

A lábazatra javasolt Austrotherm Expert lemezek maximális vastagsága 20 cm, de a több réteg alkalmazásának itt sincs akadálya.

Homlokzatok hőszigetelésére egy- vagy két rétegű hőszigetelést lehet alkalmazni. Kétrétegű szigetelés esetén az alsó réteget szükség szerint dübelezni kell, míg a második réteg fél tábla eltolással, poliuretán ragasztóval kerüljön rögzítésre. Amennyiben szükséges a dübelezés, Baunit ragasztó tárcsa, vagy súllyesztett dübel alkalmazása javasolt. A homlokzati hőszigetelő lemezeket pontosan kell egymáshoz illeszteni. Ha 3 mm-nél nagyobb hézag marad a táblák között, azt poliuretán habbal kell kitölteni. Az üvegezett nyílászárókat, annak érdekében, hogy a lehető legnagyobb legyen az energianyereségük, legalább a teherhordó fal külső síkjára, esetleg abból segédszerkezettel kiemelve a hőszigetelésben kell elhelyezni. A hőszigetelés vastagságához igazodó ablakkáva elemek a nyílászárók hőhídmentes és esztétikus beépítését teszik lehetővé.

A termikus burkot az épület fűdém szerkezetének hőszigetelésével tesszük teljessé. Legegyszerűbb eljárás az, amikor a fűdémre fektetjük a szükséges vastagságú hőszigetelést, és betonozással alakítjuk ki a járható felületet. Ha száraz, szerelhető hőszigeteléssel készül a fűdém, úgy a különösen vastag hőszigeteléssel készülő Padlap termék jelenti a megoldást. A hőhídmentes szerkezet létrehozása érde-

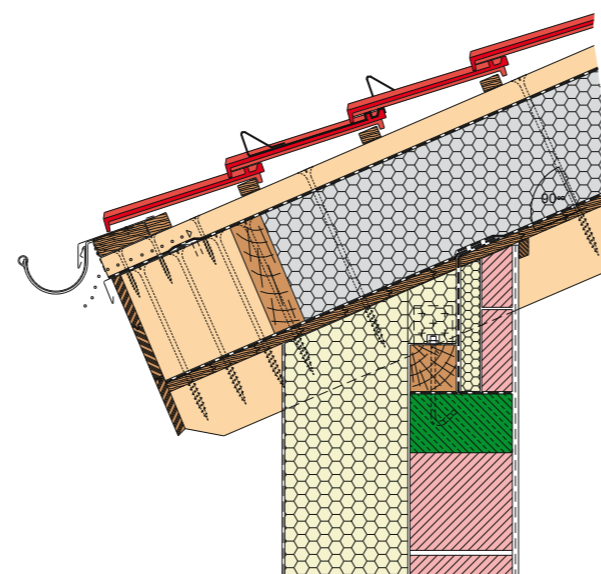
kében a tető síkjában elvégzett hőszigetelés lehetőleg a szarufák felett legyen (pl. Austrotherm Manzárd GRAFIT®). Az épület minden részén ügyelni kell a légtömorségre. Ez nem csak a kábelezésnél, de a nyílászárók beépítésénél is elsődleges fontosságú. Passzívház minősítéséhez elengedhetetlen a légtömorség meghatározás (Blower-door test).

### Eredmény

A passzívháznak számos előnye van a kiemelkedő komfort és az igen alacsony energiafogyasztás mellett. Az ellenőrzött levegőforgalom és a meleg belső felületek lehetetlenné teszik a penész megtapadását, és a szűrőn keresztül érkező friss levegő sem tartalmaz allergén anyagokat. Ezzel a levegő minősége – ami a légúti megbetegedésekben szenvedőknek különösen fontos – lényegesen tisztább, mint bármely más épületben.

