

Förstudie

Kombinerade värme- och ventilationsaggregat
i befintliga småhus

Utarbetad av

Agneta Persson, Kristina Landfors,
Egil Öfverholm och Agnes Isaksson. Anthesis AB

Stockholm, 2023-12-30

Sammanfattning

Effektivare energianvändning i småhus är en viktig förutsättning för att Sverige ska kunna ställa om till ett hållbart energisystem. Som ett led i utvecklingen mot att effektivisera de svenska småhusens energianvändning har ett arbete genomförts för att ta fram kombinerade system för värme, varmvatten och ventilation för energieffektiva nybyggda småhus i nordiskt klimat. Utvecklingsprocessen har pågått under en tioårsperiod och resulterat i fyra nyutvecklade värme- och ventilationssystemen, varav två system som är utvecklade av Flexit och Panasonic har introducerats på marknaden.

Kombiaggregaten levererar en energiprestanda som är betydligt bättre än vad som krävs enligt Boverkets byggregler och ger även mervärden som bättre inomhusklimat, bättre hälsa och välmående, minskat effektbehov.

De nya kombiaggregaten har utvecklats för nyproducerade småhus och i denna förstudie undersöks om de nya värme- och ventilationssystemen också skulle kunna användas i befintliga småhus. Förstudien studerar potential, hinder och möjligheter för applikation av de nya kombinerade värme- och ventilationssystemen i befintliga småhus. Projektets metod har bestått i genomförandet av en nulägesanalys, analys av tekniska och ekonomiska förutsättningar samt analys av hinder och drivkrafter genom aktörsdialoger. Förstudien har undersökt byte till de nya kombiaggregaten i tre typhus som valts ut baserat på nulägesanalysen. Typhus 1 innefattar enplanshus byggda perioden 1971-1975 där det är vanligt med självdrag som ventilationssystem. Typhus 2 omfattar enplanshus med FTX-system byggda 1976-1990 och typhus 3 innefattar enplanshus byggda 2001-2005 med frånluftsvärmepump.

Förstudiens slutsats är att det både ur ett tekniskt och ekonomiskt perspektiv är mest fördelaktigt att genomföra ett systembyte till de kombinerade värme- och ventilationssystemen för typhus 2. En möjlig strategi kan därför vara att börja introduktionen av kombisystem i befintliga hus med FTX-system som uppnått sin tekniska livslängd. Det finns särskilt bra förutsättningar i de småhus som har vattenburen golvvärme. Därefter bör typhus 3 med frånluftsvärmepump vara aktuella. En tredjedel av husen har golvvärme, vilket bidrar till god energiprestanda till följd av de låga temperaturnivåerna för värmesystemet. En närmare undersökning av möjligheterna att hålla nere kostnaderna för ett systembyte bör dock genomföras.

Typhus 1 med självdragsventilation och hög energianvändning har mest att vinna på ett systembyte. Ett hinder för installation av kombiaggregat i denna hustyp är dock att det krävs omfattande installationer som också bidrar till att kostnaderna är höga. Då potentialen för åtgärder är stor bör en närmare analys genomföras där man även tittar på möjligheterna med så kallade mini-FTX-system som förbättrar ventilationen med viss värmeåtervinning i de rum som aggregaten installeras i. Ytterligare förslag till fortsatt arbete är att genomföra demonstrationsprojekt som omfattar systembyte, undersöka potentialen i 1,5- och 2-planshus samt att arbeta med informationsspridning.

I arbetet har även frågeställningar om specifika värme- och ventilationssystem för småhus identifierats. Det behövs mer kunskap om hur mini-FTX-system kan bidra till förbättrad ventilation i småhus med undermålig ventilation. Vidare saknas lämpliga lösningar för att ersätta så kallade ”kryddhulleaggregat” som är en del av ett luftburet värmesystem. Studier som tittar närmare på dessa system bör därför genomföras.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	4
1.1	BAKGRUND	4
1.2	SYFTE OCH MÅL	4
1.3	AVGRÄNSNINGAR	5
2	METODIK	6
3	KOMBIAGGREGAT FÖR VÄRME OCH VENTILATION	7
4	NULÄGESANALYS	9
4.1	VÄRME- OCH VENTILATIONSSYSTEM I BEFINTLIGA SMÅHUS	9
4.2	VAL AV TYPHUS	9
5	TEKNISKA FÖRUTSÄTTNINGAR	12
5.1	TILL- OCH FRÅNLUFTSVENTILATION	12
5.2	FRÅNLUFTSVENTILATION	13
5.3	SJÄLVDRAGSVENTILATION	16
5.4	ANALYS FÖR TRE OLIKA TYPHUS	17
5.5	TEKNISKA LÖSNINGAR FÖR ATT MÖJLIGGÖRA ETT BYTE TILL KOMBIAGGREGAT	21
5.6	HUR KAN LÄMPLIGA HUS FÖR BYTE AV SYSTEM IDENTIFIERAS?	21
5.7	KRAV VID ÄNDRING AV BYGGNAD	21
6	EKONOMISKA FÖRUTSÄTTNINGAR	23
6.1	INVESTERINGSKOSTNADER OCH BESPARINGAR	23
7	HINDER OCH DRIVKRAFTER	24
7.1	HINDER	24
7.2	DRIVKRAFTER	25
7.3	KOMPETENS- OCH KAPACITETSBEHOV FÖR STORSKALIG IMPLEMENTERING	26
8	SLUTSATSER OCH RESULTAT	28
9	FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE	30
10	REFERENSER	31
	BILAGOR	33
	BILAGA 1 – ENPLANSHUS I GRUPPHUSOMRÅDEN	33
	BILAGA 2 – MASTERFILE	37
	BILAGA 3 – E2B2-RAPPORT -VERIFIERING AV PRESTANDA OCH VERIFIKATION AV NYA KOMBINERADE VÄRME- OCH VENTILATIONSSYSTEM	38
	BILAGA 4 – BOVERKET BYGGREGLER BFS 2020:4 BBR 29	39
	BILAGA 5 – REVIDERING AV EKODESIGNKRAV FÖR FLÅKTAR	40
	BILAGA 6 – REVIDERING AV EKODESIGNFÖRORDNING FÖR VÄRMEELEMENT/KOMBINATIONSVÄRMARE	41

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Effektivare energianvändning i småhus är en viktig förutsättning för att Sverige ska kunna ställa om till ett hållbart energisystem. Som ett led i utvecklingen mot att effektivisera de svenska småhusens energianvändning har ett arbete genomförts för att ta fram kombinerade system för värme, varmvatten och ventilation för energieffektiva nybyggda småhus i nordiskt klimat. Utvecklingsprocessen har pågått under en tioårsperiod som inleddes med en förstudie år 2013. Under de två följande åren genomfördes en teknikupphandling som syftade till att få marknaden att ta fram system med bättre energiprestanda och som ger bättre inomhusmiljö än dagens standardlösning som vanligtvis omfattar värmepump och frånluftsventilation. Arbetet fortsatte med ett gemensamt utvecklingsprojekt, och slutligen ett projekt där de framtagna systemen har testats, verifierats och demonstrerats i verklig miljö.

Resultatet av arbetet presenterades i E2B2-rapporten “Verifiering av prestanda och verifikation av nya kombinerade värme- och ventilationssystem” under augusti 2023. Rapporten visar att de fyra nyutvecklade värme- och ventilationssystemen levererar en energiprestanda som är betydligt bättre än vad som krävs enligt Boverkets byggregler. Systemen levererar också mervärden som bättre inomhusklimat, bättre hälsa och välmående, minskat effektbehov, enkel installation och litet utrymmesbehov i förhållande till de system som idag är standard i svenska småhus. Arbetet med att sprida insikterna om de nya systemen är nästa del i arbetet.

De nyutvecklade systemen har intressanta fördelar i jämförelse med de system som är vanligt förekommande i befintliga småhus i Sverige. Som nämnts ovan är några av dessa fördelar att de nya systemen bidrar till lägre effektbehov, de bidrar till förbättrat inomhusklimat, de behöver endast mycket litet installationsutrymme och de är enkla att installera. Merparten av nyare småhus har idag frånluftssystem med värmepump där golvvärme används för värmedistribution på bottenvåningen. I hus med övervåning används vanligtvis radiatorer för värmedistribution på övervåningen. Denna lösning blev vanlig på 1990-talet och har sedan dess varit ett kostnadseffektivt sätt att uppfylla energikraven i Boverkets byggregler.

De nya system som tagits fram genom den nyligen avslutade utvecklingsprocessen har utvecklats för nyproducerade småhus. Men de nya värme- och ventilationssystemen skulle också kunna användas i befintliga småhus, och inte minst där den beskrivna systemlösningen med värmepump och frånluftsventilation används. Denna förstudie ska undersöka potential, hinder och möjligheter för applikation av de nya kombinerade värme- och ventilationssystemen i befintliga småhus.

1.2 Syfte och mål

Förstudien syftar till att undersöka om de kombinerade värme- och ventilationssystem som är ett resultat av BeSmås nyligen avslutade utvecklingsprocess kan användas i befintliga småhus och därigenom bidra till att småhusbeståndet energieffektiviseras. Målet är att bidra till minskat energi- och effektbehov, lägre driftskostnader för husägare samt bättre inomhusmiljö. Förstudien ska visa om

de nyutvecklade kombinerade värme- och ventilationssystemen kan användas i befintliga småhus, i vilka typer av småhus som den nya kombisystemen är applicerbara, samt vilka eventuella modifieringar som kan behövas för att systemen ska vara applicerbara. I det fall det inte finns möjligt att utnyttja de nya kombisystemen i befintliga småhus ska fokus istället läggas på att identifiera en ny systemlösning för värme- och ventilation i befintliga småhus.

Förstudien ska också sprida resultaten, och därigenom bidra till ökade kunskaper om hur energianvändningen och effektbehovet i befintliga småhus kan minskas. Ytterligare ett mål för förstudien är att belysa vilken kompetens- och kapacitetsuppbyggnad hos berörda entreprenörskårer som erfordras för att möjliggöra en storskalig implementering.

Den primära målgruppen för förstudien är representanter för de organisationer som företräder installatörer och villaägare samt Energimyndigheten i rollen av främjare av en utveckling mot ett mer energieffektivt byggnadsbestånd. Resultaten ska presenteras för Energimyndigheten, de kommunala energi- och klimatrådgivare, relevanta branschaktörer m.fl.

Inom ramen för förstudien ska följande frågeställningar besvaras:

- Hur ser de tekniska förutsättningarna ut för att installera kombinerade värme- och ventilationssystem i befintliga småhus?
- Hur ser ekonomin ut för ett sådant systembyte i befintliga småhus?
- Vilken potential har systemen för att minska energi- och effektbehov i det svenska småhusbeståndet?
- Vilka mervärden och kostnader (exempelvis ingrepp i husen) medför ett systembyte?
- Vilka drivkrafter och hinder finns hos husägare att genomföra det föreslagna systembytet?
- Vilka drivkrafter och hinder finns hos entreprenörer att genomföra det föreslagna systembytet?
- Vilken kompetens- och kapacitetsförstärkning skulle erfordras hos berörda entreprenörskårer för att en möjliggöra en storskalig implementering?

1.3 Avgränsningar

Förstudien är ett första steg för att undersöka lämpligheten i att använda den nya typen av kombinerade system för värme, varmvatten och ventilation som har utvecklats för nyproducerade småhus i befintliga småhus. Undersökningen av de tekniska och ekonomiska förutsättningarna har avgränsats till att omfatta tre typhus med olika byggår.

I förstudien har det förutsatts att utrymme finns tillgängligt för installation av kombiaggregatet i exempelvis tvättstuga. Vidare har endast enplanshus med vattenburet värmesystem beaktats med undantag av hus som har befintliga FTX-system eller FT-system där det har antagits att befintliga ventilationskanaler kan användas. I hus med frånluftsventilation eller självdragsventilation behövs ny kanaldragning som vanligtvis är enklare att lösa för enplanshus.

2 Metodik

Projektet har genomförts med följande sex aktiviteter:

1. Nuläge

Förstudiearbetet inleddes med att information samlades in om befintliga, småhus med en avgränsning på byggår där antalet småhus kategoriserades efter hustyper och system för värme och ventilation. Vidare analyserades energi och effektbehov för de olika kategorierna av småhus. En beskrivning av de olika kombinerade aggregat för värme och ventilation i småhus har också sammanställts.

En analys genomfördes av vilken potential de nya kombinerade systemen för värme, varmvatten och ventilation bedöms ha för att minska energi- och effektbehov i det svenska småhusbeståndet.

2. Analys av tekniska förutsättningar

För att kunna svara på frågan om de kombinerade värme- och ventilationsaggregaten kan användas i befintliga småhus har en analys av de tekniska förutsättningarna för att anpassa aggregaten till befintliga småhus genomförts. En analys har också gjorts med utgångspunkt i 3 tre olika typhus som identifierats utifrån nulägesanalysen. De tre typhusen är:

- Typhus 1. Enplanshus med byggår 1970 – 1975
- Typhus 2. Enplanshus med byggår 1976 – 1990
- med FTX-system
- Typhus 3. Enplanshus med byggår 2000 – 2005 med frånluftsvärmepump

3. Analys av ekonomiska förutsättningar

Ungefärliga kostnader för kombinationsaggregaten och tillhörande installationsarbete har inhämtats och en analys av ekonomin har genomförts för de tre olika typhusen.

