

G22:1989

#4361

Värmeforskning med tillämpning i byggnader

Forskningsprogram inom
byggnadsfysiken

Claes Bankvall

Byggeforskningsrådet

G22:1989

VÄRMEOFORSKNING MED TILLÄMPNING I BYGGNADER

Forskningsprogram inom byggnadsfysiken

Claes Bankvall

Denna skrift hänför sig till forskningsanslag 880096-4
från Statens råd för byggnadsforskning till Statens
provningsanstalt, Borås.

REFERAT

Projektet har syftat till att utveckla ett program för samlad värmeforskning inom byggnadsfysiken. Under 1987 genomfördes ett seminarium och diskussioner kring utformningen av ett forskningsprogram började. Under 1988/89 har programmet utformats. Detta har skett genom kontakter och diskussioner med forskare och personer verksamma i byggbranschen. Programmet redovisas i rapporten "Värmeforskning med tillämpning i byggnader. Forskningsprogram inom byggnadsfysiken framtaget på uppdrag av BFR", 1989-04-30.

Avsikten med forskningsprogrammet är att ge förutsättningar för en riktig värmeteknisk funktion hos byggnader. Detta kommer att påverka inneklimat, beständighet och energianvändning. Programmet ska kontinuerligt förse byggbranschen med de kunskaper och hjälpmedel som behövs. Forskningsprogrammet ska etablera en bas av kunskap och erfarenhet som ska byggas på kontinuerligt och långsiktigt. Kunskaperna ska tillämpas på skiftande aktuella problem.

I rapporten definieras forskningsprogrammets omfattning. Forskningsbehoven preciseras under rubrikerna Material, Byggnadsdel/konstruktion samt Klimatskal/klimatbelastning. Frågor kring informations- och utbildningsbehov behandlas särskilt. För forskningsprogrammets genomförande diskuteras arbetsformer och organisation liksom resurser, intressenter och finansiering. I bilaga ges mer detaljerat och omfattande förslag till projekt.

Den aktuella rapporten är avsedd att utgöra grund i ett kontinuerligt programarbete inom området. Den bör användas för att aktivera forskare och intressenter till en samlad insats.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

G22:1989

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Spångbergs Tryckeri AB, Stockholm 1989

<u>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</u>	<u>SID</u>
FÖRORD	2
1. FORSKNINGSPROGRAMMETS OMFATTNING	4
Bakgrund	4
Målsättning och omfattning	5
Värmeteknisk dimensionering	7
2. FORSKNINGSBEHOV	11
<u>Material</u>	11
Värmetransportmekanismer, utvär- deringsmetoder m m	11
Lösfnllnadsisoleringar	12
Cellplastisoleringar	12
<u>Byggnadsdel/konstruktion</u>	12
Konstruktionsutformning	13
Klimat i byggnadsdel	13
Luftrörelse, konvektion	13
Fönster och dörrar	14
Köldbryggor	14
<u>Klimatskal/klimatbelastning</u>	14
Klimatskalet	15
Klimatförhållanden	15
3. INFORMATIONS- OCH UTBILDNINGSBEHOV	16
4. FORSKNINGSPROGRAMMETS GENOMFÖRANDE	17
Arbetsformer/organisation	17
Resurser	17
Intressenter och finansiering	18
5. BILAGAN	19
<u>Projektförslag</u>	19
Material	19
Byggnadsdel/konstruktion	22
Klimatskal/klimatbelastning	28
<u>Pågående projekt och tidigare arbeten</u>	31

FÖRORD

Byggnadsfysiken omfattar viktiga kunskaper för byggområdet. De värmetekniska delarna har betydelse för värmetransport och energihushållning, men också för temperaturförhållanden och därmed både för klimatskalets bestånd och för miljön i byggnaden.

Insatserna inom den värmetekniska forskningen har varierat under åren allt eftersom intressen skiftat från energihushållning till beständighet, fuktskador, sjuka hus m m. Samtidigt har betydelsen av goda kunskaper blivit tydligare. Därför har diskussioner förts i bransch, med forskare och med BFR om att ge den värmetekniska forskningen kontinuitet och stadga i ett forskningsprogram.

Under 1987 genomfördes ett seminarium och diskussioner kring utformningen av ett forskningsprogram började. Under 1988/89 har programmet utformats. Det har tagits fram genom kontakter och diskussioner med forskare och personer verksamma i byggbranschen, inte minst för att inventera aktuella problem och behov. Arbetet har inneburit många intressanta kontakter. Samtidigt vill jag förutskicka att många problem inte explicit syns i programmet då de haft sina centrala delar inom andra forskningsprogram, t ex beständighet, fuktfrågor, energianvändning.

Under detta arbete har jag slagits av dels att problem idag förmodligen kan lösas om tillgänglig kunskap förs ut på ett användbart sätt, dels att många problemområden kvarstår under lång tid. Det senare beror förmodligen på brister i grundläggande analys och därmed svårigheter att generalisera resultaten. Min uppfattning är därför att två helt olika delar i ett forskningsprogram av detta slag har den största betydelsen, dels den grundläggande analysen av fysikaliska samband, teorier m m, dels transformationen av forskningsresultaten till praktisk användbar kunskap, information, riktlinjer m m för byggbranschen.

En kontinuerlig dialog mellan "forskare" och "bransch" är en både viktig och givande del i ett löpande FoU-program.

En viktig förutsättning för att ett FoU-program som detta ska bli framgångsrikt är att branschen, beställare, myndigheter m fl inser behovet av och kräver god byggnadsfysikalisk kompetens i projektering, byggande och förvaltning.

Under arbetets gång har många personer bidragit. Långa diskussioner har jag fört med Arne Elmroth, kring inriktning och omfattning av programmet. Per Ingvar Sandberg har hjälpt mig med både problemstruktur och tankearbete. Lars Erik Nevander har bidragit med klarsynta lappkast och har samtidigt en historisk skuld till mitt engagemang. Många andra har bidragit genom diskussioner, brev och kommentarer. Till Er alla ett alldeles speciellt tack för hjälpen!

Borås i april 1989, SP

Claes Bankvall

1. FORSKNINGSPROGRAMMETS OMFATTNING

Bakgrund

Förändringarna inom byggområdet har under senare år varit stora. Skälen är flera. I internationellt perspektiv har svenskt byggande hög standard. Trots detta uppträder brister och skador i byggnader. Material och konstruktioner måste kunna nyttjas med rimlig säkerhet vad gäller deras funktion även över tiden. Rätt kvalitet i byggprocessen, i materialval och konstruktionsutformning, rimlig beständighet och årskostnad är viktiga faktorer när kraven på god och säker funktion blir allt mer kvalificerade, sammansatta och omfattande.

Redan i samband med den första oljekrisen initierades i Sverige ett omfattande program för bättre energihushållning. Den nuvarande politiska målsättningen innebär att miljöproblem och energihushållning har stor betydelse även i framtiden. Moderna krav innebär att hög inomhusmiljöstandard normalt måste förenas med låg energianvändning. Detta kräver omfattande forskning för att finna miljövänliga och resurssnåla material och konstruktioner. I tillämpningen kan krävas egenskapsdeklaration av material och produkter, kvalitetsssäkring av byggprocessen, drift- och skötselinstruktioner för den färdiga byggnaden m m.

De stränga kraven på energihushållning har bl a fört med sig stora förändringar inom byggnadstekniken. Väsentligt större isolertjocklekar används. Nya konstruktionsutformningar har utarbetats och nya material och materialkvaliteter har tillkommit, bl a helt nya regler för klassificering av isoler-material och konstruktioner håller på att tas i bruk. Målsättningen är en konstruktion med högt värmemotstånd och god täthet i klimatskalet. Samtidigt överläts ventilationen primärt åt ventilationssystemet. Genom att hushålla med energin begränsas också föroreningarna i miljön.

