



KAPCSOS BEATRIX

DOKTORI DISSZERTÁCIÓ



Építészet a passzívház-kritériumok szolgálatában

Családi ház Wurzen (Németország)

Kapcsos Beatrix
Építész, DLA hallgató

Témavezető:

Rohoska Csaba

DLA, habil. egyetemi adjunktus, építész

Tartalomjegyzék

I. Bevezető

1. Mi az építészet?
2. Hogyan hat a technológia az építészetre?
3. Passzívház definíciója

II. Vissza- és kitekintés

1. Témafelvetés időszerűsége
2. Nemzetközi és hazai dokumentált passzívházak
3. Minősítés
4. Hazai példák
5. Nemzetközi példák

III. Témaválasztásom indoklása

IV. Építészet a "passzívház - követelmények" szolgálatában

- Passzívház Wurzen (Németország)

1. Építészeti alapkoncepció az optimalizálásra való törekvés jegyében
1. Tézis
2. Építészeti karakter az anyag és szerkezet függvényében
2. Tézis
3. Gépészet hangsúlyossága az építészetben
3. Tézis

V. Összegzés

I. Bevezető

1. Mi az építészet?

Az építészet a technika, a tudomány és a művészet eszközeivel épületeket hoz létre az emberi tevékenység igényeinek kielégítésére, általános megfogalmazásban az anyag, a szerkezet, a forma és a funkció egysége.

Mivel az „építészet nem létezhet technológia nélkül” /Prof. Stephen J. Vamosi, Cincinnati Műszaki Egyetem/, definíciójából nem hagyhatjuk ki a reá a különböző építészeti korokban változó intenzitással ható és azt befolyásoló tényezőt, az építéstechnológiát.

Az építéstechnológia az építészet egyik alap alkotóelemeként az elmúlt évezredek során mindig az egység fenntartásának szolgálatában állt, mely feltétel teljesülésének hiányában az adott építészeti kor teljességét jelentő harmónia megbomlása következne be.

2. Hogyan hat a technológia az építészetre?

Új anyagok, építési technológiák megjelenésével, tulajdonságaik fokozatos megismerésével a korábban kialakult építési hagyományokra, tapasztalatokra építve, új ismeretek birtokában újabb és újabb szerkezeti megoldások válnak lehetővé, a szintézis eredményeként pedig korábban nem látott épületformák jelennek meg. Az építési technológiák folyamatos fejlődésével, eszköztárak rendkívüli mértékű differenciálódásával az ősi, primitív építésű szerkezetek (földkunyhó, lombsátor) készítésétől eljutottunk a korunk színvonalát fémjelző, magas technikai színvonalat képviselő épületekhez. Könnyen átlátható, hogy a mind korszerűbb technológiák kialakulása az építészet fő megújító erejét jelentve újabb és újabb építészeti stílusok kialakulásához vezetnek.

A XX. század első felére döntően a tapasztalati alapon megtervezhető és – elkészíthető épületszerkezetek voltak jellemzőek. A II. Világháborút követő időszakban viszont a tömeges, főként újjáépítési feladatok, valamint a hadiiparban rejlő óriási potenciál békés célokra történt átállítása óriási fejlődést eredményezett az épületszerkezetek területén is. Ettől kezdve a tervezési feladatokat már nem volt elegendő egyszerűen, tapasztalati alapon elvégezni, hanem szükségessé vált a különböző tudományterületek ismereteinek szintetizálása a gyakorlati szerkezettervezés területén is.

”Ismerd meg a legkorszerűbb technikát, technológiákat, haladj a korrallal, a találmányok, a korszerűség az építészet megújító ereje az egyéni individuális művészeti eszköz mellett. Az építésznek virtuóz módon kell ismernie a szerkezetet, a konstruálást, a technológiai találmány is lehet az alkotás szülője.”

(Prof. Dr. Bachman Zoltán)

Arisztotelész szerint a technológia az emberi szükségletek kielégítésére szolgál. Az építéstechnológiát az ember szükségleteinek megfelelő épületek építésére, terek, formák alakítására alkalmas eszközként definiálhatjuk. A modern építészet viszonya a modern épületszerkezetekhez, valamint az építéstechnológiához nagyon pozitív, legfőbb jellemzője a rendeltetés gondos elemzésén alapuló, az anyag tulajdonságainak és a szerkezet követelményeinek megfelelő funkcionális alakítás. Többféle irányzat él egymás mellett, közös vonásuk, hogy a teret a funkciónak megfelelően geometrikus formákra egyszerűsített alapelemekből építik fel. A modern építészet alapgondolata: "csak az lehet modern, ami célszerű, tárgyilagos, a használat követelményeinek pontosan megfelel, s formálja az anyag sajátosságait tiszteletben tartó szerkezet ésszerű rendjét". Az építészet folyamatosan változó, az adott kor kihívásaira reagáló alkalmazott tudomány, mely a legújabb anyagokat és technológiákat alkalmazza és önti őket a kor emberét leginkább kielégítő formába. A felhasználható új anyagok, technológiák kínálta lehetőségek inspirálják korunk építészeit is újszerű, tudományosnak is nevezhető gondolkodásra. Ennek következtében talán fogalmazhatunk úgy is, hogy a mai épületek gondolkodnak, élnek.