4. Analys av hinder och drivkrafter

Genom intervjuer med berörda aktörer, dvs leverantörer av de nya kombinerade värme- och ventilationssystemen, installatörer och representanter för småhusägare besvaras frågeställningar om vilka hinder och drivkrafter som finns för att genomföra de föreslagna systembytena. I intervjuerna undersöks också behovet av kompetens- och kapacitetsuppbyggnad för att möjliggöra en storskalig implementering. Vidare ska intervjuerna ge svar på vilka mervärden och eventuella negativa effekter som ett systembyte kan medföra.

5. Resultat och slutsatser

Efter att aktiviteterna 1- 4 ovan avslutats, dvs att information samlats in och de olika analyserna genomförts, har resultat och slutsatser sammanställts tillsammans med rekommendationer om fortsatt arbete.

6. Uppdragsledning och redovisning

Uppdragsledning och redovisning av resultat har utgjort den administrativa delen av projektets genomförande.

3 Kombiaggregat för värme och ventilation

Under en tioårsperiod har ett arbete pågått inom BeSmå med att utveckla och testa kombinerade system för värme, varmvatten och ventilation för energieffektiva nybyggda småhus i nordiskt klimat. Utvecklingsprocessen inleddes med en förstudie år 2013 och följdes av en teknikupphandling i två faser under 2015-2016. Syftet med teknikupphandlingen var att få marknaden att utveckla kombinerade system med bättre energiprestanda och som ger bättre inomhusmiljö än dagens standardlösning som vanligtvis omfattar separata system med värmepump respektive frånluftsventilation. Teknikupphandlingen genomfördes i samarbete mellan Energimyndigheten och de fem småhustillverkare som vid tillfället ingick i BeSmå-nätverket. Dessa var Fiskarhedenvillan, Derome, Anebyhusgruppen, Trivselhus och Skandinaviska Ecohus. Fyra av de sex inkomna anbuden i teknikupphandlingen höll mycket hög kvalitet. Men inget av dem klarade alla skallkrav, och det gick därför inte att utse någon vinnare.

Arbetet fortsatte genom att teknikupphandlingen omvandlades till ett gemensamt utvecklingsprojekt, där de fyra systemen som uppfyllde nästan alla skallkrav vidareutvecklades till att nå samtliga skallkrav. Därefter har ett projekt genomförts där de fyra framtagna systemens prestanda testades, verifierades och systemen demonstrerades i verklig miljö. Resultatet av arbetet presenterades i E2B2-rapporten *Verifiering av prestanda och verifikation av nya kombinerade värme- och ventilationssystem* i augusti 2023. I projektet testades de fyra kombinerade värme- och ventilationssystem som har utvecklats av värme- och ventilationstillverkarna Flexit, Panasonic, H. Östberg Ventilation samt Metro Term. Systemen testades och verifierades i fyra enplanshus byggda av småhustillverkarna Fiskarhedenvillan, Huspartner, A-hus och Trivselhus. De kombinerade värme- och ventilationssystemen är utvecklade för nybyggda småhus med lågt värmebehov. Samtliga system använder sig av komponenterna värmepump samt till- och frånluftsventilation med värmeåtervinning.

Resultatet av verifieringsprojektet visar att de fyra nyutvecklade värme- och ventilationssystemen levererar en energiprestanda som är väsentligt bättre än minimikraven i Boverkets byggregler. Systemen levererar också mervärden som bättre inomhusklimat, bättre hälsa och välmående för de boende, minskat effektbehov, enkel installation och litet utrymmesbehov i förhållande till de system som idag är standard i svenska småhus (Persson & Westling, 2023).

Nedan beskrivs de fyra nyutvecklade kombinerade värme- och ventilationssystemen:

EcoNordic WH4

Systemet är utvecklat av Flexit och består av en luft/vatten-värmepump med inverterteknik som är sammanbyggd med ett FTX-aggregat med en roterande värmeväxlare. EcoNordic WH4 består av fyra moduler som fogas samman till en enhet. Modulerna utgörs av en värmepumpsmodul, en varmvattenberedarmodul med cirkulationspump, en FTX-modul och en installationsmodul. Aggregatet består av två skåp placerade inomhus som vardera tar upp en area på 60x60 cm. Ingen installation utomhus krävs. Värmepumpen använder köldmediet CO₂ som har ett GWP-värde (Global Warming Potential) på 1, vilket är ett klimatvänligt alternativ jämfört med köldmediet R32 som har ett GWP-värde på 675. En teknisk fördel med värmepumpar som använder köldmediet CO₂ är en högre verkningsgrad vid tappvattenproduktion. Värmepumpens funktioner kan styras med appen Flexit GO (Flexit, n.d.). EcoNordic WH4 skiljer sig från de andra systemen i och med att värmepumpen är placerad inomhus, köldmediet CO₂ används samt att luften från FTX-delens avluft kan kombineras med uteluften och matas in i värmepumpsdelen, vilket förbättrar värmepumpens verkningsgrad. Systemet är sedan en tid tillgängligt på marknaden.

AQUAREA

Detta kombiaggregat är utvecklat av Panasonic. Det består av en frekvensstyrd luft/vatten-värmepump som är sammanbyggd med en roterande värmeväxlare. Systemet har en värmepump med köldmediet R32 av monoblock-typ som är placerad utomhus, och en inomhusdel med varmvattenberedare, FTX-enhet, styrenhet, A-klassad cirkulationspump samt direktelvärmare i tilluft och varmvattenberedare. Enheten som är placerad inomhus har röranslutningar i botten, vilket skapar utrymme ovanför att nyttja fritt. Kombiaggregatet Aquarea kan även användas till kyla på sommaren. Rörlängden mellan inomhus- och utomhusdel är upp till 50 meter, vilket skapar flexibilitet i installationen av systemet. Systemet är sedan en tid tillgängligt på marknaden.

HERU ThermIQ

Detta system är utvecklat av H. Östberg Ventilation. Det består av en frekvensstyrd luft/vatten-värmepump med inverterteknik som är sammanbyggd med ett FTX-aggregat med en roterande värmeväxlare. Kombiaggregatets värmepump är placerad utomhus. Den är av monoblock-typ och är vätskekopplad med inomhusdelen, som innehåller varmvattenberedare, FTX-enhet, elvärmare i tilluft, A-klassad cirkulationspump och en styrenhet. Värmepumpen använder köldmediet R32.

Metro Multi 160

Metro Therms system Metro Multi 160 består av en frekvensstyrd luft/vatten-värmepump som har byggts samman med ett FTX-aggregat med en motströms plattvärmväxlare. Detta kombiaggregat har en värmepump av split-typ med köldmediet R32 placerad utomhus. Den är sammankopplad med en inomhusdel som består av varmvattenberedare, FTX-enhet, elpatron för stöd av värme och varmvatten, A-klassad cirkulationspump, två värmeväxlare för samtidig uppvärmning av tilluft, vattenburen värme eller varmvatten samt en styrenhet. Under sommaren när det inte finns behov av värmeåtervinning kan funktionen passiv kylning användas, då används ett bypass-spjäll. Sommartid kan värmepumpen reverseras för att kyla tilluft och/eller husets värmesystem.

De två kombinerade värme- och ventilationssystemen som är utvecklade av Flexit och Panasonic har introducerats på marknaden medan H. Österberg AB och Metro Term, som är de två andra tillverkarna, har valt att avvakta med att introducera sina system. De nya kombinerade värme- och ventilationssystem är utvecklade för nyproducerade småhus men det skulle kunna finnas möjligheter att använda dem även i befintliga småhus och ersätta nuvarande värme- och ventilationssystem.

4 Nulägesanalys

4.1 Värme- och ventilationssystem i befintliga småhus

I Sverige finns ca 2,1 miljoner småhus, de utgör boende för 51,5 % av den svenska befolkningen (SCB, 2023). Några av de vanligaste ventilationssystemen i befintliga småhus är frånluftsventilation (F), frånluftsventilation med värmeåtervinning (FX), till- och frånluftsventilation (FT), till- och frånluftsventilation med värmeåtervinning (FTX), frånluftsvärmepump (FVP) och självdragsventilation (S). Nedan beskrivs respektive ventilationssystem.

Frånluftsventilation (F)

Frånluftsventilation fungerar genom att luft dras ut ur huset med en fläkt så att ett undertryck skapas. Ny luft kommer in genom ventiler som kan sitta bakom radiatorer, i väggar eller fönsterkarmar samt genom otätheter i klimatskalet. F-system började bli vanligt i nya hus i början av 70-talet (Polarpumpen, 2023). Frånluftsfläkten är ofta placerad i köket, på vinden, i källaren eller på taket.

Till- och frånluftsventilation (FT)

Med ett till- och frånluftsventilationssystem kontrolleras luftflödet in och ut ur huset med fläktar, i småhus med FT-ventilation är det vanligen en tilluftsfläkt och en frånluftsfläkt. En fläkt förser huset med tilluft och den andra fläkten transporterar bort frånluften. Luften transporteras genom ventilationskanaler för att nå önskade platser i huset. I ett FT-system kan luftflödet ökas och minskas efter behov. Frånluftsfläkten bör suga ut luft från våtrum och kök, och tilluften bör tillförs i vardagsrum och sovrum.

Till- och frånluftsventilation med värmeåtervinning (FTX)

Ett FTX-system består av ett till- och frånluftsventilationssystem med värmeväxlare som återvinner värme ur frånluften. Tilluftsflödet värms till stor del genom återvinning av värmen i frånluften. Den uppvärmda tilluften förs in i huset med hjälp av en fläkt, leds genom kanaler och tillförs via ventiler. Frånluftsfläkten suger ut frånluften ur huset via värmeväxlaren där värmen i luften återvinns. Den återvunna värmen värmer endast upp tilluften, den värmer inte vattnet i husets vattenburna värmesystem.

Frånluftsvärmepump (FVP)

Man kan kombinera frånluftsventilation med en frånluftsvärmepump för att återvinna värmen i frånluften. En frånluftsvärmepump återvinner värme från frånluften och leder den till husets vattenburna uppvärmningssystem (golvvärme eller radiatorer). Installation av en frånluftsvärmepump förutsätter att huset har mekanisk ventilation och ett vattenburet värmedistributionssystem.

Självdragsventilation (S)

Självdragsventilation är en äldre form av ventilation bygger termiska krafter. Den fungerar genom att varm luft stiger uppåt och dras ut genom luftkanaler, vilket skapar ett undertryck som gör att luft tar sig in genom ventiler och otätheter i husets klimatskal. Självdrag används sällan i nybyggda hus eftersom systemet inte kan säkerställa Boverkets krav på minimiluftflöde på 0,35 liter/m².

4.2 Val av typhus

Statistik har tagits fram för hustyper samt värme- och ventilationssystem i befintliga småhus. De presenteras i Tabell 1, Tabell 2 och Tabell 3: Antal småhus uppdelat efter hustyp och byggår. Tabell 3. Antalet småhus per kategori för byggåren 1970-1999 respektive 2000-2006 presenteras i tabellerna.

Statistiken bygger på Boverkets BETSI-projekt som initierades år 2006 på uppdrag av regeringen med syfte att undersöka byggnaders energianvändning, tekniska status och inomhusmiljö (Boverket, 2009).

Tabell 1: Antal småhus uppdelat efter ventilationstyp och byggår. Källa: BETSI, Boverket.

Småhus år, antal		
Ventilation	Byggår 1970-1999	Byggår 2000-2006
F-system	196 794	18 401
FT-system	26 590	594
FTX-system	164 572	1 772
FVP-system	57 458	18 148
Självdreg	229 341	2 220

Statistiken visar att självdragsventilation är den vanligaste lösningen i de lite äldre småhusen, men frånluftssystem och FTX system är också vanligt förekommande. För de nyare småhusen är frånluftssystem med respektive utan frånluftsvärmepump de vanligaste ventilationssystemen.

Tabell 2: Antal småhus uppdelat efter värmedistributionssystem och byggår. Källa: BETSI, Boverket.

Värmedistribution	Byggår 1970-1999	Byggår 2000-2006
Direktel	276 549	1 856
Vattenburet	403 367	39 421
Golvvärme	52 504	28 564

Statistiken visar också att ca 60 % av de småhus som byggdes under perioden 1970-2005 har ett vattenburet värmesystem. Direktel är vanligast i småhus byggda 1971-1975, och förekomsten av direktelvärmesystem avtar därefter, se Diagram 1.

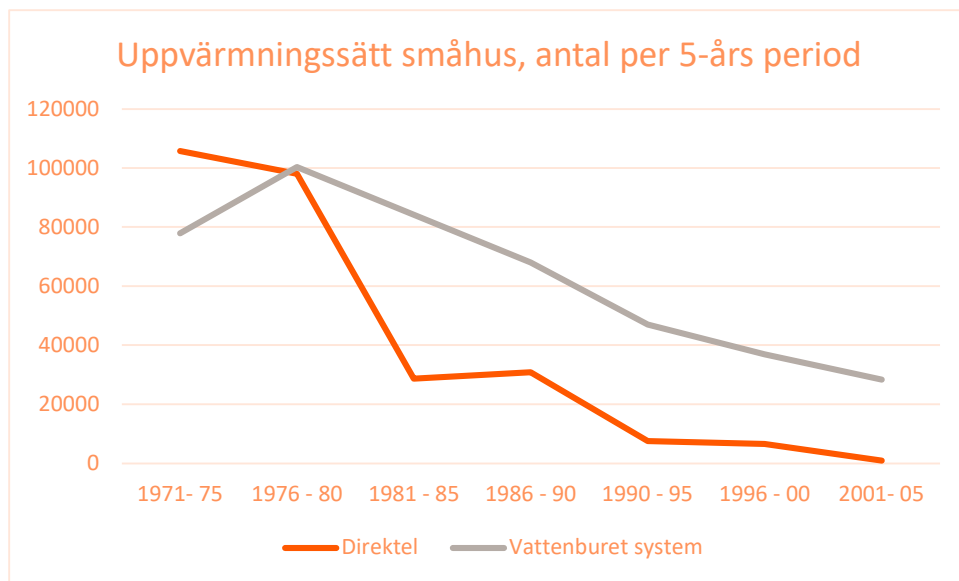


Diagram 1: Antal uppvärmningssystem för småhus i 5-års intervaller. Källa: BETSI, Boverket.