Förändringarna har inneburit andra temperaturförhållanden för klimatskalets olika delar. Detta påverkar materialens reaktioner. Därmed ändras såväl materialens beständighet som deras påverkan på miljön. Även gamla material hamnar i klimatmässigt nya situationer. Kraven på värmetekniskt bättre funktion hos klimatskalet har dessutom fört med sig ökade krav på arbetsutförandet, mindre tolerans för brister som kan påverka funktionen. Köldbryggor har samtidigt fått en relativt större inverkan på vär-

metransport och temperaturförhållanden. Behovet av tillsatsvärme är litet i nya hus. Därför får fel-dimensionering eller brister i funktion konsekvenser även för värmesystemet.

Utvecklingen har visat att de tillgängliga kunskaperna inte är tillräckliga för att lösa de nya problemen. Tillgängliga kunskaper inom byggnadsteknik och byggnadsfysik måste anpassas till den nya situationen. Nya kunskaper behöver utvecklas. Detta omfattar modeller för analys av material och konstruktioner, kunskaper om hur olika konstruktioner fungerar i praktiken, metoder för utvärdering och kontroll av slutlig funktion m m. Resultaten ska kunna användas av byggbranschen. Denna måste utbildas och förses med lämpliga dimensioneringsverktyg.

Ett samlat program för byggnadsfysikalisk värmeforskning med tillämpning i byggnader är därmed nödvändigt.

Målsättning och omfattning

Forskningsprogrammet ska ge förutsättningar för en riktig värmeteknisk funktion hos byggnader, dvs värmetransport och temperaturförhållanden i och kring byggnaders klimatskal. Detta är förutsättningar för inneklimatet, vilket påverkar komfort och hälsa, för klimatet i konstruktionsdelarna, vilket påverkar deras funktion och beständighet samt för värmeförlusterna, vilka påverkar energianvändningen.

Programmet skall ta fram verktyg för en riktig värmeteknisk dimensionering. Programmet skall utformas och genomföras så att kunskaper och erfarenheter påverkar normer och standarder, bl a det aktuella CEN-arbetet.

Programmet skall kontinuerligt förse byggbranschen med de kunskaper och hjälpmedel som behövs. Utbildning och information i anslutning till forskningsprogrammet och dess resultat är viktiga uppgifter.

Programmet skall etablera en bas av kunskap och erfarenhet. Denna skall byggas på kontinuerligt och långsiktigt. Kunskaperna ska tillämpas på problem som kommer att skifta, men projekten skall arbeta med konkreta mål.

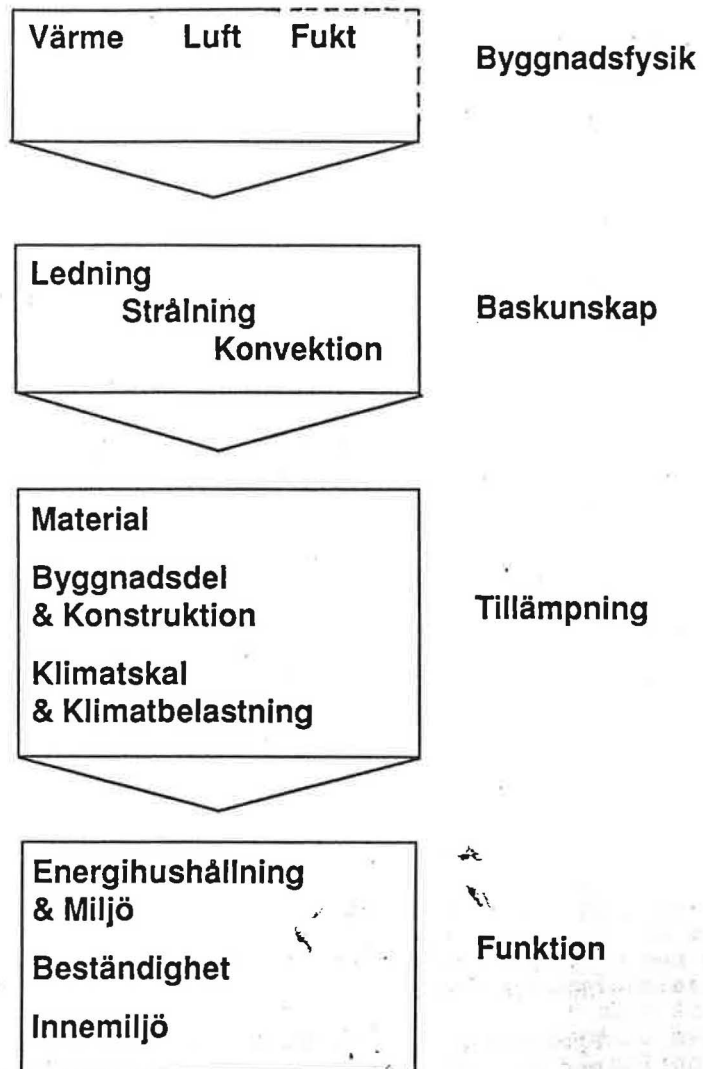


Fig 1 "Forskningsprogrammets omfattning"

Forskningsprogrammet omfattar hela kedjan från materialstudier till klimatskalets funktion i praktiken. Inom byggnadsfysiken behandlar programmet delen värme och i huvudsak luft. Se figur 1.

Avgränsningar görs mot fuktproblem och fuktförhållanden, som normalt inte behandlas. Undantag är då fukten har direkta konsekvenser för värmetransporten. Energianvändning och värmebalans är frågor som berör hela byggnaden som system, med installationer och brukare. Därmed ligger dessa liksom samverkan mellan klimatskal och installationer till stor del utanför programmet. De kunskaper som programmet tar fram är emellertid nödvändiga för analyser av inneklimat, beständighet, energianvändning etc.

Värmeteknisk dimensionering

De åtgärder i byggprocessen som skall säkerställa att byggnaden får rätt funktion, primärt vad gäller temperaturförhållanden och värmetransport, kallas i fortsättningen värmeteknisk dimensionering. I viss utsträckning kan paralleller dras med till exempel statisk dimensionering, fuktteknisk dimensionering osv. Ingående moment i den värmetekniska dimensioneringen illustreras i figur 2.

Utgående från de givna förutsättningarna i uteklimat och krav på inneklimat utformas byggnadsdelen. En förutsägelse görs om byggnadsdelens funktion. Detta sker genom bedömning, beräkning respektive mätning, ofta i kombination. Bedömningen baseras på erfarenheter och kunskaper om tidigare lämpliga utformningar. Beräkningarna kräver relevanta beräkningsmetoder och materialdata. Mätningar kan göras i laboratorium, provhus eller i befintlig byggnad. Se figur 3.

För att denna förutsägelse skall kunna göras måste konstruktionens uppbyggnad vara känd vad gäller material och dimensioner, likaså måste klimatförutsättningarna vara kända.

I förutsägelsen om byggnadsdelens värmetekniska funktion bör också vägas in risken för att intentionerna inte genomförs: I vilken utsträckning byggs huset enligt gällande ritningar? Vilket är arbetsutförandet? Hur sker uppföljning, besiktning och kontroll på arbetsplatsen? Jämför figur 3.

