



BME Építésztechnológiai Kar
Épületszerkezeti Tanszék

I. ÉPÜLETSZERKEZETI KONFERENCIA

GÁBOR LÁSZLÓ PROFESSZOR SZÜLETÉSÉNEK 100. ÉVFORDULÓJA TISZTELETÉRE

DR. GÁBOR LÁSZLÓ

ÉPÜLETSZERKEZETTAN

DR. GÁBOR LÁSZLÓ

ÉPÜLETSZERKEZETTAN

DR. GÁBOR LÁSZLÓ

ÉPÜLETSZERKEZETTAN

DR. GÁBOR LÁSZLÓ

ÉPÜLETSZERKEZETTAN

Horváth Sándor

okleveles építésmérnök, építési szakértő, egyetemi adjunktus, az Épületszigetelők, Tetőfedők és Bádogosok Magyarországi Szövetsége alapító tagja, a Nemzetközi Tetőfedő Szövetség elnökhelyettese

PASSZÍVHÁZAK RÉSZLETKÉPZÉSEI

Néhány évvel ezelőtt még szakmai körökben is magyarázni kellett, mit értünk „passzívház” alatt... Mára a fogalom szlogené vált, üzleti értelemben véve is az energiatudatos épületek eladhatóságát támogató, de gyakran csak reklámfogás értékű megjelölés.

Energetikai értelemben több műszaki jellemző együttes teljesítését jelenti, de a minősítés egy külföldi tulajdonban lévő eljárás alapján adható ki.

A fogalom tágabb értelemben véve energiatudatos tervezés és kivitelezés alapján megvalósuló, évi 15 kW/m² energiafelhasználás alatti épületeket takar. Egyik alapvető eleme a lehető legkisebb energiavesztéseget eredményező, ideális fűtött térfogat illetve lehűlő felület arány, melyen belül egyre inkább szerepet kapnak az energiatermelő üvegezett felületek. Másik meghatározó tényező a határoló felületek hőszigetelési mértéke, és a hőhidmentes kialakítás, de – különösen a szereltek esetén – a légzárás még nagyobb jelentőséggel bír.

A hetvenes évek elején kialakult olajválság óta szemléletünk energiaközpontúvá vált. A káros szennyezőanyag-kibocsátás radikális csökkentését elsődlegesen környezetvédelmi szempontok indokolják, így érthető tehát az épületek fűtésére szánt energia mérséklésének szükségessége.

A legelső energetikai követelmény a 38 cm vastag, tömör kisméretű téglából falazott, és kétoldról vakolt fal teljesítményéhez volt igazítva. Ez volt az építési szokás, ez lett a törvény... Az első, ún. B30-as falazóblokkok vastagsága 30 cm lett, de üreges kialakításával ugyanazt a hőszigetelő-képességet nyújtotta. Később az alapanyagok pórusossá váltak, az üreghányad is megnőtt, de a fokozódó hőszigetelési követelményeket már csak a falvastagság növelésével lehetett teljesíteni. A mai téglából készített, hőszigetelés nélküli falszerkezetek a 38 cm-es tömör téglafalhoz viszonyítva cca. háromszoros hőszigetelő képességgel rendelkeznek.

A szerelt szerkezetekben alkalmazott hőszigetelés vastagsága a hetvenes évek 4-5 cm-es értékétől - a külföldi gyakorlatban - mára 20-24 cm-re növekedett, de a várható tendencia a 0,16-0,2 W/m²K hőátbocsátási tényezőjű térelhatárolások felé mutat, melyet 30 cm feletti vastagságú hőszigeteléssel lehet megvalósítani. Ehhez hatékonyabb hőszigetelés, esetenként különleges anyagok (pl. vákuumpanel) alkalmazására lesz szükség.