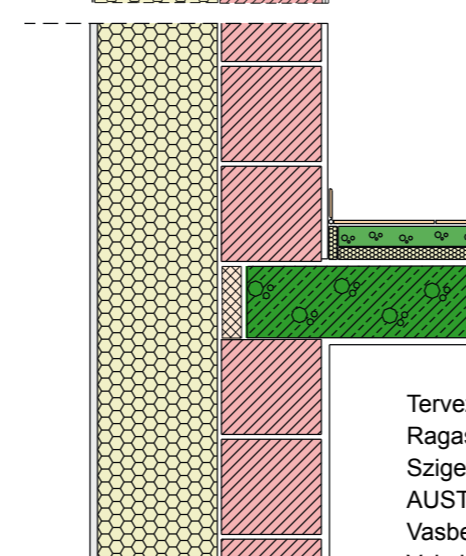
Nem lehet azt sem figyelmen kívül hagyni, hogy a jelenlegi megengedett hazai épületenergetikai szabályozók hamarosan változni fognak. Az EU tervezett irányelve (2008/0223) szerint hamarosan hazánkban is 0,15 W/m²K lesz a követelmény a homlokzati falak hőátbocsátási tényezőjére. Ezzel viszont a mai követelményeknek éppen megfelelő épületek drasztikus értékvesztést fognak elszenvedni. Csak az az épület tartja meg értékét, mely a jövőbe mutató mértékben szigetelt.

## Passzívház részletrajzok



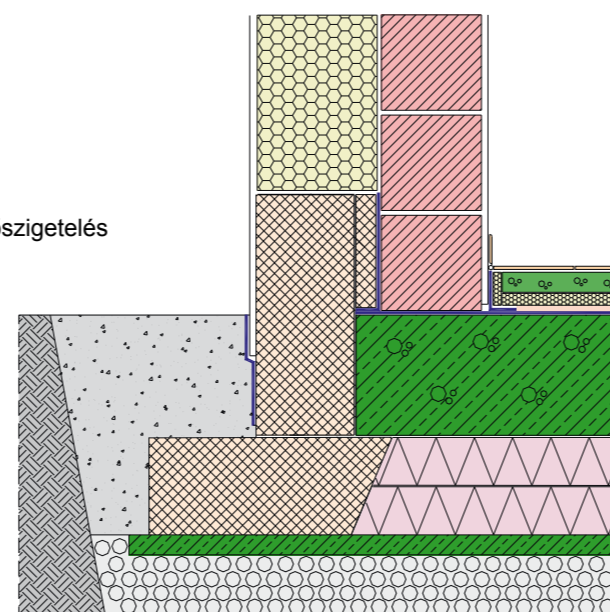
Egyrétegű cserép tetőfedés  
Tetőléc (30/50 mm)  
Ellenléc (min. 100/50 mm)  
szarufákhoz csavarozva, közte átszellőztetett légréteg  
Páraáteresztő tetőfólia  
AUSTROTHERM Manzárd Grafit® hőszigetelés  
Pára- és légzáró fólia  
Gyalult nűtolt fenyődeszka burkolat + látszó szaruzat

Vakolat vagy tervezett falburkolat  
Teherhordó falszerkezet  
AUSTROTHERM Grafit® Reflex vagy AT-H80  
Homlokzati vakolatrendszer



Tervezett hidegpadró burkolat  
Ragasztó réteg  
Szigetelést védő aljzatbeton  
AUSTROTHERM AT-L2  
Vasbeton lemezfűdém  
Vakolat vagy tervezett burkolat

Vakolat vagy tervezett falburkolat  
Teherhordó falszerkezet  
Talajnedvesség elleni szigetelés  
AUSTROTHERM EXPERT FIX hőszigetelés  
Feltöltés rétegesen tömörítve



Tervezett hidegpadró burkolat  
Ragasztó réteg  
Szigetelést védő aljzatbeton  
AUSTROTHERM AT-L2  
Kiegyenlítő homokterítés  
Talajnedvesség elleni szigetelés  
Vasbeton lemezalap  
AUSTROTHERM EXPERT vagy XPS TOP 30  
Szerelőbeton  
Tömörített homokos kavics

A fenti elvi részletrajzok a Gemeinschaft Dämmstoff Industrie *Details für Anwender* című kiadványa alapján készültek.