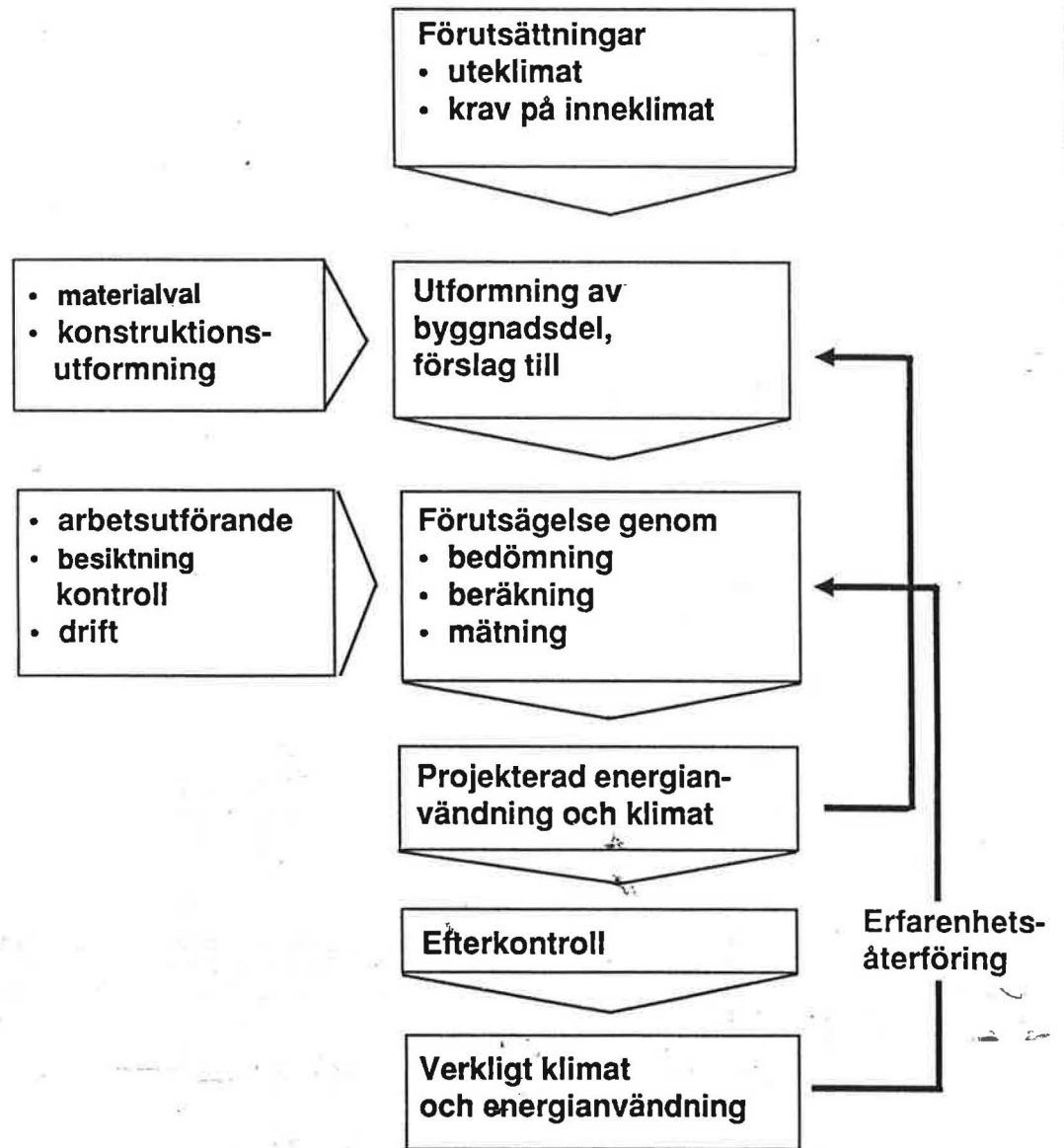


Fig 2 "Värmeteknisk dimensionering"

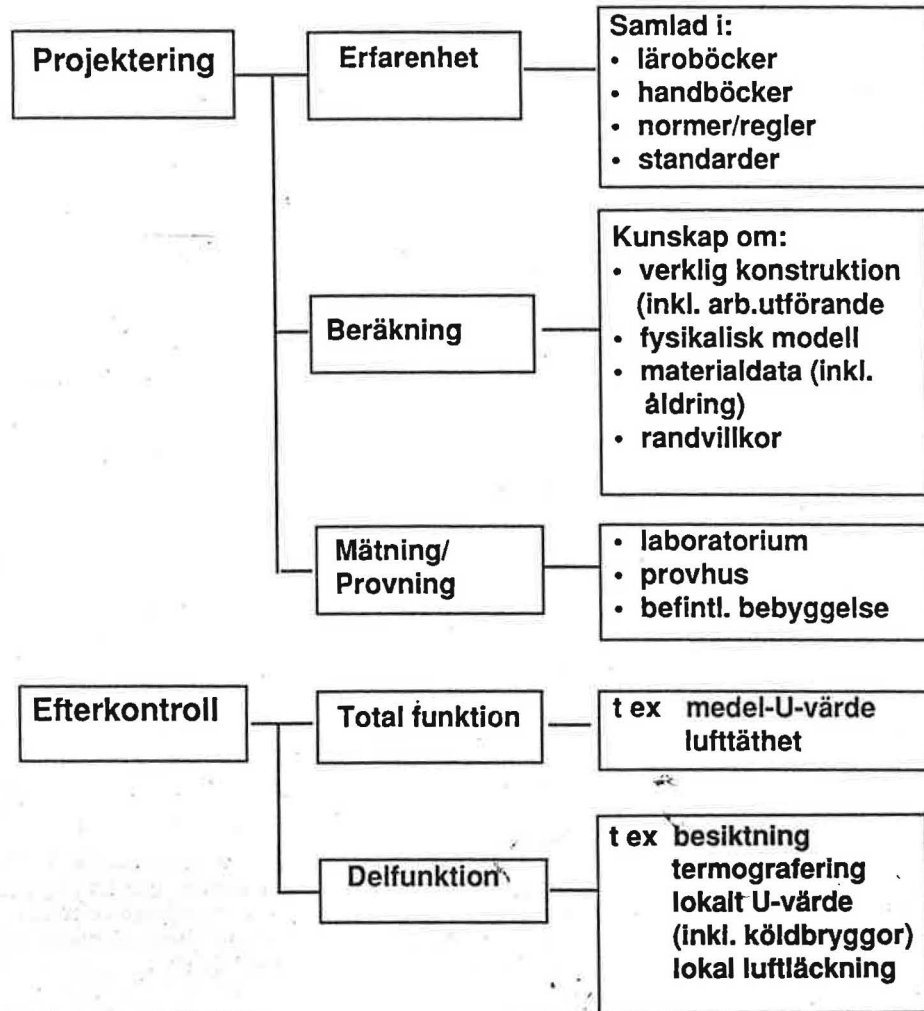


Fig 3 Verktyg för projektering och efterkontroll, exempel på.

För den slutliga funktionen är driften av byggnaden, brukarvanor och användningssätt andra osäkerhetsmoment. Dessa kommer att påverka såväl klimatförhållanden som energianvändning.

En viktig fråga i sammanhanget gäller säkerhetsfilosofi och säkerhetsfaktorer. På sikt är det angeläget att kunna göra förutsägelser, inte som enstaka värden utan som sannolikheter för att olika förhållanden skall inträffa. Här ingår att ta hänsyn till variationer i klimat, materialegenskaper, konstruktionsutformning, brukarvanor m m, men också att bedöma behov och rimlighet av extra säkerhetsåtgärder för att försäkra sig om en viss funktionsnivå. Önskemålen och kraven kommer här att kunna utformas olika om det gäller att försäkra sig om rätt klimatsituation eller att begränsa energianvändningen.

Kunskap och erfarenhet av hur en byggnadsdel fungerar är ett viktig komplement till beräkning av till exempel en byggnadsdels värmemotstånd. För en verksam konstruktör är det ofta inte realistiskt att göra en noggrann värmeteknisk dimensionering för varje byggnadsdel. Hänsyn måste också tas till andra aspekter t ex fuktförhållanden, beständighet m m. Här behövs exempel på bra och dåliga lösningar för att underlätta arbetet.