Az energiatudatos tervezés „végterméke” az energiatermelő ház, vagy a nulla-energia ház, vagy a passzívház lehet. Ezek a jelenlegi falak elé helyezett további 25-30 cm, vagy szerelt technológiával, 30-40 cm, hőszigetelő anyaggal valósíthatók meg, ami a hőszigetelő képességre jellemző „U” (hőátbocsátási tényező) jelenlegi értékének 2-3-szoros javításával érhető el. Az Európai Unió tervei szerint 2019-től, új lakásépítés csak e hőszigetelési követelményű szerkezetekkel lesz lehetséges.

A nemzetközi szakirodalomban több műszaki követelmény írja körül a passzívházak energetikai minőségét meghatározó jellemzőket, bár ezekről kisebb eltérés is lehetséges, ezek az alábbiak:

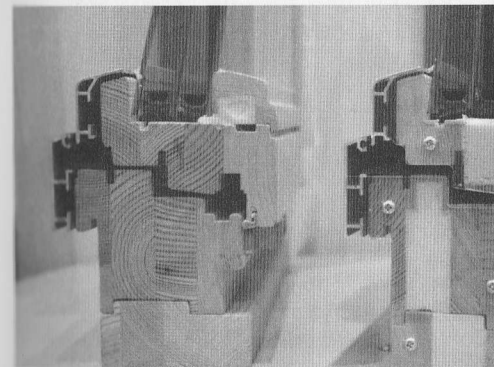
- épülettömeg: $A/V \leq 0,7$
- éves energiaszükséglet: $\leq 15 \text{ kWh/m}^2$
- egységnyi energiafelhasználás: $\leq 10 \text{ W/m}^2$
- külső fal: $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
- tetőszerkezet: $U \leq 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ablak: $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- hőhidmentes szerkesztés
- pára- és légzáró képesség: $n50 \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$
- hőcserélővel társított szellőztetés $\geq 75\%$ -os hatásfok

Az épületek energiatudatos tervezése összetett feladat, ami az épület környezetbe való illesztésével, a megfelelő tájolások kiválasztásával, vagy a tömegek egyszerűsítésével kezdődik.

Köztudott, hogy egy adott térfogat esetén a gömbfelület adja a lehető legkisebb lehűlő felületet, tehát geometriai szempontból a gömbház lenne a legideálisabb, de ebben meg nem lehet lakni. További előny, ha a gömbfelület cca. egyharmada a föld alatt van, mert így a hővesztéseget optimálisra csökkenti a talajból származó földhő nyeresége. A ma gyakran túltagoltan épített épületek még jelentős hőszigetelés-vastagsággal sem hozzák be a tervezésnél szerzett kezdeti hátrányt. A „kompakt” jelleget a lehűlő felület és a fűtött térfogat $A/V \leq 0,7$ aránya szabályozza.

Kisebb épületek, pl. családi házak esetén e követelményt nehezebb tartani, hiszen kisebb térfogathoz fajlagosan nagyobb lehűlő felület tartozik. Ilyen szempontból a kompakt tömegű többszintes épületek előnyösebbek.

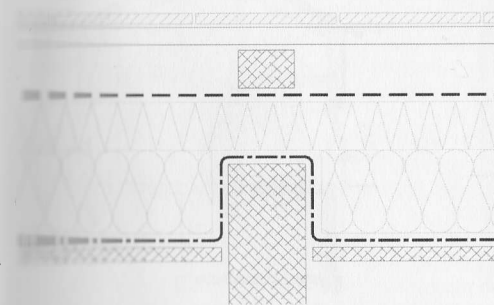
Az épületek külső falai, azok hőszigetelő burka a télikabát szerepét tölti be. Ennek elsődleges szerepe a beltéri komfortérzet biztosítása, de ezen kívül egyrészt csökkentenie kell az energiavesztéseget, másrészt meg kell akadályozni, hogy a helytelen rétegrend, vagy a hőhidak miatt páralecsapódás alakuljon ki a határoló szerkezetek belsejében, vagy azok belső felületén.



