fördelning av solel

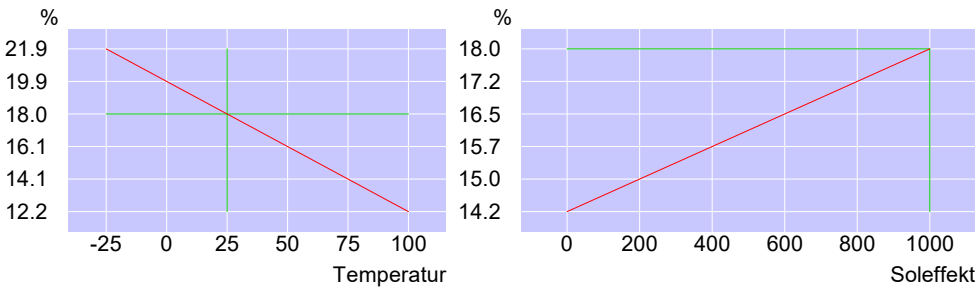
Värmepump: 1, Kylmaskin: 1, Fläktar och pumpar: 1, Fastighetsel: 1, Verksamhetsel: 1
Värmeförsörjning tappvarmvatten:---, Värmeförsörjning ventilation:---, Värmeförsörjning värmesystem:---

Solceller

Verkningsgrad utrustning: 90.0 %
Export av solel till elnätet

Solcellstyper

Solcellstyp: Polykristallin
Verkningsgrad: 18.0 %
Intensitetskoefficient: 0.38 %/W
Temperaturkoefficient 1: -0.43 %/K
Soleffekt min: 0 W/m²
Högsta temperatur: 200 °C
Lägsta temperatur: -25 °C
Värmeabsorptionsfaktor: 80.00 %
Värmekapacitet: 0.00 J/K
Värmeförlustfaktor: 100.00 %



Solceller Exponering

Beskrivning	Paneltyp	Orientering [°]	Rotation [°]	Lutning [°]	Area [m²]	Effekt STC [Wp]	Skuggningstyp
	Polykristallin	SÖDER	0.0	15.0	60.2	10836	

RESULTAT

Beräkningsperiod Dagar: 1 - 365
Beräkningsdatum: 2025-06-30 19:14:00

Energibalans per månad

Period	Avgiven energi [kWh]				Kyla	Tillförd energi [kWh]								
	(23) Trans- mission	(24) Luft- läckage	(21) Ventila- tion	(28) Spill- vatten		(27) Sol- energi fönster	(20) Åter- vinning vent	(19) Åter- vinning VP	(18) Sol- fångare	(56+57i) Sol- cell	(25) Person- värme	(45) Process- energi intern	(33) Värme- försörj- ning	(34) El- försörj- ning
Mån 1	868	308	1000	204	0	5	751	611	39	24	122	292	109	426
Mån 2	858	327	994	184	0	20	749	565	81	100	110	226	134	377
Mån 3	746	236	872	204	0	71	652	276	159	157	122	195	241	184
Mån 4	603	175	735	197	0	136	527	64	184	182	118	146	293	61
Mån 5	487	132	609	204	0	184	381	1	199	219	122	118	191	19
Mån 6	277	59	365	197	20	199	65	0	191	226	118	104	13	17



Avgiven energi [kWh]					Tillförd energi [kWh]									
	(23)	(24)	(21)	(28)		(27)	(20)	(19)	(18)	(56+57i)	(25)	(45)	(33)	(34)
Period	Trans- mission	Luft- läckage	Ventila- tion	Spill- vatten	Kyla	Sol- energi fönster	Åter- vinning vent	Åter- vinning VP	Sol- fångare	Sol- cell	Person- värme	Process- energi intern	Värme- försörj- ning	El- försörj- ning
Mån 7	264	55	348	204	11	194	11	0	198	224	122	115	0	18
Mån 8	283	59	370	204	27	164	71	0	198	198	122	137	17	22
Mån 9	393	94	484	197	0	94	292	-0	193	146	118	171	122	27
Mån 10	564	149	659	204	0	30	489	37	176	98	122	222	345	55
Mån 11	736	244	863	197	0	8	647	382	113	50	118	263	187	271
Mån 12	845	295	982	204	0	2	738	542	71	14	122	297	148	392
Summa	6924	2131	8281	2397	58	1107	5373	2478	1802	1637	1435	2288	1801	1870