En annan viktig uppgift i samband med forskningsprogrammet är att utveckla lämpliga mät-, provnings- och utvärderingsmetoder. Etablerade metoder ska anpassas till aktuella material och konstruktioner, nya metoder ska utvecklas, fullskalemetoder skall analyseras och brytas ned till delmetoder. Detta gäller metoder för laboratorium och fält, för forskning och för kontroll och uppföljning i byggprocessen etc.

För att kunna tillgodogöra sig och tillämpa befintliga kunskaper behöver konstruktören grundläggande kunskaper och lämpliga verktyg för värmeteknisk dimensionering. Forskningsprogrammet har därmed viktiga uppgifter inom följande områden:

- Kunskap. Denna byggs på teoretiska analyser och praktiska undersökningar i laboratorium och fält liksom erfarenhetsåterföring från byggnader i drift.
- Verktyg. Dessa omfattar beräkningsmodeller med material och klimatdata samt mät- och kontrollmetoder.
- Information. Byggbranschen (i vid mening) ska informeras och utbildas i värmetekniska frågor.

2. FORSKNINGSBEHOV

Forskningsprogrammets bakgrund och avgränsningar har redovisats i det föregående. I det följande redovisas prioriterade behovs- och forskningsområden. Varje område ges en allmän beskrivning. En mer detaljerad beskrivning med projekt i kortform finns i Bilagan. Huvudavsnitten är Material, Byggnadsdel/konstruktion och Klimatskal/klimatbelastning. Inom respektive avsnitt behandlas först huvudfrågor med teoridelar och mer grundläggande mät- och utvärderingsmetoder. Därefter följer speciella problemområden. Inom varje huvudavsnitt har ett antal projektförslag eller problemområden ställts åt sidan. De intressantare av dessa har i Bilagan samlats under Annat. Dessa problem förutsätts behandlade inom bl a fukt-, beständighets- och energiprogram.

Material

Programmet skall ge generell kunskap om värmetransport och temperaturförhållanden i material och utveckla lämpliga beräkningsmodeller och mät- och verifikationsmetoder.

Avsnittet omfattar studier av de grundläggande värmetransportmekanismerna ledning, strålning och konvektion liksom särskilda studier av lösfallnadsisoleringar och cellplastisoleringar. Inverkan av konvektion och luftrörelser på materialets värmeisoleringsförmåga liksom egenskapernas dimensionsberoende kan dels behandlas som ett materialproblem, dels som ett byggnadsdelsproblem (se motsvarande avsnitt). Detta gäller även materialegenskapens miljöberoende. Av dessa behandlas i första hand luftrörelser och temperaturförhållanden. Se i Bilagan under Annat.

Prioriterade områden: Värmetransportmekanismer, utvärderingsmetoder m m, lösfallnadsisoleringar, cellplastisoleringar. Se även Bilagan.

Värmetransportmekanismer, utvärderingsmetoder m m

Teoretiska modeller behövs för att illustrera värmetransporten i isoleringsmaterial. Dessa skall illustrera mekanismerna ledning, strålning och konvektion. Speciellt skall inriktning göras mot tjocka isoleringsmaterial. Därmed är olika former av konvektion och luftrörelse av intresse. Modellerna skall i sig vara materialneutrala, men så generella till sin utformning att de kan tillämpas

för att studera nya materialutvecklingar och de faktorer som är avgörande för värmetransporten. Här ingår också undersökningar av hur olika material skall värderas vid praktisk användning. Metoder för mätning och värdering av material riktar sig särskilt mot tjocka isoleringar och för studier av de olika värmetransportmekanismerna.

Lösfyllnadsisoleringar

Lösfyllnadsisoleringar är en isolerform med fördelar ur applikationssynpunkt. Samtidigt innebär isolertypen nya förutsättningar för värmetransporten, speciellt vad gäller strålning och luftrörelser. Detta bör särskilt studeras. Mätmetoder som värderar materialet vad gäller permeabilitet och sättning är av särskilt stor betydelse. Den nuvarande tillämpningen innebär att studierna i första hand måste omfatta horisontella isoleringar med eller utan öppen ovansida. Undersökningar och teoriutveckling bör också omfatta vertikala tillämpningar.

Cellplastisoleringar

Cellplasten utgör ett speciellt värmeisoleringsmaterial som bl a bygger på den begränsade värmetransporten i den instängda gasen. Vidare utvecklingsarbete behöver göras för att beskriva värmetransportmekanismerna samt studera gasutbytet i materialet. Av särskilt intresse är förändringar till följd av inverkan från temperatur och fukt på materialet. Kompetensmässig beredskap behövs för fortsatt utveckling av cellplastisoleringar.

Byggnadsdel/konstruktion

Programmet skall ge kunskap om värmeteknisk dimensionering av och funktion hos byggnadsdel och konstruktion. Programmet skall utveckla analysmodeller och beräkningsprogram för att förutsäga funktionen samt mät- och kontrollmetoder för att verifiera den.

Avsnittet omfattar värmetransport och temperaturförhållanden i konstruktioner i olika miljöer. Bas-kunskaper behöver byggas upp vad gäller värmetransporten, till exempel inverkan av luftrörelser i konstruktion och effekter av köldbryggor. En viktig del är olika byggnadsdelars funktion med hänsyn till konstruktionsutformning och arbetsutförande. Beskrivning av tekniskt "säkra lösningar" liksom utveckling av riskfilosofi vad gäller material- och konstruktionsval ingår. Även probalistiska metoder kan vara aktuella. Beräkningsmetoder behövs för den

värmetekniska dimensioneringen och för att förutsäga temperaturförhållanden i olika delar av en konstruktion. Dessa uppgifter är bl a nödvändiga för beräkning av rörelser, bedömning av fuktproblem, beständighet m m. Se i Bilagan under Annat.

Prioriterade områden: Konstruktionsutformning, klimat i byggnadsdel, luftrörelse, konvektion, fönster och dörrar, köldbryggor. Se även Bilagan.

Konstruktionsutformning

Teoretiska och beräkningsmässiga modeller ska utvecklas som dels i omfattande form kan kombinera transmission och luftflöde i en konstruktionsdel, dels kan behandla ickestationära förlopp. Samtidigt måste enklare beräkningsprogram utvecklas. Särskild hänsyn skall tas till konstruktioner med tjock isolering. Ett speciellt forskningsområde är riskanalys såväl vad gäller konstruktionsutformning som arbetsutförande. Här ingår även beskrivning av säkra konstruktioner och former för värdering av konstruktion i praktiken. Utvecklingen av mätmetoder omfattar såväl laboratoriemetoder som fältmetoder. Ett särskilt avsnitt i forskningsprogrammet bör inriktas mot nya isolersystem, teknisk isolering i byggnadsteknisk tillämpning samt särskilda konstruktioner typ frys, kylrum, lantbruksbyggnader och motsvarande.

Klimat_i_byggnadsdel

Denna delen av forskningsprogrammet skall omfatta klimatiförhållanden i byggnadsdel, temperatur, luft och i viss utsträckning fuktförhållanden. Avsikten är att ge de nödvändiga förutsättningar för att bedöma byggnadsdels beständighet. Inom denna del av forskningsprogrammet behandlas också tilläggsisolering samt inverkan av fukt i konstruktion på värmeisoleringsförmågan.

Luftrörelse, konvektion

Teoretiska och praktiska krav på vindskydd i olika klimatsituationer skall analyseras vad gäller inverkan på värmetransporten. Konstruktionens permeabilitet och analytiska modell för att bedöma luftströmning i olika konstruktioner skall ingå i arbetet. Av särskilt intresse är att behandla luft-rörelser i olika former av luftspalter bl a luftströmning över öppna bjälklag i vindsutrymmen. Behov och konsekvens av "luftspärr" i ytterkonstruktionen ingår i forskningsområdet.