1.kép Passzívház ablak kialakítások

energiatermelőként vesznek részt az épületek energiaháztartásában.

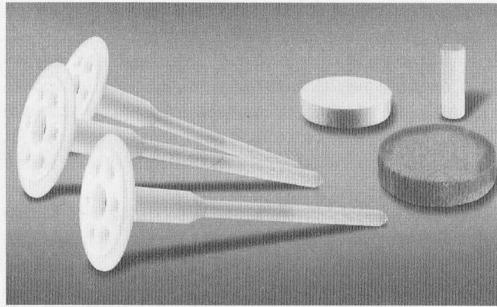
A hőszigetelés vastagságának növekedése a hőhidak jelentőségét is megnöveli: az átmenő fa vagy fém szerkezet akár 20-50%-kal is ronthatja az általános rétegrend hőátbocsátási tényezőjét. A szokásos fa bordaváz magasságok cca. 5-6 cm vastag hőszigeteléssel tekinthetők egyen-értékűnek, de a teljes keresztmetszetet kitöltő hőszigeteléshez viszonyítva jelentős hűtőbordaként szerepelnek. Ez ellen a tartóváz elemeinek egymásra merőleges fektetése, és többrétegű hőszigetelés, és/vagy hőhidmegszakítást biztosító kemény műanyag alátétek alkalmazása lehet hathatós (2. kép).



2. kép Hőhidmegszakítás fa szerkezet esetén

A fa épületvázaknál a vékonygerincű szelvények alkalmazása hatékonyan csökkenti az átmenő bordák hőhidhatását, de jelentősebb eredmény csak átvezetett hőszigeteléssel érhető el.

A hőszigetelést rögzítő elemek



3. kép Rögzítő elemek hőszigetelő kiegészítői

kal csökkenhetik az adott szerkezet energiavesztését. (4. kép).

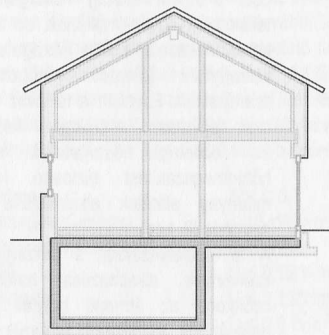
Az épület hővédő burkát a lehető legegyszerűbben kell vezetni. Alápcézés esetén a teljes alapterület alatti, és a hőszigetelő burokkal körbevett pince jobb megoldás; a részleges alápcézés, vagy a hőszigetelő burokból kirekesztett pince hőhidas részleteket eredményez. (5. kép).

A padló alatti hőszigetelés szükségessége és mértéke korábban is vitatott volt. Teljes felületű hőszigetelés esetén elvesz a talajhő kedvező hatása, de a külső kerület mentén fellépő hőhídatás - kisebb épületeknél – ennél jelentősebb, ezért passzívházaknál a padló alatti, teljes felületű hőszigetelés beépítése ajánlott. (6. kép).

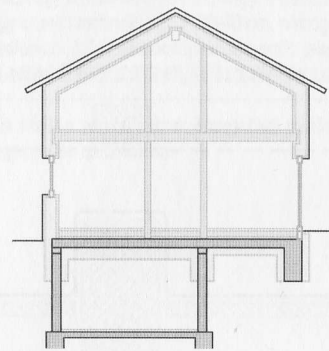
Ez az alapozásra is kihatással van: a folyamatos hőszigetelés miatt célszerű a költségesebb lemezalap alkalmazása. A sávalap jelentős vonalmenti hőhíd, melyet csak a falakba, illetve azok alá beépített, terhelhető, de hőszigetelő tulajdonságú anyagokkal (pl. pórusbeton, habüveg, préselt poliuretán, stb.) lehet mérsékelni. (7. kép).