Statistiken visar också att en stor andel av de lite äldre småhusen är byggda i ett plan. För de lite nyare småhusen är en mindre andel av husen enplansvillor. Se Tabell 3.

Tabell 3: Antal småhus uppdelat efter hustyp och byggår. Källa: BETSI, Boverket.

Hustyp	Byggår 1970-1999	Byggår 2000-2006
Enplanshus	304 451	15 613
2-planshus	57 376	14 840
1,5-planshus	84 842	5 846
Radhus mm	233 246	4 978

5 Tekniska förutsättningar

För att kunna svara på frågan om de nyutvecklade kombinerade värme- och ventilationsaggregaten kan användas i befintliga småhus har en analys av de tekniska förutsättningarna för att anpassa kombiaggregaten till befintliga småhus genomförts.

Kategorin småhus byggda mellan åren 1970 och 2005 har analyserats med syfte att identifiera möjliga marknader för de kombinerade värme- och ventilationssystemen. Det underlag som har använts för analysen är Boverkets BETSI-projekt samt försäljningsstatistik för frånluftsvärmepumpar från branschorganisationen Svenska Kyl- och Värmepumpsföreningen (SKVP).

I Tabell 4 visas antalet befintliga småhus med vattenburet värmesystem fördelat efter typ av ventilationssystem och hustyp. För jämförelse med antalet småhus i tabellen kan nämnas att antalet nybyggda småhus har uppgått till ca 10 000 per år under den senaste 10-årsperioden, med en stark minskning de senaste två åren. Sannolikt har majoriteten av de nya småhusen försetts med frånluftsvärmepumpar, se. Se figur 5.

Tabell 4: Antal småhus uppdelat efter ventilationssystem och hustyp.

Befintliga småhus med vattenburen värme	Antal småhus
FVP och enplanshus	23 000
FTX-system eller FT-system (en eller två våningar)	132 000
F-system och enplanshus	52 000
S-system och enplanshus	55 000

I de följande avsnitten följer en genomgång av olika typer av ventilationslösningar och hur de lämpar sig för att ersättas av de nya kombinerade systemen för värme, varmvatten och ventilation.

5.1 Till- och frånluftsventilation

Fördelen för befintliga småhus med till- och frånluftsventilation (FT) samt till- och frånluftsventilation med värmeåtervinning (FTX) är att ventilationskanaler redan finns installerade och att åtminstone FTX-systemen samlar från- och tilluftkanaler till en punkt, vilket ofta är på vinden i småhus. Vid installation av ett kombinerat värme- och ventilationsaggregat behöver luftkanaler dras från denna punkt till kombiaggregatet.

En annan fördel för befintliga småhus med FTX-system är att det inte spelar någon roll vilken hustyp det är, eftersom från- och tilluftkanaler redan är installerade. En begränsning skulle kunna vara tillräckligt med utrymme för kombiaggregatet. Dock är det så att den gamla varmvattenberedaren tas bort, vilket kan skapa plats. Statistiken visar att det finns ett stort antal äldre småhus, totalt 137 000 byggnader, med denna typ av ventilation som har goda förutsättningar för att byta värme- och ventilationssystem.

Lufttätheten kan behöva ses över om kombiaggregat ska installeras i de befintliga småhus som har FTX-system. Byggnader kan över tid utsättas för rörelser och förändringar som leder till otätheter och FTX-system är särskilt känsliga för otätheter. Om huset inte är tillräckligt tätt kan oönskad luft tränga in eller ut ur byggnaden och påverka ventilationssystemets effektivitet negativt. Ett FTX-system i en byggnad som är otät kan medföra att energibesparingen blir upp till 10 kWh/m² mindre än i ett hus som är tätt (Wahlström, 2021).

I småhus som saknar vattenburet system är en möjlig lösning att installera en eftervärmare på tilluften. På så sätt kan den luft som cirkulerar i huset värmas upp innan den distribueras till varje rum. Detta medför dock utmaningar i form av ett reglerproblem och ett kapacitetsproblem. Vid användning av eftervärmare på tilluft kan det vara svårt att justera och kontrollera temperaturen så att varje enskilt rum får den temperatur som önskas. Eftersom värmen läggs till luften innan den sprids i huset finns det risk att värmefördelningen blir ojämn. Kapaciteten i tilluftkanalerna räcker sannolikt inte till för att leverera den nödvändiga energimängden vid låga utomhustemperaturer. Ökas luftflödet för mycket finns det risk för att det uppstår buller. En lösning är att låta tilluften ta grundlasten och sedan ”toppa” med el från den befintliga direktelradiatorn. Ett komplement till detta kan vara att sänka småhusets effektbehov genom att byta de gamla treglasfönstren eller fönstrens isolerrutor till modernare med U-värde under 0,8 W/C. I samband med arbeten på vinden med kanaldragning kan tilläggsisolering av denna genomföras för att minska effektbehovet.

Även småhus med FTX-ventilation och vattenburet värmesystem innebär vissa problem. Kombiaggregatet kan få problem att klara de temperaturnivåer radiatorsystemet kräver vid DUT (Dimensionerande Utetemperatur). Lösningen kan i sådana fall vara att minska effektbehovet med effektivisering av fönster och vindsisolering och/eller komplettera med en radiator eller att förvärma tilluften. Golvvärme är mer fördelaktigt i ett värmepumpsystem. Det fanns totalt (alla hus) 176 000 golvvärmesystem år 2005, men bara ca 16 000 i kombination med FTX-system, BETSI.

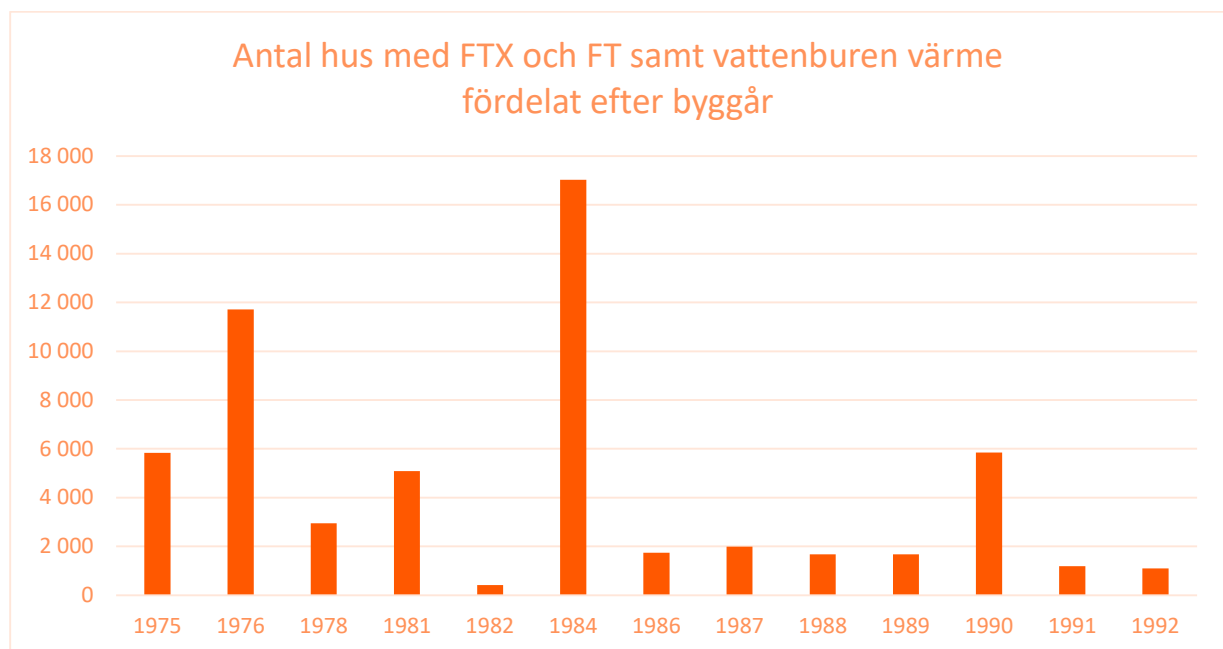


Diagram 2: Antal småhus byggda mellan åren 1975-1992 med FTX-system eller FT-system och vattenburet värmedistributionssystem. För år med få installerade system är siffrorna osäkra. Tendensen över flera år är dock relevant. Underlag från Boverkets BETSI-projekt.

Statistiken visar också att det totalt för alla år, inte bara perioden 1975 till 1992, finns 137 000 småhus med FTX- eller FT-ventilation och vattenburen värme. Därav är 70 000 är enplanshus, 31 000 är 1,5-planshus och 15 000 är radhus.

5.2 Frånluftsventilation

År 1975 introducerades nya byggregler, SBN 75 (Svensk byggnorm 1975), med föreskrifter, råd och anvisningar för byggande. Frånluftsventilation (F) blev en konsekvens av de nya krav på luftomsättning som infördes genom SBN 75. Det innebär att efter år 1975 förekommer huvudsakligen

frånluftsventilation, men under 1980-talet gjordes många installationer av FTX-system. Fördelen med småhus som har F-ventilation är att frånluften finns samlad till en punkt. Vid installation av ett kombinerat värme- och ventilationssystem behöver ett sådant system kompletteras med kanaldragning för tilluften på samma sätt som småhus som har en installerad frånluftsvärmepump. Arbete kan behöva utföras i ett begränsat vindsutrymme för att ansluta frånluften till kombiaggregatet inne i huset.

Vid renovering ger enplanshus en enklare installation eftersom kanaldragning kan ske på vinden, under förutsättning att vindsutrymmet medger detta. 61 % av enplanshusen har en taklutning över 26 grader, vilket ger en vindstakhöjd på minst 2,5 meter. 15 % av husen har en lutning på 22 eller 23 grader vilket ger en vindstakhöjd på 2 meter. Under förutsättning att kanaler genom vindsbjälklaget inte behöver dras nära yttervägg så bör tillräcklig arbetshöjd finnas i alla hus med en takvinkel större än 22 %, vilket omfattar 80 % av enplanshusen.

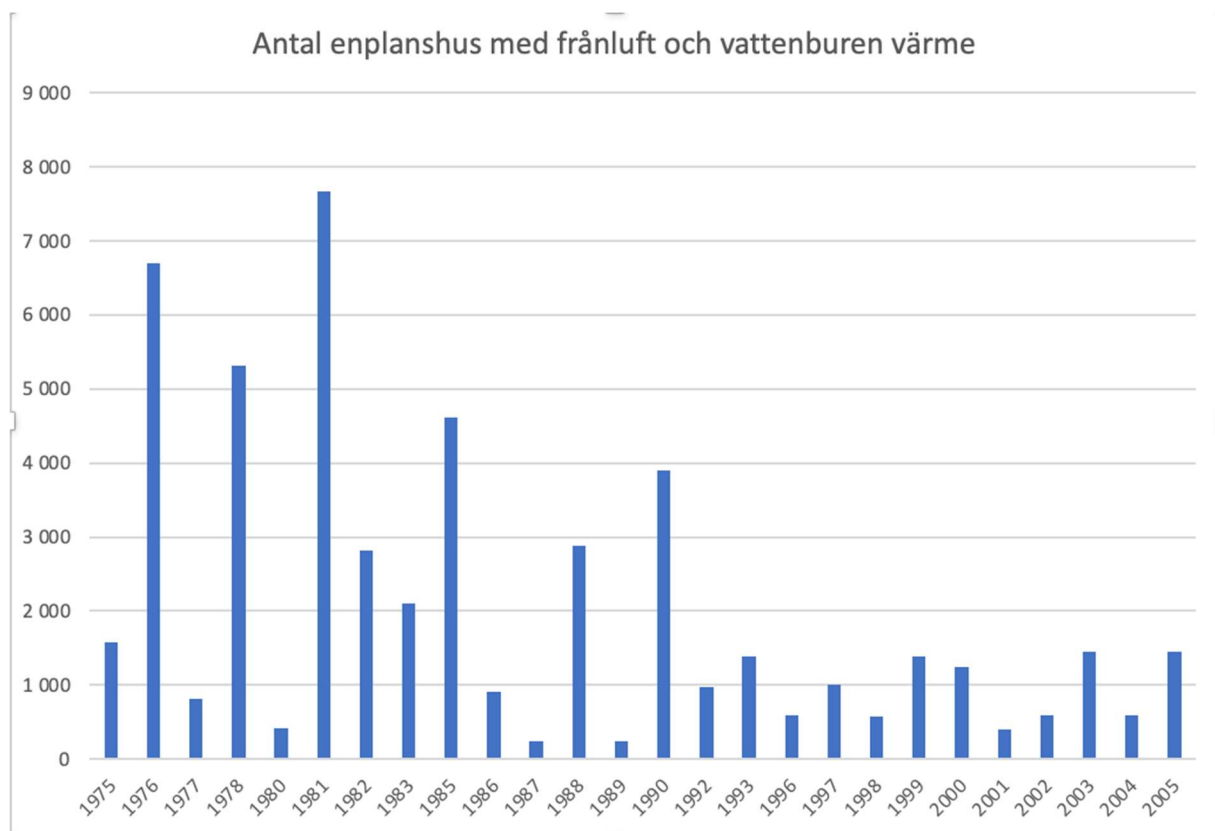


Diagram 3: Antal enplanshus med frånluft och vattenburen värme mellan åren 1975-2005. För år med få installerade frånluftssystem är siffrorna osäkra. Tendensen över flera år är dock relevant. Underlag från Boverkets BETSI-projekt.