## Passzívházak és alacsony energiájú házak

- ▶ Különösen alacsony fűtési költség
- ▶ Kellemes klíma télen-nyáron
- ▶ Megtérülő befektetés

# Alacsony energiájú házak

Az európai adatok szerint az épületek létrehozása és üzemeltetése egy ország teljes energiafogyasztásának mintegy felét teszi ki. Közismert, hogy energiaigényünk évről-évre növekszik, ami mind költség részről, mind a környezetterhelés szempontjából hátrányos. Lépnünk kell tehát, hogy csökkentjük az energiafelhasználásunkat; és ezt ott érdemes kezdeni, ahol a legtöbbet lehet megtakarítani. Épületeink energiaigényét lényegesen lehetne csökkenteni, anélkül, hogy ezt a komfortérzetünk megsínylené. Ráadásul, az épületek átlagosan 50 évig állnak, így az új épületekkel fél évszázadra meghatározzuk az ország energiaigényét. Ezért vált szükségessé, hogy kifejlesszük az alacsony energiájú házak és a passzívházak koncepcióját.



Az alacsony energiájú házak olyan épületek, melyeknek fűtési energiaigénye kevesebb, mint 50 kWh/m<sup>2</sup>év, az egyéb energiafogyasztókat (melegvíz, fűtés, világítás, stb.) is beleszámítva sem lesz a ház teljes energiaigénye több, mint 90 kWh/m<sup>2</sup>év. Ezt a kiemelkedően jó értéket csak körültekintően megtervezett épülettel, jelentős szigetelési vastagságokkal érhetjük el. Összehasonlításképpen, egy, az épületenergetikai rendeletnek megfelelő, 'C' besorolású magyar családi ház esetében ez az érték kb. a duplája, 200 kWh/m<sup>2</sup>év körül található.

Alacsony energiájú házat nem csak új építéssel lehet létrehozni, hanem felújítással is. Hazánkban a legjobb példa erre a dunaújvárosi Solanova projekt, ahol egy régi panelépületből alakítottak ki alacsony energiájú házat. Az épület lábazatára 12 cm EXPERT, a homlokzatra 16 cm Austrotherm AT-H80, míg a lapostetőre 20-28 cm vastag lejtésképző Austrotherm AT-N150 került.

A szokásos alacsony enegiájú házakhoz képest kicsit szigorúbb az úgynevezett három literes ház kritériuma. A három literes (fogyasztású) autó analógiájára hozták létre

ezt a közbenső kategóriát az alacsonyenergiájú és a passzívház között. A nevüket pedig onnan kapták, hogy a fűtéséhez négyzetméterenként három liter fűtőolaj (vagy 3 m<sup>3</sup> földgáz) szükséges évente.



### Szempontok az alacsony energiájú házak tervezéséhez:

- Északra zárt, délre nyitott tájolás
- A falak hőátbocsátási tényezője ne legyen több, mint 0,2 W/m<sup>2</sup>K
- A tető hőátbocsátási tényezője ne legyen több, mint 0,15 W/m<sup>2</sup>K
- Az ablakok üvegének hőátbocsátási tényezője ne legyen több, mint 0,9 W/m<sup>2</sup>K és kerettel együtt se haladja meg az 1,2 W/m<sup>2</sup>K értéket
- Szabályozott légtechnika beépítése ajánlott, de nem feltétel

### Az alacsony energiájú házak előnyei:

- Kiváló hőszigetelés az épület minden határoló felületén
- Jelentős energiamegtakarítás a hagyományos épületekhez képest
- Hőhidmentes szerkezetek
- Télen-nyáron kellemes klíma a lakásban
- Kellemes meleg falfelületek a legnagyobb téli hidegben is
- Felújítások esetében is egyszerűen megvalósítható

Az alacsony energiájú házak tehát nem "high-tech" konstrukciók, hanem gondos tervezéssel és kivitelezéssel létrehozott előremutató minőségű épületek. Az anyagok és a szerkezetek között is tetszése szerint választhat az építtető.