Fönster och dörrar

Detta forskningsavsnitt är till sin största del inriktat på fönsterproblemen. Programmet skall omfatta vidareutveckling av värmetransportmodeller för fönster. Dessa skall också omfatta analys av olika former för högisolerande fönster och fönsterglas. Värderings- och mätmetoder för fönster i olika klimatsituationer skall ingå liksom åldring och långtidsstabilitet hos fönster och fönsterglas vad gäller värmetransporten och de värmetekniska egenskaperna.

Köldbryggor

Beräkningsmodeller för flerdimensionell värmetransport med särskild anpassning till köldbryggor skall utvecklas. Förenklade samband skall sökas för olika typer av köldbryggor. Här ingår dimensioneringsmodeller och former för behandling i normsammanhang. Särskilda problem är köldbryggans inverkan på den totala värmetransporten och temperaturförhållanden. Mätmetoder och värdering av köldbryggor i praktiken innefattas. Likaså olika former för att reducera köldbryggans inverkan på värmetransport och temperaturförhållanden.

Klimatskal/klimatbelastning

Programmet skall ge kunskaper om klimatskalet som är viktiga för den värmetekniska dimensioneringen och funktionen. Programmet skall utveckla metoder för att mäta och verifiera.

Området omfattar värmetekniska problem och analyser som avser klimatskalet i dess helhet liksom klimatförhållanden kring det. Likaså ingår studium och analys av parametrar som är nödvändiga för att kunna analysera och bedöma inneklimate, beständighet och energibehov. Programmet ansluter till klimatoch energiförhållanden i hela byggnaden. Dessa liksom sammanvägning av installations- och byggnadstekniska frågor ingår normalt inte i programmet. Se i Bilagan under Annat.

Prioriterade områden: Klimatskalet, klimatförhållanden. Se även Bilagan.

Klimatskalet

I denna del av forskningsprogrammet behandlas det högisolerande klimatskalet i sin helhet. Teoretiska modeller och analyser skall utvecklas som innefattar det samlade U-värdet även under inverkan av luftrörelser. Här ingår beräkning av medel-UA-värde samt koppling till mätmetoder, i första hand i fält. Samverkan mellan värmetransport i form av transmission och luftflöde i klimatskalet skall studeras. Arbetsutförandets betydelse för det slutliga klimatskalets funktion är ett särskilt forskningsområde. Lämpliga metoder ska utvecklas för användning på byggarbetsplats. Olika former av säkerhetspåslag skall utvärderas bl a med hänsyn till produktionsmetod och kontrollnivåer.

Klimatförhållanden

Detta avsnitt skall behandla klimatförhållanden i och kring byggnadens klimatskal. Särskilda områden är värmeöveringen vid klimatskalets ytor. Detta behöver studeras dels för att ingå i olika beräkningsmodeller, dels för att användas vid beräkning av yttemperaturer. Både komfortfrågor och energihushållningsfrågor påverkas. Särskilda problem är byggnadens strålningsbalans liksom inverkan av avdunstning. Inom denna del av forskningsprogrammet behandlas också värmeförlust till mark och temperatur vid t ex platta på mark. En del av forskningsprogrammet skall omfatta aktuella klimatbelastningar, i första hand tryck- och temperaturförhållanden.

3. INFORMATIONS- OCH UTBILDNINGSBEHOV

En viktig uppgift inom forskningsprogrammet är att föra ut kunskap och erfarenhet. Mycket av den kunskap som tagits fram i olika FoU-projekt når inte tillämpning i byggprocessen. Resultaten skall också användas för att påverka utformningen av låneregler, normer och standard. Utbildning och information riktar sig både mot praktiskt verksamma byggare och mot ingenjörer under utbildning. För att understryka betydelsen av denna del av programmet ges exempel på olika aktiviteter i det följande.

Läroböcker, kompendier:

Byggnadsfysikkurs i värme för högskolorna
Värmedel i byggnadsfysikens matematiska och fysikaliska grunder
Byggnadsfysikkompodium i värme för praktiker
Värmehandbok i anslutning till byggnorm

Information, instruktionsmaterial m m till byggprocessen:

Skräddarsydd resultat/probleminriktad information från projekt
Säkra och fungerande konstruktioner
Lära av misstag, analys och förklaring av aktuella problem och brister i den värmetekniska dimensioneringen

Rapporter, artiklar, seminarier:

Rapporter från forskningsprojekten
Artiklar, i nationella och internationella tidskrifter
Presentation av resultat vid seminarier, även internationellt

Löpande avrapportering och seminarier:

Regelbunden skriftlig lägesrapportering från forskningsprogrammet
Forskarinterna miniseminarier
Branschriktade temaseminarier
Byggnadsfysikseminarium, värme, eventuellt del av större byggnadsfysikseminarium

4. FORSKNINGSPROGRAMMETS GENOMFÖRANDE

Arbetsformer/organisation

Forskningsprogrammet skall etablera baskunskap inom ett sammanhållet och känt forskningsprogram med gemensam filosofi. Samtidigt som problem löses och kunskap utvecklas på olika institutioner. Detta skall ge möjlighet att skapa en gemensam forskningsmiljö även mellan institutioner. Programmet skall ge överblick och samlad utveckling. Tidigare resultat skall nyttjas. Insatser skall göras på viktiga områden för att komplettera och fördjupa kunskapen.

Projektet genomförs vid institutioner med lämplig kompetens. Baskunskaper inom flera delar av forskningsprogrammet är av fördel. Detta underlättar att hämta in och förmedla kunskap även om större projekt endast genomförs inom vissa delar av programmet. Även företag och konsulter bör engageras. Då projektet kan genomföras inom olika organisationer kräver sammanhållning och kommunikation särskilda insatser, till exempel planerings- och rapport/seminariemöten. Att förmedla information och resultat från programmet bör ges särskild form och resurser. Här ingår även koppling till utbildning.

Projektet utvecklas och preciseras inom ramen för det föreslagna programmet. Detta bör kontinuerligt utvecklas och regelbundet dateras upp. Programmet syftar till att etablera en god nationell kompetens och kunskap inom området. Samverkan internationellt, speciellt inom Norden, är angelägen. Resurser bör även avsättas för att presentera resultat och hämta in information internationellt.

En lednings- och resursgrupp av väl insatta personer bör bildas för att stödja och hjälpa till i projektet och i utveckling och utbildning av forskare och ingenjörer inom området. Denna grupp skall också samordna programmet och svara för styrning så att kunskap och kontinuitet byggs upp och de viktigaste projekten genomförs.

Resurser

De resurser som kan engageras i forskningsprogrammet utgörs primärt av institutioner och organisationer, redan aktiva inom programmet område eller verksamma i nära anslutning till det. Att vidga resursen härutöver kan i sig vara angelägen men kräver då god samverkan med befintlig kompetens.

Aktuella högskolor och forskningsinstitutioner kan ges en viss geografisk strukturering för eventuell särskild samverkan, även om samverkan inom problem-

område kommer i första hand. Detta innebär ett antal institutioner vid LTH samt bl a Lantbrukets byggnadsteknik i södra Sverige. I västra Sverige bl a institutioner vid CTH samt ett antal laboratorier vid Statens provningsanstalt. I östra Sverige bl a institutioner vid KTH och Uppsala Universitet. Här bör även kunna ingå t ex branschinstitut och Statens institut för byggnadsforskning. Eventuellt kan särskild samverkan tänkas inom dessa regioner. Givetvis kan även institutioner i andra delar av landet engageras. Företag och konsulter engageras gärna i anslutning till projekt i samarbete med tidigare institutioner.

Det internationella samarbetet bör utvecklas. Även om detta i första hand är informationsutbyte kan projektsamarbete utvecklas, t ex i Norden.

Den sammanlagda resursen av fullt utbildade forskare, som delvis kan engageras i projekt i anslutning till forskningsprogrammet, är i storleksordningen 20 - 30 personer. Härtill kommer personer under utbildning eller engagerade i aktuella problemområden utan färdig forskarutbildning.