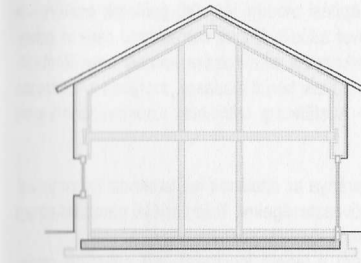
4. kép Hőszigetelés szélzáró lezárása



5. kép Passzívház hőszigetelő burkának vezetése alapincézett épületek esetén



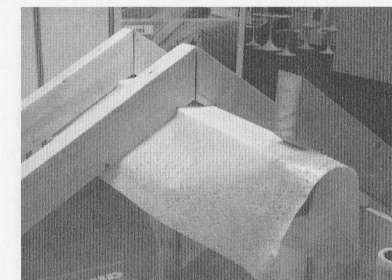
6. kép Passzívház hőszigetelő burkának vezetése alapincézett épület esetén



7. kép Hőhídmentesítés sávalap esetén

alulról próbáljuk ezt kialakítani. A szelemen és szarufa találkozási pontja utólag nem teszi lehetővé a fólia folyamatos vezetését, ezért már a tervezésnél olyan rétegrendet kell választani, mely felületfolytonos aljzatot biztosít. Ellenkező esetben már az ács munkák során el kell helyezni a légzáró fólia egy darabját. (8. kép).

„Az ördög a részletekben lakik”, tartja a mondás, ezért valamennyi csatlakozási helyet, átfordulást, és anyag- illetve szerkezetváltást többlet odafigyeléssel kell megtervezni. Fontos a szerkezetváltások síkkoordinációja; ezek közül kiemelt jelentőségű a nyílászárók és üvegezett felületek beépítési helye. Mivel e szerkezetek a tömör felületek hőszigetelése „folytonosításaként” tekinthetők, a szilikát hőszigetelő és hőszigetelt falaknál a határvonal a tok középvonala legyen, míg szerelt, teljes falkeresztmetszetben hőszigetelt szerkezeteknél a falközépen adódik a nyílászárók energetikailag optimális helye. (9. kép).

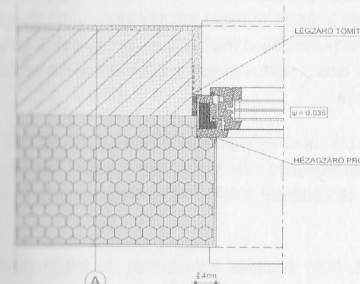


8. kép A felületfolytonos csatlakoztatás érdekében előre elhelyezett pára- és légzáró fólia

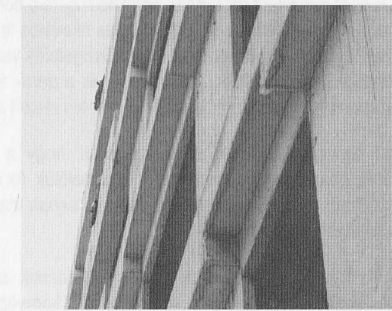
csökkentik. Az egyenértékűség érdekében ilyenkor ún. „negatív kávét” kell kialakítani, mely azonban nem befolyásolhatja hátrányosan a kiváltók méretezési keresztmetszetét. (10. kép).

Átlöküszöbök előtt a lábazati hőszigetelés letakarása a feladat, ez pl. rozsdamentes takaróprofilal oldható meg.

Valamennyi alacsony energiafelhasználású épületnél, így a passzívházaknál is kritikus részlet a tetősík ablak beépítése, mivel az üvegezés kiemelkedik a hőszigetelés síkjából. Ezt a helyzetet segít megoldani pl. a préselt poliuretánból készített, terhelhető lapokból beépített lépcsős magasító keret. (11. kép).