Under 2000-talet försågs de flesta nybyggda småhus med ett ventilationssystem med en frånluftsvärmepump (FVP). FVP-systemen har fördelen av att de samlar frånluften till en punkt, normalt ett aggregat inomhus i kombination med en varmvattenberedare. Vid installation av ett kombinerat värme- och ventilationssystem i sådana hus behöver tilluftkanaler till sovrum och vardagsrum installeras. Befintlig teknik finns för sådana tilluftssystem.

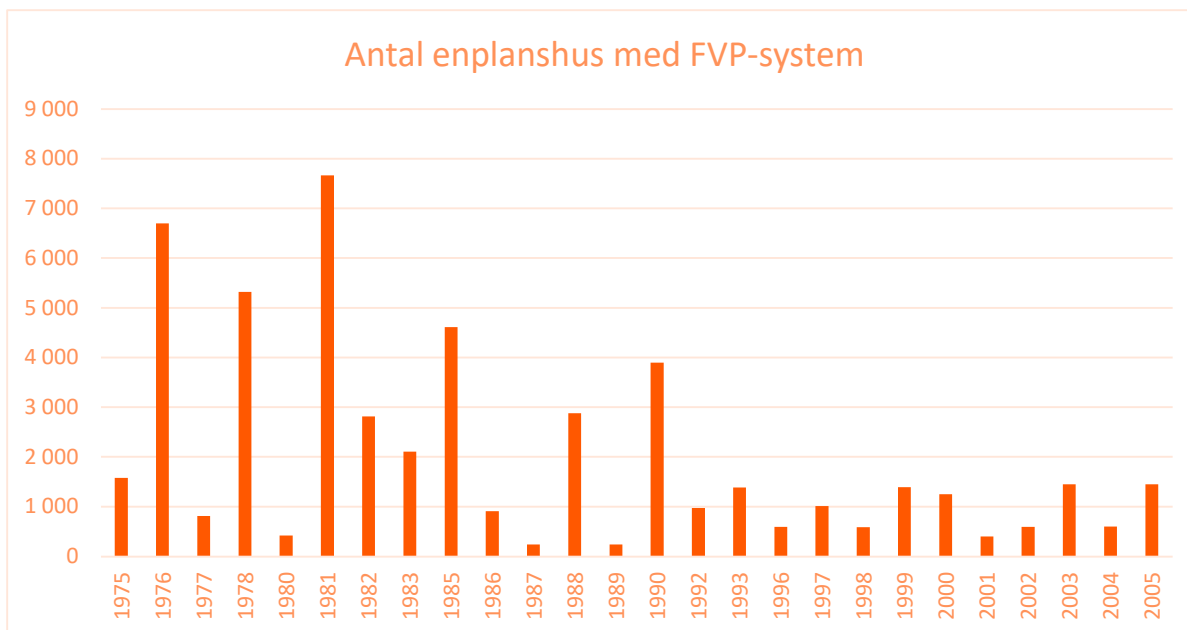


Diagram 4: Antal enplanshus med installerad frånluftsvärmepump mellan år 1975-2005. För år med få installerade system är siffrorna osäkra. Tendensen över flera år är dock relevant. Underlag från Boverkets BETSI-projekt.

Försäljningen av frånluftsvärmepumpar framgår av Diagram 5. Sannolikt har merparten av aggregaten gått till nybyggda småhus eller ersättning av uttjänade värmepumpar. Observera att Diagram 4 endast avser frånluftsvärmepumpar i enplanshus till skillnad Diagram 5 nedan. Statistiken över antalet enplanshus med frånluftsvärmepump är intressant utifrån perspektivet att det är förhållandevis enkelt att komplettera ventilationssystemet med tilluftskanaler genom att använda vindsutrymmet.

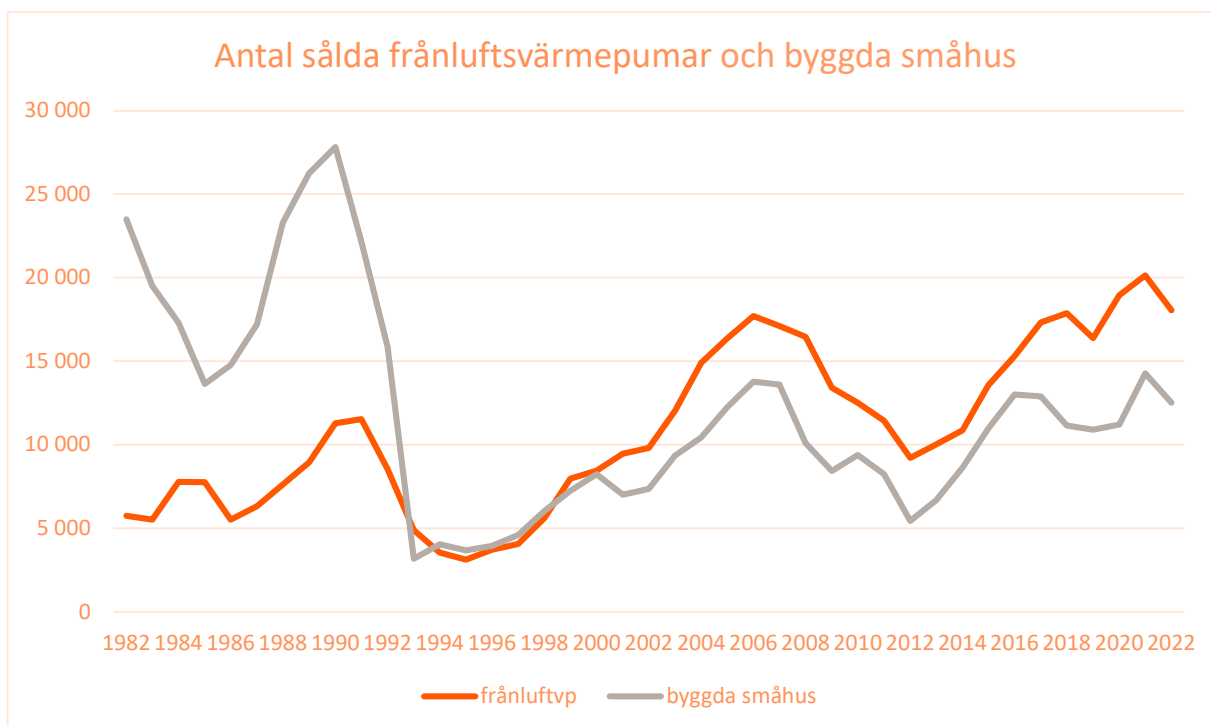


Diagram 5: Försäljningsstatistik från SKVP över värmepumpar och antal byggda småhus med data enligt SCB.

5.3 Självdragsventilation

Självdragsystem (S) har många likheter med frånluftssystem eftersom det finns kanaldragning som möjliggör att luft transporteras ut från huset. Båda systemen saknar dock tilluftskanaler.

Självdragssystem kan ha olika utformning som påverkar möjligheterna att använda befintliga kanaler för frånluft. Ett potentiellt problem kan vara avluft från badrum som tidvis innehåller mycket fukt, och från kök med os från matlagning. Den luften kan vara besvärlig för värmeväxlaren i FTX systemet, men det går att lösa med filter.

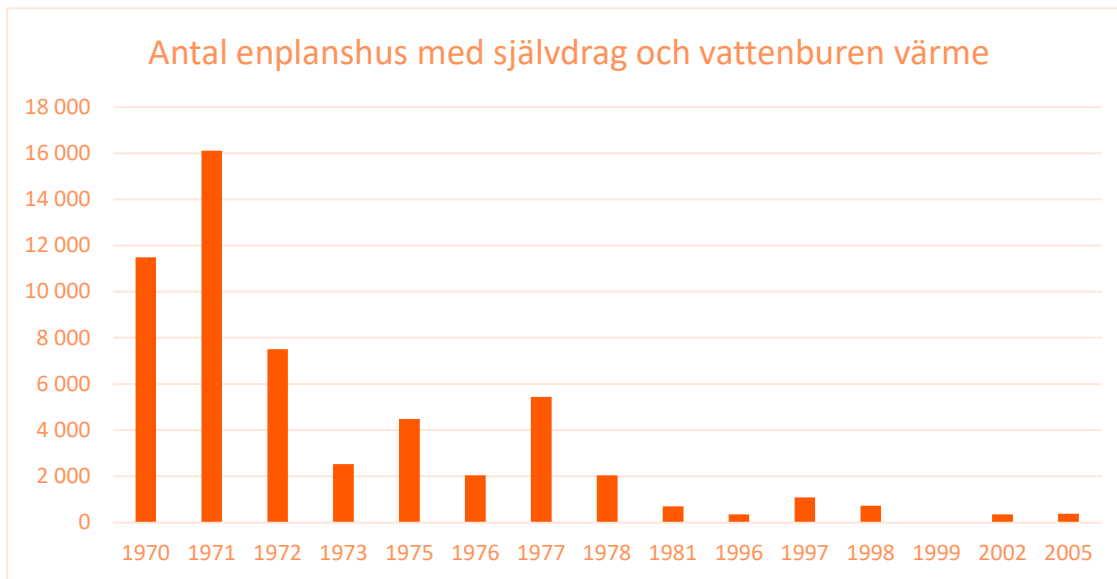
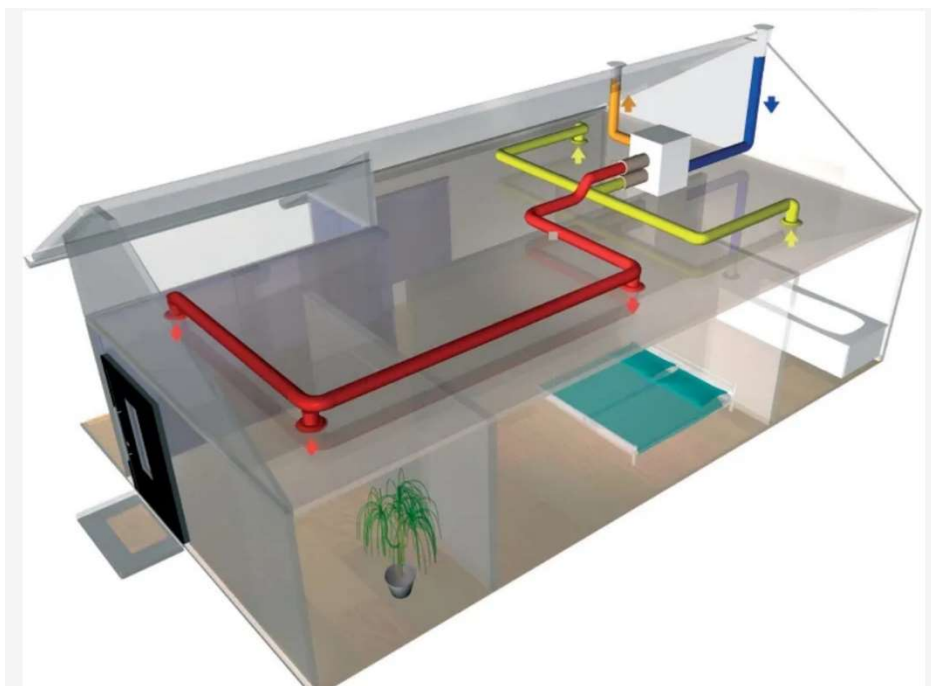


Diagram 6: Antal enplanshus med självdragsventilation mellan åren 197-2005. För år med få installerade självdragssystem är siffrorna osäkra. Tendensen över flera år är dock relevant. Underlag från Boverkets BETSI-projekt.

År 1975 introducerade SBN75 bland annat minimikrav för luftomsättning i byggnader. Det har lett till att S-system knappt förekommer i de byggnader som har uppförts efter införandet av reglerna, eftersom självdragsventilation inte kan säkerställa minimikravet för luftflöde.

För småhus som byggdes före år 1975 fanns inga särskilda krav på energibehov. Därför kan de nya kombinerade värme- och ventilationssystemen vara särskilt intressanta för dessa hus. En annan aspekt är vad som har hänt med husen efter BETSI-undersökningen genomfördes år 2006. Försäljningsdata för luft/luftvärmepumpar visar att många sådana har installerats i befintliga småhus. Luft/luftvärmepumpar behöver bytas ut med 15-20 års mellanrum, det kommer därmed att finnas en marknad för kombiaggregat i denna typ av befintliga småhus, även om den kanske är mindre än vad som angetts ovan.



Figur 1. Typisk FTX-installation (Soliduct AB, 2023).

5.4 Analys för tre olika typhus

Tre typhus har valts ut med utgångspunkt från ventilationssystem, hustyp och ålder. Valet av typhusen har gjorts utifrån var de största energieffektiviseringspotentialerna finns och var förutsättningarna för installation har bedömts vara goda. Ett av typhusen är ett enplanshus med vattenburet värmesystem och FTX-ventilation. Ett annat typhus har vattenburet värmesystem samt FVP och är byggt i ett plan. Dessa hustyper bedöms ha bäst förutsättningar för installation av de kombinerade värme- och ventilationssystemen. Därutöver har ett typhus som är ett enplanshus byggt under första halvan av 1970-talet valts ut. Här finns ett stort antal småhus med vattenburet värmesystem och hög energianvändning. Förutsättningarna för ett byte av system i detta tredje typhus medför dock en mer omfattande installation eftersom husen har självdragsventilation.