Intressenter och finansiering

Intressenter till forskningsprogrammet är byggbranschens företag och industrier, myndigheter och organ inom byggsektorn, råd för forskning och teknisk utveckling samt institutioner som arbetar med forskning, utveckling, utbildning, information och standardisering m m inom området.

Finansiärer bedöms i första hand vara BFR, SBUF, materialindustrin samt andra branschorganisationer och företag inom byggområdet. Eventuellt STU, STEV och t ex Vattenfall, i mindre utsträckning myndigheter och standardisering. Nordisk samverkan kan innebära finansieringsmöjligheter från bl a Nordisk Industrifond och Nordtest.

Det totala resursbehovet är svårbedömt. Tidigare bedömningar har varit ca 1,5 Mkr per år. Detta kan ifrågasättas. Aktuella behov och "projektförslag" omfattar ett 70-tal projekt i Bilagan. Med en antagen insats av minimum 0,5 pår under en treårsperiod och maximum 0,5 pår/år under treårsperioden innebär detta en total kostnad varierande mellan 3,5 och 10 Mkr per år. Härtill kommer dock prioritering mellan projekten. Ur ett annat perspektiv kan ett överslag göras baserat på antal tillgängliga forskare. Om 30 % av tillgänglig forskarkapacitet kan nyttjas innebär detta ca 3 - 5 Mkr per år. Noggranna bedömningar av insatsen kräver prioriteringar och överslag kring projektstorlek.

5. BILAGAN

Projektförslag

Forskningsbehovet kan indelas och illustreras på flera sätt. I det följande görs det genom att kort beskriva projektförslag. Huvudindelning är "Material", "Byggnadsdel/konstruktion" och Klimatskal/klimatbelastning". Sambandet gör att flera projekt kan redovisas under olika rubriker. En har valts. Samhörigheten mellan projekt är i många fall stor. Överlapp kan förekomma.

Inom respektive avsnitt behandlas normalt först huvudfrågor med teoridelar och mer grundläggande mät- och utvärderingsmetoder. Därefter följer speciella problemområden. Under rubriken "Annat" har projektförslag, i sig intressanta men inte centrala för området, samlats.

Prioriteringar mellan de föreslagna projekten har inte gjorts. Dock har några högre prioritet än andra. Ej heller någon mer detaljerad bedömning av insatsernas omfattning. Insatsernas omfattning kommer förmodligen i första hand att begränsas av tillgången på pengar.

Projekt- och problembeskrivningarna är kortfattade och ger närmast exempel på aktuella behov. Beskrivningarna förutsätter en ytterligare arbetsinsats innan ett verkligt forskningsprojekt kan utformas.

Material

Prioriterade områden: Värmetransportmekanismer, utvärderingsmetoder m m, lösfnllnadsisoleringsar, cellplastisoleringsar.

Värmetransportmekanismer, utvärderingsmetoder m m

Teoretiska modeller

Utveckling av teoretiska modeller för värmetransportmekanismerna i isoleringsmaterial, ledning, strålning och viss konvektion. Viss verifiering mot mätresultat ingår. Generalitet i kunskaper och materialberoende kompetens och modeller eftersträvas.

Materialpåslagen

Genomgång av påslag vid värdering av isoleringsmaterial enligt de nya värderingsreglerna i anslutning till byggnorm och CEN-arbetet.

Materialdatabank

Upprättande av databank över materials värmeisoleringsförmåga med angivande av tillämpningsområde och mätförutsättningarna då värdet bestämdes. Framtagning av nya data.

Värmetransporten i tjock isolering

Värmetransportmekanismerna modelleras. Även strömning i flera dimensioner. Jämförelse och verifikation mot mätningar.

Konvektion och luftrörelser i isolering

Teoretiska och praktiska studier av konvektionskänsligheten. I första hand naturlig konvektion utan vindpåverkan.

Mätmetod för värmeisoleringsförmågan

Relevant metod för bestämning av värmeisoleringsförmåga studeras. Resultatens tillämpning och eventuella bearbetning för främst stora tjocklekar och material av typ lösisolering ingår. Rationell standardmetod sökes. Samordning normregler och CEN-arbete.

Metod för tjockleksmätning

Relevant metod studeras med avseende på användning och samordning med andra metoder för tjockleksmätning av isoleringsmaterial. Särskilt för tjocka isoleringar och material av typ lösisolering. Samordning byggnorm och CEN-arbete.

Specialisoleringar

Studium av specialisoleringar till exempel särskilda gasfyllningar, fiberbehandlingar, transparenta isoleringar, aerogeler m m. Teoretiska modeller och eventuella mätningar ingår.

Lösfyllnadsisoleringar

Strålning i isolering

Modell för strålningsutbytet i lösisolering utvecklas. Inverkan av omgivande ytro och deras strålningsegenskaper ingår. Eventuellt verifierande mätningar.

Konvektion och luftrörelser i isolering

Gränser för konvektion i horisontella och vertikala isoleringar undersöks teoretiskt och eventuellt genom mätningar. Dels för slutna utrymmen, dels för "öppna" horisontella/bjälklagsisoleringar. Primärt utan vindpåverkan.

Värmeutbyte i ytan av isolering

Studium av värmetransporten i ytan av öppen (horisontell) isolering, både konvektion och strålning. Analytisk modell verifierande mätningar. Värmeövergångstalet i ytan.

Sättning i lösfyllnadsisoleringar

Sättning i olika materialtyper studeras. Litteraturstudie inleder med sammanställning av gjorda undersökningar. Horisontella men även vertikala situationer undersöks. Teorier? Ytterligare mätningar?

Mätmetod för permeabilitet

Rationell standardmetod söks för bestämning av permeabilitet i lösa fyllningar. Tillämpning och relevans preciseras.

Mätmetod för sättning

Metod för att undersöka sättningsbenägenheten hos lösisoleringar söks. Jämförelse med praktiska undersökningar. Eventuellt inverkan av fukt.

Cellplastisoleringar

Gasutbyte och värmeledningsförmåga i cellplaster

Modeller för analys av gasutbytet och värmeisoleringsförmågans beroende av olika gaser preciseras och verifieras med mätningar.

Ytskiktens inverkan på värmeisoleringsförmågan

Hur påverkar olika ytskikt inträngning av luft och avgång av den ursprungliga gasen i cellplasten. Avser både material och konstruktionsbefrämjande ytskikt.

Aldring i olika miljöer

Främst inverkan av temperatur och fukt på värmeisoleringsförmågan. Särskilt tillämpningar i mark och som teknisk isolering.

Annat

Problem/projekt som inte ansetts höra till programmet har varit bl a rena beständighets- och åldringsfrågor hos material liksom kriterier för beständighet, isoleringsmaterials uppfuktningshastighet (vilka parametrar som inverkar), beständighet hos hygroskopiska isolermaterial (speciellt cellulosaisoleringar), materialutveckling med hänsyn till funktionell tillämpning och arbetsutförande samt problem med materialpåverkan på miljö, t ex freonavgång och motsvarande.

Byggnadsdel/konstruktion

Prioriterade områden: Konstruktionsutformning, klimat i byggnadsdel, luftrörelse/konvektion, fönster och dörrar, köldbryggor.

Konstruktionsutformning

Teoretiska modeller, beräkningsmodeller

Modeller för beräkning/beskrivning av värmeströmningen i konstruktioner skall utvecklas, dels forskningsbetonade som kräver större beräkningsresurser, dels enklare för praktiskt bruk på till exempel PC.

Modeller för analys av värmetransport och temperaturförhållanden ingår inklusive luftflöde i konstruktion och byggnadsdel. Även icke stationära förhållanden och problem med värmelagring och värmeinträngning ska behandlas.