# Passzívházak

A passzívházak olyan lakó- vagy középületek, melyekben a kiemelkedően jó komfort különösen alacsony fűtési energiaigénnyel párosul. A télen-nyáron kellemes klímát fűtő-, illetve hűtőberendezések beépítése nélkül biztosítja. Az épület egy lakott négyzetmétere évente csak 15 kWh fűtési energiát igényel. Ilyen alacsony értéket csak kimagasló jó hőszigeteléssel (pl. 25-40 cm vastag Austrotherm hőszigetelés) lehet elérni. Magyarországon még szokatlan ez a vastagság, pedig egy gyártása, sem a kivitelezése nem okoz nehézséget a szakembereknek. Mivel a passzívházaknál célunk az, hogy a lakásban keletkező hőenergiát minden eszközzel bent tartsuk, ezért csak különösen jól záródó, alacsony hőátbocsátási tényezőjű ablakokat szabad beépíteni. A szabályozatlan légcserét, ami jelentősen növelni tudja a hővesztéseket, lehetőség szerint a minimálisra kell csökkenteni, és a friss levegőt hőcserélőn keresztül célszerű a lakásba bevezetni. A légtechnikai berendezéseknek még egy előnyös tulajdonsága van: a beépített szűrő segítségével por-, pollen és egyéb szennyeződésmentes levegőt kapunk, ami a légúti megbetegedésekben szenvedők számára különösen fontos lehet. Mivel az épületben nincsen kazán, a kicsi, de létező hővesztéseket valami másnak kell pótolni. Ezt az energiát a lakás használata során keletkező „hulladékhő” biztosítja. A lakásban működő rengeteg villamos berendezés (TV, számítógép, mosógép stb.), a hétköznapi tevékenység (fürdés, főzés) elegendő hőt szabadít fel, sőt, a lakók maguk is mint egy mobil, 36,5 °C-os fűtőtest gondoskodnak az otthon melegéről. Egy felnőtt személy óránként 210 W hőenergiát ad le, ami ilyen csekély veszteségek esetén már nem elhanyagolandó tétel. Természetesen az is jó, ha besüt a nap az ablakon, és a hőenergiáját az épületszerkezetek képesek tárolni, mert a megfelelő tájolással – nem állandó, de jelentős – energiaforrást kapunk.



### A passzívház előnyei:

- A hagyományos építéssel szemben határoló falak belső felületi hőmérséklete szinte megegyezik a levegő hőmérsékletével, vagyis nem fogják a falak sugározni a hideget.
- A szabályozott légtechnika megfelelő hőmérsékletű, egészséges, tiszta, por- és pollenmentes friss levegőt juttat a lakás minden helyiségébe.
- Függetlenné válik az energiaárártól, a gázt be se kell vezetnie a telekre.
- A körültekintő tervezés, a kiváló hőszigetelés és a szabályozott légcserere révén kizárt a penészesedés.
- Elmarad a kazán, kémény kiépítésének és rendszeres karbantartásának a költsége.
- Kevesebb üvegház hatású gáz kerül a levegőbe.
- A felhasználandó anyagok szempontjából nincs megkötés, a tervező szabadon dönthet.

### Passzívház követelmények:

- **Hőszigetelt, hőhidmentes épülethatároló szerkezetek**  
Az üvegezett nyílászárókat kivéve minden épülethatároló szerkezet hőátbocsátási tényezője jobb legyen, mint 0,15 W/m<sup>2</sup>K, amit 25-40 cm vastag hőszigeteléssel lehet elérni. Az épület lehetőleg kompakt legyen, hogy minél kevesebb legyen a geometriai hőhid.
- **Nyílászárók**  
Az üvegezett nyílászárók legalább háromrétegű üvegezéssel készüljenek, és a hőátbocsátási tényezője (kerettel együtt) nem lehet 0,8 W/m<sup>2</sup>K-nél nagyobb.
- **Légtömörség**  
50 Pa nyomáskülönbség mellett az ellenőrizetlen légcserere nem haladhatja meg a 0,6 1/h értéket.
- **Hővisszanyerés**  
A légtechnikai berendezésen keresztül távozó elhasznált, de meleg levegő energiáját legalább 80%-ban vissza kell nyerni.
- A használati melegvíz előállítására célszerű megújuló energiaforrást alkalmazni.

### Tervezés

Egy passzívház tervezése a szokásos tervezői munkánál összetettebb, és speciális ismereteket és szoros együttműködést követel az építész- és a gépész tervezőtől.

Passzívházat minden telekre lehet építeni, de előnyös, ha az épületet délre nagy üvegezett felületekkel lehet tájolni, hogy a téli szoláris nyereséget maximalizálni lehessen. Napsütéses időben lényegesen kevesebbet kell fűteni, mint felhős időjárás esetén, ez egy hagyományos épületben is érezhető. A passzívházaknál ez a plusz energia viszont nem csak kellemes, de elengedhetetlen is ahhoz, hogy tartani lehessen a megkövetelt maximális 15 kWh/m<sup>2</sup> év energiaigényt. Természetesen, a déli felületek árnyékolásáról is gondoskodni kell. Optimális esetben maga az épület vet árnyékot nyáron az üvegekre (kiugratott felső szint, eresz túlnyúlás), és így kerülhető el az épületet túlmelegedése. Többnyire nem lehet elhagyni a mobil árnyékoló szerkezeteket sem.