Energibalans

Avgiven energi	kWh	kWh/m ² (ga)	Tillförd energi	kWh	kWh/m ² (ga)
(23) Transmission	6924	57.702	(27) Solenergi genom fönster	1107	9.223
(24) Luftläckage	2131	17.756	(20) Återvinning ventilation	5373	44.771
(21) Ventilation	8281	69.010	(19) Återvinning värmepump	2478	20.649
(28) Spillvatten	2397	19.973	(18) Återvinning solfångare	1802	15.020
(22) Passiv kyla	58	0.483	(56+57i) Solel	1637	13.641
			(25) Personvärme	1435	11.957
			(45) Processenergi rumsluft	2288	19.070
			(33) Värmeförsörjning	1801	15.007
			(34) Elförsörjning	1870	15.583

Specifikation av energitillförsel

Energipost	kWh	kWh/m ² (ga)
(33) VÄRMEFÖRSÖRJNING	1801	15.007
(2) Värmesystem	1801	15.007
(3) Tappvarmvatten	0	0.000
(47+48) KYLFÖRSÖRJNING	58	0.483
(48) Kylning i rumsluft	58	0.483
(48S) Sensibel kylning i rumsluft	58	0.483
(48L) Latent kylning i rumsluft	-0	-0.000
(34) ELFÖRSÖRJNING	1870	15.583
(35) Värmepump	1506	12.552
(30) Tappvarmvatten	182	1.517
(31) Värmesystem	1324	11.035
(14) El tilluftsfläktar	182	1.514
(13) El Frånluftsfläkt	182	1.514
(10) El Cirkulationspump solfångare	0	0.002
(37) KONDENSORVÄRME	4091	34.093
(5) Kondensorvärme värmesystem	3537	29.477
(6) Kondensorvärme tappvarmvatten	554	4.616
(36) SOLFÅNGARE	1843	15.357
(9) Solfångare ventilation	1843	15.357
(55) SOLEL	6837	56.972
(56) Solel till elförsörjning	351	2.927



Energipost	kWh	kWh/m ² (ga)
(56->35) Solel till värmepump	107	0.892
(56->14) Solel till tilluftsfläkt	102	0.851
(56->13) Solel till frånluftsfläkt	102	0.851
(56->10) Solel till C-pump solfångare	40	0.334
(60i) Solel till verksamhetsel internt	1286	10.714
(58) Solel till export	5200	43.331
(20) Återvinning ventilation	5373	44.771
(51) Värmeväxling	5373	44.771
(51) Återvinning av värme	5373	44.771
(26) PROCESSENERGI	2288	19.070
(40) Verksamhetsenergi rumsluft	2288	19.070
(42) VENTILATIONSAGGREGAT	5656	47.137
(43) VÄRMESYSTEM	5338	44.484
(44)+(53)+(54)VARMVATTENBEREDARE	2397	19.973

Nyckeltal

Inre värmekapacitet	20.19	[Wh/m ² °C]
Yttre värmekapacitet	29.31	[Wh/m ² °C]
Medelvärde för rumstemperatur	21.00	[°C] vid uppvärmning inkl. reglerförluster
Medelvärde ventilation	0.36	[l/s,m ²]
Medelvärde Processenergi	3.40	[W/m ²]
Medelvärde Personvärme	1.37	[W/m ²]
Omslutningsarea	277.60	[m ²]
U-värde	0.167	[W/m ² K]
U-värde * Omslutningsarea	46.43	[W/K]
Luftläckage vid 50 Pa	177.38	[l/s]
Luftläckage vid 50 Pa	0.64	[l/s,m ²]
Dim. effekt Transmission:	4.967	[kW]
Dim. effekt ventilation	1.435	[kW]
Dim. effekt Luftläckage:	5.749	[kW]
Avgiven värmeeffekt	12.152	[kW]
Medel invändigt tryck	-3.54	[Pa]
Specifik fläkteffekt	1.50	[kW/(m ³ /s)]
Golvarea (ga)	120.00	[m ²]
Rel. area Omslutning/Golv	2.31	
Rel. area (Fönster+Dörrar)/Golv	0.16	
Tidskonstant	41	[h] 2 [d]



Energibalans