Konstruktioner med hög isoleringsgrad behandlas speciellt med avseende på värme, luft och eventuell fuktströmning.

Värmeteknisk funktion hos olika konstruktionslösningar

Olika konstruktionsval ger olika förutsättningar för värmetransporten/värmemotståndet i en konstruktion (liksom även för arbetsutförandet). Detta skall studeras både beräkningsmässigt och praktiskt.

"Säkra konstruktioner" för vägg, golv, tak och grund. Värmeisoleringshandbok.

Beskrivning av isolerfunktionen i olika tillämpningar. Vilka konstruktioner är säkra även ur klimat/beständighetssynpunkt. Konstruktionsutformning, produktions- och systemfrågor ingår liksom konsekvenser av avvikelser.

Metodanvisningar vad gäller tolerans och känslighet för olika konstruktionslösningar. Materialval, konstruktionsutformning och olika arbetsutföranden.

Särskilda konstruktioner och tillämpningar

Med detta projekt markeras behovet av särskilda studier av projekt på områden med andra klimatförutsättningar och tillämpningar än de gängse. Sådana exempel är lantbruksbyggnader, där såväl klimatförhållande som bruk av byggnad är speciella. Andra viktiga exempel är kyl- och frysrum, som inte markeras speciellt i olika projekt, men kan förtjäna särskilda studier.

Praktiska U-värden, ΔU -påslagen

Det praktiska U-värdet är beroende av materialval, konstruktionsval och arbetsutförande. Detta anges i påslagen enligt de nya "normreglerna". Rimligheten och storleken av dessa skall undersökas genom beräkningar, värdering av mätvärden, eventuellt nya mätningar. Påslagen, som är konstruktionsberoende tar hänsyn till produktions- och utförandemetoder, måste bestämmas även med hänsyn till vindskydd och täthet. Kopplingen är stor till andra projekt. Ansluter till CEN-arbetet.

Värmemotståndsmätningar i laboratorium och fält

Mätning av U-värde i laboratorium skall preciseras och anpassas till internationella metoder och tillämpning i normsammanhang enligt de nya reglerna.

Laboratoriemetoder för högisolerande konstruktioner har speciellt intresse. Analys för olika tjocklekar. Horisontella och vertikala konstruktioner.

Mätning av U-värde i fält kräver mer omfattande utvecklingsarbete men med samma förutsättningar.

Arbetsutförandet vid olika konstruktioner

Inventering av det praktiska arbetsutförandet av isolerarbetet och eventuell täthet eller andra faktorer som påverkar konstruktionens värmemotstånd. Arbetsplatsprojekt.

"Riskanalys" av värmemotståndsfunktionen

Konstruktionens värmemotstånd är inte ett givet värde utan resultatet av "sannolikheter" med avseende på material, konstruktionsutformning och klimatpåverkan. Olika konstruktioner är olika känsliga för variationer i dessa parametrar. Beträktningsättet skall utvecklas och konsekvenser studeras.

"Riskanalys" med avseende på imperfektioner vid olika utförande.

Felkällor i högisolerande konstruktioner och brister i arbetsutförandet. Konstruktionsutformning och arbetsutförande ingår, bl a inverkan av springor och spalter i tjocka isoleringar

Värmeisolering i samband med grundkonstruktioner

Bl a är värmeisolering av krypprum ett aktuellt område.

Funktion hos teknisk isolering

Funktion och arbetsutförande av t ex rörisoleringar, kondensisolering m m. Kunskaper om värmeisolering, beständighet, utvärderingsmetoder m m brister. Byggnadsteknikens kunskap om material och värmetransport bör knytas till installationsteknikens kunskap om ledningar och komponenter.

Nya isolersystem

Studie av isolersystem till exempel kassetter, plåtkonstruktioner, skarvlösningar och anslutningar golv, tak, vägg med avseende på högt värmemotstånd i slutfunktionen. Även olika produktionsmetoder kan ingå.

Klimat_i_byggnadsdel

Klimatförhållanden i byggnadsdel

Projektet skall undersöka temperatur, luft(och eventuellt fukt-) förhållanden i konstruktioner med avseende på beständigheten hos byggnadsdelen. Om möjligt preciseras krav på acceptabla nivåer.

Negativa och positiva effekter av tilläggsisolering

Värmeisolering ändrar förhållandena i en byggnadsdel. Olika delar kommer att förläggas kallare eller varmare. Projektet skall studera positiva och negativa effekter av detta, insidig respektive utsidig isolering är exempel.

Värmeisoleringsförmågan i fuktig konstruktion

Analysera fuktens och fuktrörelsernas inverkan på värmekonduktivitet och värmetransport, utveckla metodik för fuktkorrekationer av isoleringsmaterial vid olika användningsområden. Samhörighet med norm- och standardiseringsarbete.

Belastad isolering i fuktig miljö

Långtidsegenskaperna med avseende på isolerförmåga hos belastad (även deformationer) isolering i fuktig miljö undersöks praktiskt och med teoretiska modeller. Isolering i grundkonstruktioner, t ex platta på mark är aktuella tillämpningar.

Ytterskalsisolering

Analys och utvärdering av isoleringar som i liten omfattning är skyddade för klimatet, t ex omvända tak, fasadskivor med litet ytskydd. Aktuella normpåslag.

Luftrörelse, konvektion

Vindskydd, teoretiska och praktiska krav

Konsekvenser av olika typer av vindskydd av isolering. Teoretisk analys av inverkan på värmemotståndet i olika klimat och för olika konstruktionsdelar. När och vilka vindskydd behövs i praktiken.

Konstruktionspermeabilitet och utfyllnad

Luftströmningen genom en byggnadsdel beror bl a på dess permeabilitet. För isoleringsdelen kan förutom isoleringens egen permeabilitet även dess utfyllnad i utrymmet avgöra. Värden för konstruktionsdelar behövs liksom värden för utfyllnadsgrad. "Teoretiskt" modellarbete och mätmetod kan ingå.

Luftströmning över öppna bjälklag, vindpåverkan

Inverkan av luftström över öppen horisontell/bjälklagsisolering undersöks genom sammanställning av tidigare mätningar eventuellt egna mätningar och teoretisk analys.

Behov av luft/fuktspärri i ytterkonstruktion

Utveckla en nyanserad beskrivning av luft/fuktspärrens funktion (behovet av) i ytterkonstruktion, med avseende på primärt värmetransport och temperaturförhållanden men även fuktsituationen måste beröras.

Värmetransport i luftspalter

Värmetransporten i olika luftspalter i klimatskalet har betydelse både för värmeförlusterna och temperaturförhållandena. Detta skall studeras för oventilerade och ventilerade luftspalter i horisontell och vertikal konstruktion.

Fönster och dörrar

Värmetransport genom fönster

Utveckling av teoretiska modeller för värmetransporten genom fönster vid olika utformning. Verifikation mot mätningar.

Mätmetoder för fönster

Utveckling av laboratoriemetoder, dels för forskning, dels standardmetoder med hänsyn till normer och internationella regler för värmeståndsmätning och värmetransportanalyser. Samband mellan teoretiska analyser av värmetransportmekanismerna i ett fönster och utvärdering av lämplig mätning på olika parametrar.

Högisolerande fönster och fönsterglas

Studium av beläggningar och lågemitterande skikt, gasfyllningar med avseende på strålningsabsorption och konvektion. Kopplade tvåglasfönster med selektiv beläggning.

Aldring och långtidsstabilitet hos fönster och fönsterglas med avseende på värmetransportegenskaperna

Funktion över tid är en viktig egenskap som skall studeras speciellt.

Dörrar och dörrpartier med låga värmeförluster

Jämför fönster

Köldbryggor

Flerdimensionell värmetransport

Beräkningsmodeller, dels mer omfattande, dels anpassade för särskilda köldbryggor och mindre beräkningsresurser. Både värmetransport och temperaturförhållanden bl a ytor ingår.