De tre valda typhusen är:

- Typhus 1: Enplanshus med byggår 1970-1975. Här finns ett stort antal småhus med stort energibehov och vattenburet värmesystem. Majoriteten av dessa hus har självdragsventilation.
- Typhus 2: Byggår 1976-1990. I den här kategorin av småhus finns många hus med FTX-ventilation och vattenburet värmesystem.
- Typhus 3: Byggår 2000-2005. I den här kategorin finns moderna småhus med frånluftsvärmepump. De har ett relativt stort energibehov på grund av energiförluster genom klimatskalet. Majoriteten av husen har ett vattenburet värmesystem.

Samtliga uppgifter i Tabell 5 har beräknats med data från Boverkets BETSI-projekt och gäller därför tillståndet för byggnader år 2005. Idag kan förutsättningarna vara lite annorlunda. Detta gäller främst ökad förekomst av värmepumpar. Dock behöver även värmepumpar och FTX-system bytas ut med jämna mellanrum. Någon beräkning av den potentialen har inte gjorts. Observera att tabellen nedan visar medelvärden för varje byggdel och aktuell period. Det finns alltså inte en fysisk motsvarighet, och beräkningar med detta underlag behöver inte nödvändigtvis resultera i de energimedelvärden i kWh/m² som statistiken redovisar.

Tabell 5: Typhus för kombisystem, värden från Boverkets BETSI-projekt, gäller för år 2005.

	Typhus 1	Typhus 2	Typhus 3
Urval av hustyper	Alla enplanshus	Enbart enplanshus med FTX	Alla enplanshus
Medelvärde för hus byggda:	1971-1975	1976-1990	2001-2005
Antal enplanshus	93 344	75 404	11 859
Andel enplanshus av alla småhus	51 %	44 %	40 %
Huvudsakligt ventilationssystem	75 % självdrag	100 % FTX	hög andel FVP
Andel värmepumpar	46 %	42 %	87 %
Andel vattenburet	41 %	51 %	94 %
Andel fjärrvärmeanslutna	8 %	2 %	6 %
A_{temp}	158	137	141
Yttervägg, area m ²	125	130	123
UA-värde ytterväggar inkl köldbryggor	37,3	25,2	26,5
Fönster, area inkl. karm o båge, m ²	19,7	23,2	26,1
UA-värde fönster inkl köldbryggor	56,1	53,7	55,9
Dörrarea, m ²	5,5	5,4	5,8
UA-värde dörrar inkl köldbryggor	11,3	11,0	11,9
Horisontellt vindsbjälklag U-värde inkl köldbryggor	0,23	0,14	0,10
Platta på mark U-värde	0,27	0,27	0,16

De två tillverkare som marknadsför kombiaggregat idag, Flexit och Panasonic, har gjort beräkningar för de ovan beskrivna typhusen. Beräkningarna av energibehov före åtgärd utgår från att huset värmdes med el. Förutsättningarna skiljer sig dock åt på flera punkter, vilket innebär att beräkningarna inte är jämförbara. Ett exempel är att klimatdata kommer från Stockholm (Flexit) respektive Lomma (Panasonic) vilket ger olika förutsättningar för husens energibehov. Dessutom är beräkningarna gjorda med olika beräkningsprogram, och antaganden kan skilja sig åt. Båda beräkningarna visar på en betydande potential för att minska både energi och effektbehovet.

5.4.1 Beräkning för aggregattyp A - Flexit

Flexit, har med ovanstående indata och sedvanliga antaganden om luftväxling, ofrivillig ventilation, sol, person och spillvärme beräknat besparingen för sitt kombiaggregat EcoNordic. Beräkningen för typhusen i Tabell 5 (ovan) är gjord för ett hus med vattenburet värmesystem och

lågtemperatursystem, 35/30. Beräkningarna är gjorda med klimatdata för Stockholmsområdet. Resultaten visas i Tabell 6.

Tabell 6: Beräkning av effekt och energibehov för typhusen gjord av Flexit med aggregatet EcoNordic, klimatdata Stockholm. Beräkningen är genomförd av Flexit.

	Typhus 1	Typhus 2	Typhus 3
Värme och varmvatten för typhusen	1971-1975	1976-1990	2001-2005
Effektbehov före, kW	9,5	7,8	7,4
Effektbehov med EcoNordic, kW	7,3 ¹	5,89	5,34
Energi, kWh			
Ursprungligt energibehov	27 200	22 200	20 800
Energi levererad, VP och FTX	25 100	21 500	20 300
Energi levererad internt elbatteri	2 035	712	488
Energibehov totalt (köpt energi)	10 500	8 100	7 300
Energibesparing	16 600	14 200	13 500
Energibehov externt elbatteri	33	0	0

Beräkningarna visar att energibehovet skulle minska till mellan 35 - 39 % av det ursprungliga energibehovet samtidigt som effektbehovet minskar med ca 2 kW för de tre olika typhusen. Det innebär att det finns en betydande potential i att byta ut befintliga system mot de nya kombiaggregaten för alla de tre studerade hustyperna.

Typhus 1

I den här kategorin av småhus medför en konvertering till kombiaggregat den största energibesparingen i jämförelse med de två andra studerade hustyperna. Energianvändningen beräknas i ett genomsnittligt hus av den här typen minska med mer än 16 000 kWh per år samtidigt som effektbehovet minskar med 2,2 kW. Potentialen som ett systembyte kan medföra bedöms vara hög eftersom antalet typhus i den här kategorin bedöms vara fler än 90 000 varav ca 38 000 har vattenburet värmesystem. Många av dessa hus har troligen försetts med värmepumpar, vilket gör det är svårt att göra en uppskattning av den totala potentialen för energibesparing.

En utmaning för husen av denna typ är att de behöver förses med kanaldragning för till- och frånluftsventilation. Sannolikt kan till viss del befintliga kanaler för självdrag användas vilket förenklar installationen.

Typhus 2

För typhus två visar Flexits beräkning att energibehovet minskar med ca 14 000 kWh/år samtidigt som effektbehovet minskar med 1,9 kW. Statistiken visar att det finns ca 75 000 småhus som har FTX-ventilation och att 51 % även har ett vattenburet värmesystem. Det finns med andra ord goda förutsättningar för en relativt enkel installation av kombiaggregat i över 38 000 småhus.

Typhus 3

Den tredje typen av småhus är byggda i början av 2000-talet och har frånluftsventilation med värmepump. Här visar Flexits beräkningar att energibehovet kan minskas med ca 13 000 kWh årligen,

¹ Vid hustyp 1971-1975: EcoNordic levererar endast 6,5 kW vid DVUT (-15,5°C) och behovet är totalt 7,3 kW. Det saknas då 0,8 kW som kommer från en extern tillsats.

samtidigt som effektbehovet minskar med ca 2 kW. I kategorin finns ca 11 000 småhus där 94 % har vattenburet värmesystem. Dessa hus har kanaler för frånluft men kanaldragning för tilluft kommer att behöva göras.

5.4.2 Beräkning för aggregattyp B - Panasonic

Panasonic har med beräkningsprogrammet VIP-Energy gjort en översiktlig beräkning för en byggnad som närmast liknar typhus 2 och för Lomma i Skåne. I byggnaden finns alltså ett befintligt FTX-aggregat som ersätts. Aggregatet som installeras, AQUAREA, är beskrivet i kapitel 3.

Beräkningsresultaten framgår av Tabell 7.

Tabell 7: Beräkning, energi för värme och varmvatten. Beräkning gjord av Panasonic

Panasonic	Bef. FTX ex VP	AQUAREA	Besparing %
Atemp	140	140	
Verkningsgrad FTX	34%	84%	
Beräknat U-värde, medel	0,374	0,374	
Specifik energi, kWh/kvm	137	33	76%
Effekt, kW	6,1	2,0	77%

I beräkningen av värmepumpens prestanda kan COP (över året) sättas till 3,5-4,2 beroende på lokala förutsättningar och kapacitet på aggregatet.

Beräkningen visar att en installation av kombiaggregat av typen Aquarea i typhus 2 minskar energibehovet med 14 560 kWh/år samtidigt som effektbehovet minskar. Statistiken visar att det finns ca 75 000 småhus som har FTX ventilation och att 51 % av dem har ett vattenburet värmesystem. Det finns med andra ord goda förutsättningar för en relativt enkel installation av kombiaggregat i över 38 000 småhus.

5.4.3 Kommentar till beräkningarna

Beräkningarna för typhus 2, dvs ett enplanshus byggt mellan 1976 och 1990 med FTX-ventilation och vattenburet värmesystem, visar på ett minskat energibehov på ca 14 000 kWh per år för båda de studerade kombiaggregaten. Effektbehovet minskar också i båda fallen men här skiljer sig nivåerna åt.

De tekniska förutsättningarna för att byta ut de befintliga systemen för värme och ventilation i typhus 2 och ersätta dem med kombinerade system bedöms vara goda och medföra en betydande minskning av energianvändningen.

Här har endast enplanshus med FTX-ventilation beaktats. Men även 1,5- och 2-planshus med FTX-ventilation har goda förutsättningar för ett byte till kombiaggregat, vilket gör potentialen än större. Statistiken visar också att det totalt finns 137 000 byggnader med FTX. eller FT-ventilation och vattenburet värmesystem. De fördelas på 70 000 är enplanshus, 31 000 är 1,5-planshus och 15 000 är radhus.

5.5 Tekniska lösningar för att möjliggöra ett byte till kombiaggregat

En kommentar från en av tillverkarna av kombiaggregat är en lösning för hus som har vattenburet värmesystem via radiatorer med en något högre systemtemperatur som exempelvis 45/40°C. I samband med renovering är det inte ovanligt att man förbättrar klimatskalet, kompletterar huset med några fler radiatorer eller fläktkonvektorer. Dessa åtgärder bidrar till att systemtemperaturen kan sänkas något, vilket medför en mer ekonomisk drift.²

För hus som saknar ett vattenburet system för värme har det blivit vanligare att anpassning görs för lågtempererad uppvärmning som golvvärme eller lågtempererade radiatorer.³

Om installation av ett kombisystem visar sig för svårt eller för dyrt skulle ett mini-FTX-system kunna vara en framkomlig väg. I stället för att dra rör till varje rum så görs två hål i fasaden på motsatt sida. Ett mini-FTX aggregat placeras i varje hål. Aggregaten arbetar i par, så när det ena suger in uteluft så blåser det andra ut. Sedan efter 70 till 90 sekunder vänds luftflödet i aggregaten. I aggregatet finns en keramisk värmeväxlare. Lite olika verkningsgrader anges, men inga oberoende tester har kunnat hittas för applikationer i Sverige. Det finns ett antal mini-FTX av olika fabrikat på marknaden, BeSmå gjorde en inventering av den marknaden år 2020, då fanns inga utvärderingar gjorda för svenskt klimat.⁴ Det kan finnas anledning att göra en ny undersökning om hur marknaden ser ut och hur mini-FTX system kan bidra till minskad energianvändning i svenska småhus.

5.6 Hur kan lämpliga hus för byte av system identifieras?

Det går inte att med BETSI-data identifiera geografisk plats för hus med FTX-system. För att fastställa var dessa hus är geografiskt belägna behövs tillgång till Boverkets databas för energideklarationer Gripen. Var i landet det finns gruppbyggda enplanshus går att bestämma med Masterfile, en databas med hus byggda mellan 1971 och 1981. De största områdena med enplanshus och vattenburen värme är listade i bilaga 9.1.

5.7 Krav vid ändring av byggnad

När åtgärder utförs i en byggnad så att byggnaden ändras ska ett antal krav uppfyllas, oavsett om åtgärderna som genomförs är bygglovs- eller anmälningspliktiga. När en byggnad ändras ska hänsyn tas till ändringens omfattning och byggnadens förutsättningar. Kravnivån ska därför fastställas baserat på vilka åtgärder som utförs och den enskilda byggnadens förhållanden. Det är många olika saker som kan räknas som en ändring av en byggnad. Enligt plan- och bygglagen är ändring av en byggnad definierad som åtgärder som ändrar byggnadens funktion, konstruktion, utseende, användningssätt eller kulturhistoriska värde (Sveriges Riksdag, 2010). Vid ändring av en byggnad gäller samma kravnivå som vid uppförandet av nya byggnader, om det inte finns särskilda skäl att göra avsteg från de fastställda kraven (Boverket, 2023b).

Begreppet ändring innefattar tillbyggnad och ombyggnad. Tillbyggnad syftar på en åtgärd som bidrar till att byggnadens volym ökar, medan ombyggnad innebär att en betydande och avgränsbar del av byggnaden eller hela byggnaden påtagligt förnyas. Vid ändring av en byggnad ställs krav vanligtvis på den ändrade delen, men är ändringen så omfattande att den bedöms som ombyggnad ställs krav på hela

² Uppgifter från Flexit

³ Uppgifter från Flexit

⁴ <https://energieffektivasmahus.se/wp-content/uploads/2021/03/Rapport-BeSma-Decentraliserade-ventilationssystem.pdf>

byggnaden. Även om omfattande åtgärder vidtas vid ändring behöver det dock inte betyda att byggnaden blir påtagligt förnyad. Några åtgärder som inte behöver innebära påtaglig förnyelse är byte av tekniskt system, exempelvis ventilationssystemet, eller byte av byggnadsdel som exempelvis klimatskärmen. Är ett underhållsarbete mycket omfattande kan byggnaden bedömas som påtagligt förnyad. För att underhållningsåtgärder ska ses som påtaglig förnyelse bör de involvera så pass omfattande åtgärder på både klimatskärm, tekniska system och invändiga ytskikt att byggnaden anses som stomren (Boverket, 2023c).