9. kép Nyílászáró elhelyezési síkja passzívház esetén



10. kép Felületfolytonos hőszigetelés miatt kialakuló negatív kávé

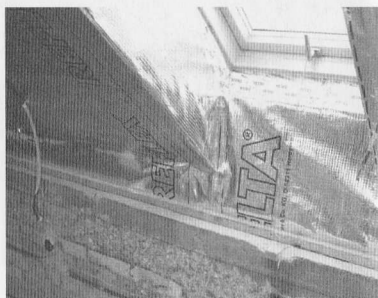
A legújabb kutatási eredmények szerint – különösen a szerelt építési móddal létesülő épületek esetén - a hőveszteség túlnyomó része nem konvekcióval, hanem filtrációval adódik. Ennek mérséklése csak a pára- és légzárás szakszerű kialakításával lehetséges, melynek következetes alkalmazása komoly szemléletváltást igényel. E tárgyban 2009-ben Németországban már külön irányelv került kiadásra, melyben a tervezés és kivitelezés legfontosabb szabályai szerepelnek (Richtlinie – Ausführung luftdichter Konstruktionen und Anschlüsse).

A szerelt térelhatárolások jellemzője az illesztési hézagok nagy aránya az általános felületekhez viszonyítva, ezért itt nagyobb hangsúlyt kell fektetni a légáramlással történő hőveszteségekre. Teljes értékű párazáró réteg sem létezik, különös tekintettel a toldások és a csatlakozási hézagok tömítési pontatlanságaira. Elengedhetetlen tehát, hogy a légáramlást és a páratranszportot a lehető legcsekélyebb mértékre csökkentsük. Egy helyszínen öntött vasbeton földem vastagsága és tömör anyagszerkezete következtében pára és légzárónak tekinthető, de valamennyi szerelt szerkezet, illetve a nyílászáró csatlakozások az előírt óránkénti legfeljebb 0,6-szeres filtrációs légcseré betartása érdekében külön intézkedést tesznek szükségessé. A megfelelő légzárás ellenőrzése a blower-door teszt segítségével történik.

A lég- és párazárás ajánlott síkja egy belső oldali, átvezetett hőszigetelés mögött legyen, mert így a gépészeti szerelések nem sérülnek meg. Amennyiben a fólián belüli rétegek hővezetési ellenállása a teljes rétegrendi



11. kép Hőszigetelt lépcsős magasító kerettel beépített tetőablak



12. kép Pára- és légzáró réteg pára- és légzáró csatlakoztatása

hővezetési ellenállás negyedénél nem nagyobb, a fólia még nem kerül kicsapódásra veszélyes zónába.

A lég- és párazáró fóliák lezárása ragasztó-tömítőszalagokkal és szorító lécekkel történik (12. kép), míg a nyílászáróknál e célra kifejlesztett, előre beépített, ellentétes oldalakon öntapadó szalagok állnak rendelkezésre.

Összefoglalásként rögzíthető, hogy hőszigetelő burokra vonatkozó összetett követelményrendszer teljesítése nem egyszerű feladat. A térelhatárolás általános felületeinek és a részletképzéseinek egyenértékű minősége meghatározó jelentőségű, illetve a hőszigetelés vastagságának növekedése miatt a hőhidak hatását is csökkenteni kell. Szemléletváltás szükséges a pára- és légzárás terén, mert a csatlakozásoknál, illetve szerelt szerkezetek esetén a hőveszteség jelentős részét a filtráció adja.

Az elemzett részletek azt is igazolják, hogy a passzívházak nem utópisztikus elképzelések szülöttei, Európában már több, mint tízezer épült belőlük. Az eszme hazai terjedése villámgyors, de a jelenleg még csak külföldről elérhető minősítési eljárás, és annak magas díja a tanúsítással záruló építési elvek maradéktalan teljesítését korlátozhatja.

A fentiekben vázolt részletképzési megoldások azt mutatják, hogy komplex szemlélettel, és fegyelmezett kivitelezéssel energiatudatosan megépített környezet alakulhat ki, melyben nem kizárólagos cél a passzívház minősítés. Jelentős eredménynek tekinthető, ha ezek példáján keresztül az energiatudatosság, a fokozott hőszigetelés létesítése iránti figyelem nő.