Köldbryggors dimensionering

Dimensioneringsmodeller för värdering av köldbryggor bl a för normbehandling och med hänsyn till internationella standarder.

Mätning av köldbryggor

Mätmetod för värdering av köldbrygga i praktiken.

Köldbryggans inverkan på U-värdet

Definition och precisering av medel-U-värdet vid olika köldbryggor. Detaljers inverkan.

Reduktion av köldbryggor i konstruktion och anslutning

Studium av lämpliga konstruktionslösningar och åtgärder för att reducera köldbryggor bl a i samband med takfot, sockel, balkong, fönsteranslutning, bjälklag, golv m m.

Annat

Under avsnittet "Byggnadsdel/konstruktion" har ett antal projektförslag värderats men inte ansetts tillhöra området. Detta har bl a gällt: beständighet hos vissa vindskyddsmaterial, kondens på insida yttertak, kondens på insida fasadytteryta, energiåtgång för omflyttning av instängd fukt, fuktkriterier och risker vid tilläggsisolering av horisontella och vertikala konstruktioner, tegelvägg utsatt för slagregn, sol och fuktinträngning, täta isolermaterial på regelstomme med mineralull och luftomsättning i ventilerade utrymmen.

Klimatskal/klimatbelastning

Prioriterade områden: Klimatskalet, klimatförhållanden

Klimatskalet

Högisolerande klimatskal, analys och värdering

Teoretiska modeller och analyser av klimatskalet kopplas med praktiska undersökningar och utveckling av metoder för mätning och värdering av U-värde för hela klimatskalet. Inverkan av luft rörelser ingår

Beräkning och eventuell mätning av medel-UA-värdet behandlas inom denna rubrik. Dessa problem ansluter i hög grad till energiforskningsprogrammet.

Klimatskal och arbetsutförande

Utformning av klimatskalet för ett funktionellt arbetsutförande. Inverkan av produktionsmetoder och arbetsutförandebrister.

Säkerhetspåslag vid olika produktionsmetoder och kontrollnivåer

Vilka säkerhetspåslag skall användas vid den värmetekniska dimensioneringen i första hand med avseende på produktionsmetod och kontrollnivåer. En utvecklad filosofi vad gäller påslagen krävs.

Samverkan mellan värmetransport och luftflöde i klimatskalet

Den avsedda värmetransporten i ett klimatskal påverkas av luftflöde p g a tryckskillnader och genomsläpplighet i olika konstruktionsdelar. Samverkan och inverkan på den totala värmetransporten och temperaturförhållandena skall studeras.

Metoder för provning och kontroll av klimatskalets värmetekniska tillstånd

Metoder skall utvecklas för produktionsledare och kvalitetsansvariga vad gäller arbetsutförande och arbetsplatsinspektion. Kontrollplaner ingår.

Metoder för funktionskontroll av värmeisolering och täthet.

Metoder för kontroll av arbetsutförande med avseende på luft och vindtätning.

Klimatförhållanden

Värmeöverföring vid ytor ute och inne

Beräkningsmodeller och samband baserade på teorier och mätningar skall utvecklas. Verkliga värmeöverföringstal för olika tillämpningar tas fram. Detta kan gälla konstruktionsutformningar som hörn, anslutningar i samband med komfortfrågor, t ex golv- och yttemperaturer.

Problemen omfattar såväl diskreta värden som medelvärden. Området är omfattande och har stor inverkan såväl på komfortfrågor som energihushållningen.

Byggnadens strålningsbalans

In- och utstrålning dag/natt, inverkan av molnighet avgår liksom särskilda studier av strålningsbalansen vid ytteryta.

Värmeförluster på grund av regn och avdunstning

Projektet skall studera analytiskt och mättekniskt värmeförlusternas förändring på grund av regn och avdunstning vid och i fasad. Samverkan med fuktproblem.

Golvtemperatur vid platta på mark

Golvtemperaturen vid platta på mark skall relateras till konstruktion och utförande. Även metoder och regler för fältmätning utvecklas. Sambandet med normer observeras.

Värmeförlust till mark

Beräkningsanalysprogram kopplas till verkliga mätningar av värmetransport i mark, eventuellt finns behov att ta fram data för t ex värmetransport i jord. Nära koppling till CEN/ISO-arbetet.

Krav på totalt klimatskydd "vindskydd" med hänsyn även till fasad och fasadutförande

Genom att utforma klimatskalets yttersta delar som ett samlat totalt vindskydd blir tryckskillnader och luft rörelser små inne i själva klimatskalet. Förutsättningar för denna konstruktionsutförande och inverkan på värmetransport och värmeisoleringsförmåga ingår i projektet.

Aktuella klimatbelastningar

Inom programmet behöver i första hand tryck- och temperaturförhållanden klarläggas i och kring klimatskalet. Detta har betydelse för den värmekniska analysen och dimensioneringen. Projektet bör samverka med liknande inom fuktområdet.

Annat

Ett antal projekt och problem som inte inkluderats är bl a: yttemperaturer och kondens t ex i badrum, kallras, drag och strålning från ytor med låg temperatur, klimatskärmens inverkan på inneklimatet, dynamisk isolering, byggnaders värmeackumulering, samverkan mellan klimatskal och uppvärmningssystem/ventilation, olika värme- och ventilationssystemers krav på klimatskärmen (och omvänt), integration mellan byggnadskonstruktion och VVS-system (värmeåtervinning, sol, värmekapacitet), energihushållning hos direkteluppvärmda småhus, energideklaration av hus samt energiberäkningsmodeller.

Pågående projekt och tidigare arbeten

Inom programarbetet har en datorsökning skett hos Byggdok. Den har omfattat pågående eller avslutade BFR-projekt från och med 1975. Denna litteratursökning finns tillgänglig. Den illustrerar samtidigt svårigheterna att åstadkomma en bra förteckning över genomförda eller pågående arbeten. Projekt finansierade från olika håll och ej genom BFR är på detta sätt svåra att fånga upp utan ett större inventeringsarbete. Därför har förteckningar över pågående projekt respektive tidigare arbeten bedömts inte böra ingå i forskningsprogrammet. Samtidigt kan konstateras att då ett forskningsprojekt skall påbörjas måste detta innehålla en genomgång av tidigare och pågående arbeten.

Det är också angeläget att hänvisa till pågående arbeten inom ISO 163 Thermal insulation och CEN/TC 89 Thermal performance of building components respektive CEN/TC 88 Thermal insulating materials and products. För dessa standardiseringsgrupper finns aktuella arbetsprogram. Dessa ansluter i hög grad till frågor som behandlas i det föreliggande forskningsprogrammet. Forskningsprogrammet har en klart långsiktigare karaktär än ett antal av de aktuella standardiseringsprojekten. Samtidigt är det uppenbart att standardisering inom de aktuella områdena kommer att vidareutvecklas under många år. Skäl finns därför vid start av ett forskningsprojekt dels att orientering sker om pågående arbeten inom ISO och CEN, dels att projektet i sin avslutning förbereds om resultaten skall användas i det internationella standardiseringsarbetet.

I USA har tredje upplagan tagits fram av The National Program Plan for the Thermal Performance of Building Envelope Systems and Materials. Den redovisar forskningsbehov för att förbättra energianvändningen i byggnader. Rapporten inriktar sig på metoder för att förbättra byggnadens funktioner. Forskningsresultaten skall bli ett underlag för bättre dimensioneringsteknik. Rapporten är omfattande och ger ett samlat nationellt perspektiv på forskningsbehovet. Den har publicerats av the Building Thermal Envelope Coordinating Council tillsammans med National Institute of Building Sciences i Washington, D.C. För information om aktuella arbeten och prioriterade problem i USA och delvis Kanada kan detta program vara av intresse vid planläggning av forskningsprojekt.