Av samtal med en byggnadsinspektör på Göteborgs kommun framgår det att installation av de kombinerade värme- och ventilationssystemen i befintliga småhus kan anses innebära ändring av byggnad. Nybyggnadskrav ställs då på det nya systemet (krav på värme och ventilation) som sätts in men ändringen är med största sannolikhet inte så omfattande att nybyggnadskrav börjar gälla för hela byggnaden. Exempel på krav som ställs är Boverkets byggregler som säger att installationer i byggnader där människor vistas ska ge god luftkvalitet och kräva lite energi (Svensk Ventilation, 2023). De kombinerade värme- och ventilationssystemen från Flexit och Panasonic genererar en bättre energiprestanda än vad som krävs enligt Boverkets byggregler (BBR) (Persson & Westling, 2023). Kombiaggregaten ger även ett inomhusklimat med hög luftkvalitet, och kraven bör därmed uppfyllas.

Ytterligare krav som Boverkets byggregler ställer är begränsning av maximalt installerad eleffekt (Boverket, 2020). Till följd av varierande klimat i Sveriges olika delar skiljer sig kravet på installerad eleffekt mellan landets kommuner. Kravet varierar även beroende på byggnadens storlek, där större byggnader tillåts högre eleffekt. Kraven på installerad eleffekt redovisas i tabell 9:2a i Boverkets byggregler, se Bilaga 4. Vidare ställs ekodesignkrav från EU på fläktar (i värmeväxlaren). Kraven finns att tillgå i Annex II i Bilaga 5. Det ställs även ekodesignkrav på värmepumpar, där kravnivåerna för tillfället är under revidering. Dessa krav redovisas i Annex II i Bilaga 6. Kombiaggregatens värmepumpar bör klara kraven utan problem. Vidare krävs anmälan till byggnadsnämnden för installation eller väsentlig ändring av ventilationsanordning i en byggnad (Boverket, 2023d). Vid installation av kombiaggregaten behöver därmed en anmälan upprättas.

6 Ekonomiska förutsättningar

Det är vanskligt att sätta en exakt kostnad både för kombiaggregat och installation. Återförsäljare kan ge olika erbjudanden och rabatter på själva aggregatet och installationskostnaderna kan variera med husets beskaffenhet. Trots det har Flexit och Panasonic gjort en överslagsberäkning för den totala kostnaden för aggregat och installation. Kostnaderna innefattar moms och ROT-avdrag, det vill säga kostnaden för slutkunden. För typhus 2 som har ett befintligt FTX-system beräknas kostnaden ligga på 155 000-170 000 SEK. För Typhus 3, där det finns ett frånluftssystem med frånluftsvärmepump sedan tidigare tillkommer kostnader på ca 100 000 SEK och för typhus 1, som har självdragsventilation, blir kostnaden ca 120 000 SEK högre.

6.1 Investeringskostnader och besparingar

Förutom att energibehovet minskar markant kommer en installation av ett kombiaggregat att minska effektbehovet, vilket borde innebära en lägre effekttaxa. För typhus 1 och 3 kommer man att få en fullvärdig ventilation och dragfrihet vilket är positiva mervärden för de boende, men som är svåra att värdera i form av ekonomiska termer.

En annan faktor är den värdeökning för småhuset som installation av ett kombiaggregat genererar. Den är dock svår att beräkna för just den här kombinationen. Här erhålls både ett bättre inneklimat och väsentligt lägre uppvärmningskostnad. Småhusets energiklass borde förbättras från klass G till klass C eller D beroende på om golvvärmsystem finns eller ej.

Analys av de ekonomiska förutsättningarna

Ett byte till ett kombinerat system för värme och ventilation har bäst ekonomiska förutsättningar för typhus 2 som redan har kanaldragning för till- och frånluft samt ett vattenburet system för värme. Det innebär att installationen medför relativt små åtgärder på huset och kostnaderna blir därmed inte så höga. En beräkning för hur ekonomin för en sådan installation kan se ut har gjorts för hustyp 2. Beräkningen utgår från ett antaget elpris på 1,31 kr/ kWh (Energimarknadsbyrån, n.d.).⁵

Tabell 8

Investeringskostnad (moms och ROT inräknat)	163 000 SEK
Energikostnad före systembyte	28 800 SEK
Energikostnad efter systembyte	10 500 SEK

Systembytet beräknas minska den årliga energikostnaden med drygt 18 000 SEK vilket ska ställas i relation till investeringskostnad på 163 000 SEK. För ett hus där alternativet är att byta ut system som har nått sin tekniska livslängd innebär att man för en relativt låg merkostnad kan minska energibehovet markant.

Ett systembyte innebär även att effektbehovet minskar. Eftersom effekttaxa idag tas ut av ett fåtal elnätsföretag har denna kostnadsminskning inte tagits med. Utvecklingen går dock mot att allt fler kunder omfattas av effekttaxor.

⁵ Genomsnittligt pris för villakunder 2023.

7 Hinder och drivkrafter

Genom intervjuer med berörda aktörer har hinder och drivkrafter identifierats för byte till kombinerade värme- och ventilationsaggregat i befintliga småhus. Under intervjuerna undersöktes vilka mervärden och eventuella negativa effekter som ett sådant systembyte kan innebära samt behovet av kompetens- och kapacitetsuppbyggnad för att möjliggöra en storskalig implementering. Intervjuer har genomförts med Flexit och Panasonic som är tillverkare av de kombinerade värme- och ventilationssystemen som har introducerats på marknaden. Vidare har organisationen Villaägarna och branschorganisationen Installatörsföretagen intervjuats för att få perspektiv från småhusägare och installatörer.

7.1 Hinder

Både Flexit och Panasonic beskriver att kanaldragning är ett hinder för att konvertera till kombinerade värme- och ventilationssystem i befintliga småhus som har frånluftssystem eller självdragsventilation. För sådana småhus krävs kanaldragning vid installation av kombiaggregaten, vilket är en omfattande process. Vid byte till kombiaggregaten i hus med FTX-system kan det tillkomma en del avgifter för småhusägare. Om exempelvis köksfläkten behöver byggas om räknas det som ändring av byggnad, vilket bland annat innebär att det tillkommer avgifter i form av att en kontrollansvarig behöver anlitas och att en obligatorisk ventilationskontroll ska utföras.

Panasonic menar att en negativ aspekt med att byta till deras kombinerade aggregat är att det tillkommer en utomhusdel på huset, vilket vissa inte tycker är så estetiskt tilltalande. Samtidigt innebär utomhusdelen att kompressorn sitter på utsidan av huset och att inomhusdelen är helt tyst.

Flexit beskriver att de fysiska måtten på deras kombiaggregat i vissa fall kan utgöra en utmaning. Systemet består av två moduler på 60x60 cm och det krävs att det finns plats för dessa i huset där installationen ska ske. Den ena modulen ersätter husets varmvattenberedare, men båda modulerna ska få plats. Det finns dock ett tomt utrymme i en av modulerna vilket gör det möjligt att få plats med en tvättmaskin i den (beroende på tvättmaskinens storlek).

I dagsläget marknadsför Flexit främst kombiaggregatet för nybyggnad eftersom det inte är fördelaktigt för kunder med högtemperatursystem (värme) att köpa produkten. Temperaturerna i systemet kan dock sänkas genom att det kompletteras med ytterligare radiatorer eller genom att huset tilläggsisoleras så att effektbehovet minskar. Flexit menar att det inte är gynnsamt att använda kombiaggregatet om huset använder direktverkande el, men att det samtidigt kan göra det möjligt att ta del av bidraget för isolering och konvertering.⁶ För småhus som inte har vattenburet värmesystem är det svårt att distribuera i huset med kombiaggregaten.

En aspekt att beakta vid installation av de kombinerade värme- och ventilationssystemen är punktlaster och kombiaggregatens vikt, så att bjälklaget klarar belastningen. För småhus med försämrad kryppgrund kan det uppstå problem vid installation av kombiaggregaten om det är så att golvet inte klarar tyngden. Det är även viktigt att det finns plats för isolering av kanalerna vid kanaldragning på vind och utrymme för installation av ljuddämpare samt att arbetsmiljön är god för installatörerna och de som senare ska sköta underhåll av systemet.

⁶ Småhusägare som förbättrar husets klimatskal och konverterar husets värmesystem från el- eller gasvärme kan ansöka om ekonomiskt bidrag på sammanlagt upp till 60 000 SEK (Boverket, 2023a).

Ett hinder för småhusägare att installera de kombinerade värme- och ventilationssystemen skulle kunna vara ekonomiska aspekter. En viktig fråga för att motverka det hindret är att arbeta med att skapa finansieringsmöjligheter.

För entreprenörer skulle ett hinder kunna vara att entreprenörer ofta ser det som mer utmanande att arbeta med privatpersoner som kunder än med professionella kunder, bl.a. för att de kan uppleva en viss osäkerhet gällande betalning och beslutsfattande hos privatkunder. Samtidigt kan småhusägare ses som en affärsmöjlighet eftersom det är ett kundsegment som har potential att växa.

Installatörsföretagen påpekar att entreprenörerna behöver förstå helheten och att de saknar erfarenhet av att installera kombisystem. Installationen kräver en bred kompetens eller samverkan mellan flera olika entreprenörer. Installatörsföretagen uppger samtidigt att det finns många små- och medelstora företag som skulle kunna utföra den här typen av installationer.

7.2 Drivkrafter

Samtliga intervjuade aktörer menar att det finns stora fördelar med att byta nuvarande värme- och ventilationssystem i befintliga småhus till de kombinerade värme- och ventilationsaggregaten. Installation av kombiaggregaten ger minskat energi- och effektbehov samtidigt som de ger en bättre inomhusmiljö. Villaägarna menar att den energibesparing som kombiaggregaten ger är jämförbar med den energiproduktion som installation av en solcellsanläggning på ett småhus ger. I jämförelse med en solcellsanläggning ger kombiaggregaten inte bara en energibesparing utan har också ett mervärde i form av bättre inomhusklimat. Det blir jämnare både temperatur- och kvalitetsmässigt, vilket kan skapa mervärde i form av minskad risk för fuktproblem. Flexit beskriver hur kombiaggregatet anpassar luftmängden baserat på att kvaliteten på ventilationsfiltren försämras över tid så att luftkvaliteten alltid ska vara hög. Kombiaggregaten kan därför ses som en bra investering för astmatiker och allergiker.

Enligt tillverkarna finns det stor potential för befintliga småhus att byta till de kombinerade värme- och ventilationssystemen. Småhus med frånluftsvärmepumpar är enkla att konvertera till kombiaggregaten. Vid installation av ett kombiaggregat avlägsnas frånluftsvärmepumpen och ersätts med kombiaggregatets inomhusdel. En frånluftsmodul placeras sedan ovanpå. Även småhus med FTX-system går att enkelt konvertera till de kombinerade värme- och ventilationssystemen. Småhus med FTX-system har redan kanalsystem för till- och frånluft på plats, vilket underlättar installationen av kombiaggregaten. Tillverkarna menar att konverteringen i detta fall även är enkel att göra för 1,5-planshus, inte bara för 1-planshus. Även Installatörsföretagen kommenterar att det borde finnas potential i att byta till kombisystemen i 1,5-planshus.

En positiv aspekt med kombiaggregaten är att värmeväxlaren tar restenergi från ventilationen och skickar den till värmepumpen. COP-mässigt är det fördelaktigt att arbeta med högre temperaturer och det förlänger även produktens livslängd.

Ett mervärde med Flexits kombiaggregat är att det använder det naturliga köldmediet CO₂ som är ett klimatvänligt alternativ jämfört med andra köldmedier. Det är även billigare för kunden att fylla på köldmediet CO₂ än andra sorters köldmedier. Ytterligare en fördel är att det är möjligt att använda kombiaggregatet för kyla under perioder när det är svalare på kvällen än under dagtid.

Ur entreprenörernas perspektiv är kombiaggregat intressanta eftersom systemen är väl genomtänkta och anpassade för en enkel installation som inte kräver att en mängd olika delar ska sättas samman.

Det bör också vara attraktivt med en större affär i jämförelse med att byta enskilda delar av värme- eller ventilationssystem.

En aspekt att ta hänsyn till vid byte till kombiaggregat i befintliga småhus är att i det fall aggregatet har en utomhusmodul, bör den placeras så att den inte stör grannar eller orsakar problem till följd av kondensvatten. Panasonic's aggregat som har en rörlängd på upp till 50 meter mellan inomhus- och utomhusdel skapar möjligheter att placera utomhusmodulen i andra änden av tomten eller för två grannar att ställa sina moduler tillsammans. Flexits aggregat har ingen utomhusdel varför den frågan inte är aktuell för det systemet.

Drivkrafter för småhusägare att installera kombiaggregaten kan vara ökat fastighetsvärde och lägre energi- och effektkostnader. Aggregaten samlar även många tekniska delar och möjliggör samordnad styrning och smart uppkoppling. En av kombiaggregatens tillverkare beskriver att många kunder återkopplar att det är positivt att styrningen för värme och ventilation är gemensam. För entreprenörer är en positiv aspekt att installation av kombiaggregaten är en, för småhus, större affär.