Az épület formájára nincs megkötés, de a követelmények könnyebben teljesíthetők egyszerű, kompakt épület esetén, mert így a legkedvezőbb a felület/térfogat arány, és az ilyen formák rejtik a legkevesebb geometriai hőhidat. A hőhidak elkerülése a passzívházaknál alapvető cél, a nagyobb hővesztességű csomópontokat csak jelentős többlet hőszigeteléssel, vagy a nyereség fokozásával lehet csak kiegyenlíteni.

A hőhidmentes kialakítást már az alapoknál el kell kezdeni. Gyakran alkalmaznak lemezalapot, ami alatt a hőszigetelést 20-25 cm vastag, a terhelés szerint kiválasztott Austrotherm Expert vagy XPS anyagok biztosítják. Ha az épület alapja a fagyhatár fölött van, a hőszigetelést a falak külső határán túl mintegy 60 cm-el kell túlnyújtani („fagyvédő szoknya”). Aláépített épületek esetében a pincét célszerű a termikus burokból kihagyni, és a földet alulról szigetelni.

A külső teherhordó falaknál gyakran nagy teherbírású, de vékony falazóelemeket választanak. A hőszigetelő képessége nem lényeges, mert 25-35 cm vastag hőszigeteléssel mindenképpen kell számolni. Az ilyen falak vastagsága kisebb, ami költségtakarékos megoldás, és különösen előnyös ott, ahol a telek beépítési százalékja korlátozott. Annak érdekében, hogy a hőszigetelés a nyílászárókat a lehető legkisebb mértékben árnyékolja, célszerű a fokozott szigetelőképességű Austrotherm GRAFIT® és GRAFIT® REFLEX lemezeket alkalmazni. Az üvegezett szerkezeteknél az üvegezés rétegszáma és a hőátbocsátási tényező mellett meghatározó, hogy a ráeső napfény hány százalékát enged be a belső térbe, hiszen csak ez lesz képes pótolni az épület kicsi, de létező energiavesztését.

Mivel a passzívház nem rendelkezik a szokott értelemben vett hőtermelő berendezéssel, ezért az energiamérleg felállítása elengedhetetlen. Ezt a német Passivhaus Institut által kidolgozott, és magyarul is elérhető PHPP számítással lehet megtenni. Ez a számítás igazolja, hogy az épületben létrejön a komfortzóna, és teljesülnek a passzívház követelményei. Ez a számítás a passzívház minősítésének alapja.

A passzívházak ablakai kiváló légzárszerűek, ezért a légcseréről mesterségesen kell gondoskodni. A hővisszanyerővel felszerelt légtechnika elengedhetetlen része a passzívházaknak, és a határfoka alapvetően befolyásolja az épület energetikai mutatóit. Az ellenőrizetlen légcserere leszorítása érdekében az épületnek légtömörnek kell lennie, ezért célszerű a csőátöréseket, elektromos szerelvényeket a szükséges mértékben minimalizálni, és kialakításukat gondosan meg kell tervezni.

Amennyiben minősített passzívház a cél, érdemes a minősítőkkel egyeztetni a tervet a későbbi nehézségek elkerülése érdekében.



### Kivitelezés

Passzívházak kivitelezése átlagon felüli szakismeretet és technológiai fegyelmet követel. Fontos, hogy már a tervező által kiadott tervdokumentáció is magas minőségben készüljön el, és a hő- vagy légtechnikailag kritikus csomópontok körültekintően meg legyenek tervezve. Az alap hőszigetelésénél – szemben a fordított tetőkkel – lehetséges két rétegben alkalmazni a hőszigetelést. A táblákat poliuretán ragasztóval (pl. Perimeter Kleber) össze is lehet ragasztani. Az Expert vagy XPS hőszigetelő elemekből bennmaradó zsaluzatot is ki lehet alakítani, így az alap hőszigetelése és zsaluzása egy munkafázissal megoldható.