Villaägarna uppger att det finns ett behov av lösningar för hus som har luftvärmesystem med värmeåtervinningsaggregat som är monterade i kombination med kåpan för spisventilation⁷. Sådana system var vanliga på 1980- och 1990-talen (Hemluft, n.d.), och består av en frånluftsfläkt, en tilluftsfläkt, en värmeväxlare samt en eftervärmare som med hjälp av elvärme höjer temperaturen på tilluften vid behov. Ett flertal småhusägare som har den typen av installation har kontaktat Villaägarna avseende problem att få tillräckligt varmt vid kall väderlek.

7.3 Kompetens-och kapacitetsbehov för storskalig implementering

Det finns tillräckligt med kompetens för att möjliggöra en storskalig implementering av de kombinerade värme- och ventilationssystemen. Däremot är en utmaning vid installation av kombiaggregat att det krävs två olika yrkesgrupper för att utföra arbetet, både rörmokare och ventilationsinstallatörer. Det är fördelaktigt om ett företag tar hand om båda delarna, detta för att undvika risk för oenigheter om vem som bär huvudansvaret för installationen. När det kombinerade värme- och ventilationssystemet är installerade behöver kunden endast vända sig till en part, men det är först efter att installationen är genomförd. Det finns installatörsföretag som har tillräckligt bred kompetens för att hantera hela installationen, men det finns också installatörer som behöver samverka med andra entreprenörer.

En möjlighet för tillverkarna av kombiaggregaten är att teckna avtal med entreprenörer så att leverans och installation sker som ett paket. Detta kan skapa trygghet hos köpare och göra installationsprocessen enklare. Tillverkarna av kombisystemen skulle exempelvis kunna erbjuda entreprenörer en kort utbildning om hur deras produkt ska hanteras.

En förutsättning för att implementeringen av kombiaggregaten ska kunna ske i stor skala är att tillverkarna kan nå ut med sina lösningar till kunder. Ett problem i dagsläget är att kunder inte känner till de kombinerade värme- och ventilationssystemen. Samtidigt saknas uppgifter om var det finns småhusområden som har lämpliga förutsättningar för byte till kombiaggregaten, vilket medför svårigheter för tillverkarna i att nå ut med information till potentiella kunder. Det finns därför behov

⁷ Aggregat av typen Bahco Minimaster

av att kunna identifiera områden med småhus där det passar att byta till de kombinerade värme- och ventilationssystemen. Genom att identifiera sådana områden skapas möjligheter att rikta informationsspridning om kombiaggregaten till tänkbara kunder.

Villaägarna menar att det kan vara fördelaktigt för tillverkarna av kombiaggregaten att arbeta med visualisering vid spridning av information. Några parametrar som borde finnas med i materialet är minskad energianvändningen i förhållande till räntekostnad, livslängd och underhåll. Det kan även vara fördelaktigt att visa hur det fungerar att byta till ett kombiaggregat från olika befintliga värme- och ventilationssystem. Tillverkarna av kombiaggregaten skulle kunna arbeta med paketering och att skapa en certifiering vid installation av systemen (med information om vilka åtgärder som genomförts i huset) som ingår i offerten. Vidare menar Villaägarna att det är bra om tillverkarna erbjuder servicegarantier till småhusägare, och att det bör vara möjligt att ha tillgång till snabbt underhåll oavsett var i landet man bor.

8 Slutsatser och resultat

Syftet med denna förstudie har varit att undersöka om de kombinerade värme- och ventilationssystem för nya småhus som har utvecklats i BeSmås nyligen avslutade utvecklingsprocess kan användas i befintliga småhus, och därigenom bidra till att småhusbeståndet energieffektiviseras.

Studien har undersökt förutsättningarna för att byta befintliga värme- och ventilationssystemen till de nya kombinerade systemen för värme och ventilation (FTX). Analysen har gjorts för tre olika typhus. Typhusen har valt utifrån en nulägesanalys som visar i vilka delar av småhusbeståndet som det bedöms finnas en betydande potential för energieffektivisering. Valet av typhus innebär också att arbetet med förstudien har kunnat avgränsas. De tre typhusen som har analyserats är:

- Typhus 1. Enplanshus med byggår 1970-1975
- Typhus 2. Enplanshus med byggår 1976-1990 med FTX-system
- Typhus 3. Enplanshus med byggår 2000-2005 med frånluftsvärmepump

Typhus 1

Det första typhuset är byggt under första halvan av 1970-talet. Det är ett enplanshus med vattenburet värmesystem och självdragsventilation. Statistiken visar att det finns ca 38 000 sådana hus i Sverige.

I detta typhus beräknas energibehovet minska från 27 000 kWh till 10 500 kWh per år. Det är en betydande minskning av energibehovet och potentialen för energieffektivisering i byggnadsbeståndet bedöms vara hög eftersom antalet sådana småhus är stort. En bedömning av den faktiska potentialen har inte kunnat göras då många av dessa hus har kompletterats med luft-luftvärmepump. Systembytet medför också ett minskat effektbehov.

Systembytet medför mervärden tack vare den förbättrade ventilationen, bl.a. bättre inomhuskvalitet, minskat drag och minskad risk för fuktrelaterade problem.

En utmaning för detta typhus är att kostnaden för ett systembyte bedöms bli relativt hög eftersom huset kanaldragning för till- och frånluftsventilation behöver installeras. Sannolikt kan befintliga kanaler för självdrag användas till viss del, vilket förenklar installationen. En uppskattning av kostnaden för ett systembyte ligger på ca 275 000 till 290 000 SEK.

Typhus 2

Det andra typhuset är byggt under perioden från andra halvan av 1970-talet fram till och med år 1990. Det är byggt i ett plan och har vattenburet värmesystem och FTX-ventilation. Antalet småhus i denna kategori uppskattats till ca 38 000.

Vid ett systembyte beräknas energibehovet minska från 22 000 kWh till 8 000 kWh per år. Det är en signifikant minskning av energibehovet, och potentialen för energieffektivisering i byggnadsbeståndet bedöms vara hög då antalet hus är stort. Systembytet medför också ett minskat effektbehov.

En uppskattning av kostnaden för ett systembyte ligger på ca 155 000-170 000 SEK. Åtgärden bedöms i många fall vara okomplicerad eftersom befintlig kanaldragning för från- och tilluft kan användas och utrymme i exempelvis tvättstuga tillgängliggörs då den gamla utrustningen tas bort. För ett hus där alternativet är att byta ut system som nått sin tekniska livslängd innebär det att man för en relativt låg merkostnad kan minska energi- och effektbehovet markant.

Typhus 3

Det tredje studerade typhuset är ett enplanshus som är byggt under de första åren av 2000-talet. Huset har det värme och ventilationssystem som varit vanligast i nybyggda småhus i Sverige under de senaste 20 åren, det vill säga frånluftsventilation och frånluftsvärmepump. Värmen distribueras via ett vattenburet värmesystem. Antalet småhus i den här kategorin uppskattas till ca 11 000.

Systembytet i den här hustypen beräknas minska energibehovet från 20 000 kWh till 7 000 kWh per år, vilket är en betydande minskning.

För Typhus 3, som har frånluftsventilation och frånluftsvärmepump sedan tidigare uppskattas den totala investeringskostnaden för ett systembyte bli 255 000 till 270 000 SEK. I jämförelse med att byta ett frånluftssystem som har nått sin tekniska livslängd är merkostnaden betydande eftersom en ny frånluftsvärmepump med installation kostar mindre än 100 000 kronor.

Slutsats

Slutsatsen är att det både ur ett tekniskt och ekonomiskt perspektiv är mest fördelaktigt att genomföra ett systembyte till de kombinerade värme- och ventilationssystemen för typhus 2. En strategi kan därför vara att börja introduktionen av kombisystem i befintliga småhus med FTX-ventilation som har uppnått sin tekniska livslängd. Särskilt goda förutsättningar finns i de småhus som har vattenburen golvvärme.

Därefter bör typhus 3 med frånluftsvärmepump vara aktuella. Här har en tredjedel av husen golvvärme, vilket bidrar till god energiprestanda tack vare de låga temperaturnivåerna i värmesystemet. En närmare undersökning av möjligheterna att hålla nere kostnaderna för ett systembyte bör dock genomföras.

Typhus 1 med självdragsventilation och hög energianvändning har mest att vinna på ett systembyte. Ett hinder för att installation av kombiaggregat i denna hustyp är dock att det krävs omfattande installationer, vilket leder till en hög kostnadsbild. Eftersom potentialen för åtgärder är stor bör en närmare analys genomföras, där man även studerar möjligheterna med så kallade mini-FTX-system som förbättrar ventilationen med viss värmeåtervinning i de rum som aggregaten installeras i.

9 Förslag till fortsatt arbete

I arbetet med denna förstudie har det framkommit att småhus med äldre system för FTX-ventilation och vattenburet värmesystem har bäst förutsättningar för att installera de nyligen marknadsintroducerade kombinerade aggregaten för värme och ventilation. Ett förslag till fortsatt arbete är att initiera en fördjupad förstudie där BeSmå i samverkan med tillverkarna av kombiaggregat genomför ett byte av värme- och ventilationssystem. Förstudien föreslås omfatta demonstration av ett systembyte i två småhus där de två olika system som idag finns på marknaden analyseras. Kostnader, besparingar, tekniska lösningar och användarnas upplevelser kan på så sätt följas upp och dokumenteras. Den fördjupade förstudien bör genomföras i samverkan med Installatörsföretagen och Villaägarna i syfte att identifiera affärsmodeller som möjliggör ett brett genomslag för ett systembyte i lämpliga delar av småhusbeståndet. Studien bör också samordnas med det nyligen initierade projekt som fokuserar på affärsmodeller för konvertering från elvärme och isolering av småhus med finansiering från Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond.

Den här studien har avgränsats till att studera typhus i ett plan. För hus med FTX-ventilation är det en avgränsning som inte har någon teknisk betydelse eftersom till- och frånluftskanaler redan finns installerade. Det vore därför intressant att analysera potentialen där även 1,5- och 2-plans hus inkluderas.

De nyligen utvecklade och marknadsintroducerade kombisystemen har stor potential att minska energianvändningen i både nya och vissa typer av befintliga småhus. Eftersom systemen är nyutvecklade behövs informationsspridning riktad till energi- och klimatrådgivare, Villaägarna för vidareförmedling till småhusägare, Installatörsföretagen ICHB med flera.

En aspekt som också bör undersökas vidare är att jämföra byte till de kombinerade värme- och ventilationssystemen med när småhusägare installerar en solcellsanläggning. Jämförelsen skulle kunna visa på kombiaggregatens energibesparingspotential. En möjlig approach är att använda visualisering över året för att illustrera att solpaneler ger överproduktion av el på sommaren men producerar lite el på vintern när efterfrågan är stor och elpriserna är höga. Energibesparingen som kombiaggregaten ger är mer jämnt fördelad över året.

I förstudiearbetet har ett par frågeställningar som rör värme- och ventilationssystem för småhus identifierats, och som skulle behöva undersökas vidare. Ett förslag är att genomföra en studie av så kallade mini-FTX-system kan bidra till förbättrad ventilation i småhus med undermålig ventilation, men utan att ett fullständigt ventilationssystem med kalldragning installeras. Idag saknas evidensbaserade tester för svenska förhållanden.

Det andra förslaget omfattar småhus med så kallade ”kryddhulleaggregat” för ventilation. Villaägarna konstaterar att de får många frågor om lösningar från husägare med dessa system som är en del av ett luftburet värmesystem. En studie som närmare undersöker lämpliga alternativ till dessa system bör därför genomföras.

10 Referenser

Boverket, 2009. *Så mår våra hus - Redovisning av regeringsuppdrag beträffande byggnaders tekniska utformning*, Karlskrona: Boverket.

Boverket, 2020. *Krav på installerad eleffekt*. [Online]

Available at: <https://www.boverket.se/sv/byggande/bygg-och-renovera-energieffektivt/energiushallningskrav/installerad-eleffekt/#:~:text=Installerad%20eleffekt%20f%C3%B6r%20uppv%C3%A4rming%20definieras,ventilationsluft%20och%20avfrostning%20av%20ventilationsaggregat>.

[Använd 21 12 2023].

Boverket, 2023a. *Bidrag för energieffektivisering i småhus*. [Online]

Available at: <https://www.boverket.se/sv/bidrag--garantier/bidrag-for-energieffektivisering-i-smahus/>

[Använd 24 11 2023].

Boverket, 2023b. *Krav vid ändring av byggnader*. [Online]

Available at: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-konstruktionsregler/overgripande-bestammelser/krav-vid-andring/>

[Använd 05 12 2023].

Boverket, 2023c. *Ombyggnad*. [Online]

Available at: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/andring-av-byggnader/ombyggnad/>

[Använd 05 12 2023].

Boverket, 2023d. *När krävs anmälan till byggnadsnämnden för en ändring av anordning för ventilation i en byggnad?*. [Online]

Available at: <https://www.boverket.se/sv/byggande/halsa-och-inomhusmiljo/ventilation/nar-kravs-anmalan-for-atgarder-for-ventilation/>

[Använd 02 01 2024].

Energimarknadsbyrån, u.d. *Månadspriser på elbörsen*. [Online]

Available at: <https://www.energimarknadsbyran.se/el/dina-avtal-och-kostnader/elpriser-statistik/manadspriser-pa-elborsen/>

[Använd 21 12 2023].

Flexit, u.d. *EcoNordic - Klimatvärmepump för bostäder*. [Online]

Available at: <https://www.flexit.no/sv/produkt/econordic/>

[Använd 08 11 2023].

Hemluft, u.d. [Online]

Available at: <https://hemluft.se/ar-det-dags-att-byta-ut-ditt-gamla-bahco-aggregat/>

[Använd 21 12 2023].

Persson, A. & Westling, H., 2023. *Verifiering av prestanda och demonstration av nya kombinerade värme- och ventilationssystem*, Stockholm: E2B2.

Polarpumpen, 2023. *Mekanisk frånluftsventilation (F)*. [Online]

Available at:

<https://www.polarpumpen.se/kunskapsbanken/inomhusklimat/ventilation/ventilationsteknik-och-olika->

[ventilationssystem/mekanisk-franluftsventilation-f/](#)

[Använd 09 11 2023].

Polarpumpen, 2023. *Självdraagsventilation (S)*. [Online]

Available at:

<https://www.polarpumpen.se/kunskapsbanken/inomhusklimat/ventilation/ventilationsteknik-och-olika-ventilationssystem/sjalvdragsventilation-s/>

[Använd 13 11 2023].

SCB, S., 2023. *Boende i Sverige*. [Online]

Available at: <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/manniskorna-i-sverige/boende-i-sverige/>

[Använd 07 11 2023].

Soliduct AB, 2023. *Ventilationsbyggsats FTX*. [Online]

Available at: <https://ventilation.se/sv/products/ventilationsbyggsats-ftx-125m2>

[Använd 14 11 2023].

Svensk Ventilation, 2023. *Boverkets byggregler*. [Online]

Available at: <https://www.svenskventilation.se/lagar-regler/boverkets-byggregler/>

[Använd 21 12 2023].

Sveriges Riksdag, 2010. *Plan- och bygglag (2010:900)*. [Online]

Available at: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan--och-bygglag-2010900_sfs-2010-900/

[Använd 05 12 2023].

Wahlström, Å., 2021. *Guide: FTX*. [Online]

Available at: <https://byggkoll.byggstjanst.se/artiklar/2021/februari/guide-ftx/>

[Använd 28 11 2023].

Bilagor

Bilaga 1 - Enplanshus i grupphusområden

Koordinaterna är satta i nedre vänstra hörnet på en kvadrat om 1x1 km. Uppgifterna gäller för början av 1990-talet, och det är möjligt att några enstaka områden sedan dess har anslutits till fjärrvärme. Själva området är definierat som NYKO-område och utgörs av enhetlig bebyggelse. Respektive kommun har kartor som definierar dessa områden. Oftast går det med Google maps att identifiera området inom ramen 1x1 km. Se rapport för utförligare beskrivning.⁸

Antal enplanshus med vattenburen värme ex fjv.		Antal enplanshus med vattenburen värme ex fjv.	
Koordinater/ort	1971-1975	Koordinater/ort	1976-1981
59.4047 17.9004	415	63.0705 14.8158	159
Stockholm	415	Östersund	159
58.7511 17.0662	173	59.5007 18.0653	153
Nyköping	173	Vallentuna	153
59.4959 13.2803	142	59.6901 16.2312	142
Kil	142	Surahammar	142
57.9164 13.8647	141	56.0359 12.8048	141
Mullsjö	141	Helsingborg	141
56.2634 14.5303	117	55.7060 13.3235	138
Olofström	117	Lund	138
55.5771 13.1730	114	57.6446 12.1368	127
Svedala	114	Härryda	127
55.4196 12.9623	113	58.4007 13.8211	126
Vellinge	113	Skövde	126
55.6661 13.1352	108	56.2160 15.6440	124
Staffanstorp	108	Karlskrona	124
59.4357 13.4258	104	57.3007 13.5654	119
Karlstad	104	Gislaved	119
65.5838 19.1869	104	55.9371 14.2690	111
Arvidsjaur	104	Kristianstad	111
57.3059 17.0164	100	58.1539 13.5630	109
Borgholm	100	Falköping	109
55.6651 13.0876	97	57.7741 13.4185	106
Lomma	97	Ulricehamn	106
60.6369 16.9929	94	59.1760 18.1488	104
Gävle	94	Haninge	104
58.3424 15.1222	93	58.0575 11.8233	102

⁸ Hårda paket är det bästa klimatet vet, Persson, Westling, Öfverholm, BeSmå 2020

Mjölby	93	Stenungsund	102
56.6364 16.4733	91	65.6687 20.9624	101
Mörbylånga	91	Älvsbyn	101
65.8688 23.1146	89	58.3797 13.6342	96
Kalix	89	Skara	96
55.5060 13.2094	84	58.4783 13.1480	96
Svedala	84	Lidköping	96
59.3789 17.8284	84	58.7055 13.7865	92
Stockholm	84	Mariestad	92
58.3511 12.3372	83	56.7459 15.9196	92
Vänersborg	83	Nybro	92
55.9373 14.2850	82	58.0092 14.9594	91
Kristianstad	82	Tranås	91
60.0421 13.7054	81	59.3204 13.5042	91
Hagfors	81	Hammarö	91
59.4107 13.5333	80	58.4965 15.4793	90
Karlstad	80	Linköping	90
60.1480 15.4090	79	59.5905 16.4424	88
Smedjebacken	79	Västerås	88
60.8994 16.7078	79	60.6617 17.2133	87
Ockelbo	79	Gävle	87
57.5669 11.9440	78	57.7158 12.1128	86
Göteborg	78	Partille	86
57.7389 13.0177	78	56.2035 14.8546	84
Borås	78	Karlshamn	84
58.5301 14.9812	75	59.4969 13.3332	84
Motala	75	Kil	84
59.5171 13.4554	73	65.5927 19.1880	84
Forshaga	73	Arvidsjaur	84
59.5163 17.6423	72	57.0227 16.4473	81
Upplands-Bro	72	Mönsterås	81
58.3801 15.6855	71	58.4147 14.1797	81
Linköping	71	Tibro	81
56.3730 13.9601	70	55.6324 13.7093	78
Osby	70	Sjöbo	78
57.7289 12.9681	70	59.1784 17.3967	78
Borås	70	Södertälje	78
59.4268 13.4265	70	58.1719 13.5619	77
Karlstad	70	Falköping	77
60.6151 15.6224	70	59.2488 17.5052	77
Falun	70	Södertälje	77
58.5391 14.9810	68	61.3004 17.0738	77
Motala	68	Söderhamn	77

55.7171 13.0044	66	55.9260 13.5494	76
Lomma	66	Höör	76
61.6504 17.0693	66	59.2625 17.1026	74
Hudiksvall	66	Strängnäs	74
58.7034 15.8051	65	59.4879 13.3339	74
Finspång	65	Kil	74
56.0273 12.8215	64	58.9052 11.9171	73
Helsingborg	64	Dals-Ed	73
58.5949 16.2523	64	59.5981 16.6904	72
Norrköping	64	Västerås	72
65.7936 21.7326	63	55.8397 13.2670	71
Boden	63	Eslöv	71
55.6313 13.1852	60	59.3481 16.4554	71
Staffanstorp	60	Eskilstuna	71
59.9780 15.8230	59	61.6327 17.0497	71
Fagersta	59	Hudiksvall	71
57.4724 12.0874	58	58.0496 11.8580	70
Kungsbacka	58	Stenungsund	70
60.0297 17.5272	58	64.7205 21.0752	70
Uppsala	58	Skellefteå	70
67.8299 20.2467	58	57.0210 14.8832	69
Kiruna	58	Växjö	69
55.9077 13.0866	57	57.7247 12.1119	69
Svalöv	57	Partille	69
58.4099 13.8377	57	57.7252 12.1287	69
Skövde	57	Partille	69
55.5282 13.9366	56	57.7502 14.1760	68
Tomelilla	56	Jönköping	68
56.7361 16.2790	56	63.7011 20.3778	68
Kalmar	56	Umeå	68
57.8574 14.1375	56	58.3676 12.2843	67
Jönköping	56	Vänersborg	67
57.9790 12.2042	56	56.2160 15.6601	66
Ale	56	Karlskrona	66
58.2596 12.2780	56	55.5150 13.2088	65
Trollhättan	56	Svedala	65
60.6808 17.1043	56	57.9106 14.0844	64
Gävle	56	Habo	64
62.6370 17.8715	56	57.4054 14.6739	63
Härnösand	56	Sävsjö	63
55.7085 13.0209	55	57.4983 12.0514	63
Lomma	55	Kungsbacka	63
56.0554 12.8675	55	57.7929 11.9871	63
Helsingborg	55	Göteborg	63
57.4797 12.6872	55	59.6349 16.5319	62

Mark	55	Västerås	62
57.7770 12.0561	55	57.1008 12.2899	59
Göteborg	55	Varberg	59
59.2561 18.1894	55	56.7190 15.9358	58
Nacka	55	Nybro	58
65.3265 21.4762	55	58.3619 12.4046	58
Piteå	55	Vänersborg	58
58.4068 15.5486	54	60.6109 16.8824	58
Linköping	54	Gävle	58
58.7055 13.7865	54	61.0046 14.5850	58
Mariestad	54	Mora	58
59.3699 17.8279	54	63.3125 18.7580	57
Stockholm	54	Örnsköldsvik	57
58.4055 14.1630	52	55.4758 13.4961	56
Tibro	52	Skurup	56
59.2436 14.4208	52	56.6844 12.8676	56
Degerfors	52	Halmstad	56
59.7947 17.6398	51	56.8126 13.9222	56
Uppsala	51	Ljungby	56
55.8409 12.9157	50	61.3587 16.4219	55
Landskrona	50	Bollnäs	55
56.0832 14.4720	49	57.9016 14.0848	54
Bromölla	49	Habo	54
56.2254 12.8384	49	63.2673 18.7733	54
Ängelholm	49	Örnsköldsvik	54
56.1859 14.0658	48	58.4250 15.7709	53
Östra Göinge	48	Linköping	53
56.1891 15.6602	48	55.6475 13.1047	53
Karlskrona	48	Burlöv	53
57.2819 13.5168	48	56.3827 14.0082	53
Gislaved	48	Osby	53
55.3880 13.1540	47	56.8487 13.9368	53
Trelleborg	47	Ljungby	53
55.6403 13.1846	47	59.3265 18.2646	53
Staffanstorp	47	Nacka	53
55.8467 13.6339	47	60.3370 15.7508	53
Hörby	47	Säter	53
59.8435 13.1469	47	65.8165 21.6062	53
Sunne	47	Boden	53
55.6612 13.3263	46	58.3943 13.4451	52
Lund	46	Skara	52
56.1635 13.7770	46	57.7224 11.7426	51
Hässleholm	46	Göteborg	51

56.1795 15.3865	46	63.1471 17.2728	51
Ronneby	46	Sollefteå	51

Bilaga 2 – Masterfile

Databasen Masterfile innehåller grupphusområden med något sånär homogen bebyggelse uppförd under perioden 1961–1981. Den lägsta nivån som ofta användes i planeringssammanhang är NYKO (Nyckelkodområden). I Stockholm kallas de basområden. Varje kommun har kartor med dessa områden och NYKO-koden finns i en databas, Masterfile på SCB med information om fastigheter inom varje NYKO område. Tyvärr har det visat sig svårt att ta del av dessa data eftersom varje kommun måste godkänna ett uttag ur basen. I stället har SCB föreslagit en alternativ metod där koordinater i stället är utgångspunkten för att hitta områden med grupphusbebyggelse från de aktuella åren. Varje område är en kvadratkilometer (km²).

Med hjälp av detta underlag kan områdena lokaliseras och bebyggelsen karakteriseras. Se nedanstående variabellista:

- Antal friliggande småhusfastigheter, kedjehus och radhusfastigheter
- Vanligaste hustyp för småhus i området (8 hustypsalternativ, se diagram 2)
- Summa bostadsyta m²
- Medelbyggnadsår
- Geografisk belägenhet: län, kommun, X- och Y-koordinater för område
- Hustyp för småhus, se diagram 2
- Bostadsyta m²
- Huvudsakligt uppvärmningssätt som direktel, vattenburen el, olja, fjärrvärme eller ved/flis/spån
- Byggnadsstomme: sten eller trä
- Isoleringsstandard, nybyggnadsstandard med och utan isolerglas etc.
- Tilläggsisolering efter 1973
- Ventilationssätt: självdrag, frånluft, FTX
- Nettovärmebehov för bostadsyta, MWh/år

Bilaga 3 – E2B2-rapport -Verifiering av prestanda och verifikation av nya kombinerade värme- och ventilationssystem

Rapporten finns att hämta via länken <https://energieffektivasmahus.se/wp-content/uploads/2023/12/Verifiering-av-prestanda-och-demonstration-av-nya-kombinerade-varme-och-ventilationssystem.pdf>

Bilaga 4 – Boverket byggregler BFS 2020:4 BBR 29

Dokumentet finns att hämta via länken:

<https://rinfo.boverket.se/BFS2011-6/pdf/BFS2020-4.pdf>

Bilaga 5 –Revidering av ekodesignkrav för fläktar

Dokumentet finns att hämta via länken:

https://www.energimyndigheten.se/49a7a6/globalassets/energieffektivisering/_jag-ar-saljare-eller-tillverkare/dokument/produkter-med-krav/industriflaktar/draft-elements-of-a-possible-fans-regulation--extracts-for-discussion.pdf

Bilaga 6 – Revidering av ekodesignförfordning för värmeelement/kombinationsvärmare

Dokumentet finns att hämta via länken:

https://www.energimyndigheten.se/49675b/globalassets/energieffektivisering_/jag-ar-saljare-eller-tillverkare/dokument/produkter-med-krav/pannor-och-varmepumpar/space-heaters-ed.pdf