3. Passzívház definíciója

"A passzívház egy olyan épület, melyben a termikus komfortérzet (ISO 7730) egyedül azon friss levegőtér-fogatáram utánfűtésével vagy utánhűtésével biztosítható, mely a kielégítő levegőminőség eléréséhez (DIN 1946) szükséges - további egyéb levegő felhasználása nélkül."

Dr. Wolfgang Feist

(Optimális termikus kényelemérzet akkor áll fenn, ha az emberi test hőleadása egyensúlyban van hőtermelésével.)

A passzívház fogalma nem egy szabadon értelmezhető kifejezés, hanem egzakt, mérhető értékekkel jellemezhető épülettípust, jól körülhatárolható építési módot takar, amely épületfizikusok, mérnökök és építészek elméleti munkáján és gyakorlati tapasztalatain alapul.

Összegezve a fentiek alapján egy épület akkor kapja meg a **"passzívház kritériumoknak megfelelő"** minősítést, ha:

a. A passzívház fontos épületfizikai jellemzői:

- éves primer energiaszükséglet $Q_P < 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ év})$,
ebből az áram előállításához $< 55 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ év})$
(Primer energiának nevezünk minden nem megújuló energiahordozót, pl. a kőolajat, a gázt és a szenet, míg a háztartási áramot is primer energia égetésével állítják elő.)
- éves fűtési hőszükséglet $Q_H < 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ év})$
(Az éves fűtési hőszükséglet az épületbe az átlagos külső klíma és normál légcserre mellett a normál belső hőmérsékletének megtartásához bejuttatott energia mennyiségét jelöli. A hőátbocsátásból és a szellőzésből eredő hőveszteség, valamint a napenergia és a belső hőnyereség összege.)
- maximális fűtési hőszükséglet $P_{HZ} < 10 \text{ W}/\text{m}^2$
- fal-, tető- és padlószervezetek hőátbocsátási tényezője $U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
(Az U jelöli, hogy az adott szerkezet, pl. fal, ablak, tető stb. 1 m^2 -én 1 °K hőmérsékletkülönbségnél mekkora hőenergia hatol át, ezért a mértékegysége $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$.)
- háromszoros üvegezésű, nemesgáz-töltetű hővédő ablak hőszigetelt kerettel $U_w < 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
(Az U_w -érték ($w = \text{windows}$) az egész ablakszerkezet hőátbocsátását jelöli.)
- légtömörség $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$ (max. óránként 0,6-szeres, ellenőrizetlen forrásból származó légcserre 50 Pascal nyomáskülönbségnél)
(A szellőzési hőszükséglet az a hőszükséglet, amely a friss levegő felfűtéséhez szükséges. Az új építésű, szellőző berendezéssel felszerelt épületek épületburkának légtömörségét 50 Pa nyomáskülönbség mellett óránként 1,5-szeres légcserére korlátozza (n_{50} -érték).)
- hővisszanyerő berendezéssel szerelt szellőzőberendezés (hatásfok) $n > 75 \%$

b. A passzívház általános jellemzői:

- az épületburok körül komplett körbefutó, vastag hőszigetelés a hőhidak kiiktatására
- teljes mértékben légzáró épületburok
- a kompakt épülettömeg déli tájolása
- passzívház - ablak háromrétegű hővédő üvegezéssel és hőszigetelt tokkal
- közmű - és szellőzéstechológia nagy hatásfokú hővisszanyeréssel, amely a fűtésrendszert feleslegessé teszi

A passzív ház nem "forradalmian új találmányok" segítségével, hanem a rendelkezésre álló építőanyagok és gépészeti technológiák tudományos felülvizsgálatát követő, új szemléletű kombinálásával a fent leírt standard-követelményeket kielégítve épül fel.

A világon az első passzív ház Dr. Wolfgang Feist német épületfizikus elméleti munkáira alapozva 1991-ben Darmstadt-Kranichsteinben épült fel, fajlagos fűtési energiaigénye 10 kWh/(m²év).

Szorosan definiált "passzív ház technológia", melyet követve a kritériumoknak megfelelő házat tervezhetnénk nem létezik, illetve a passzív házak építéséhez alkalmazható anyagok sem különböznek alapvetően a hagyományos építőanyagoktól, nagyobb teljesítőképességük titka a növelt vastagság, rétegszám, valamint a kifogástalan minőségű be- és összeépítés. Az egyes szerkezeteket esetünkben nem lehet külön-külön, elemekre bontva szemlélni, azok együtt, összeépítve működnek megfelelően, funkcionális egységükben jellemezhetők.

A beépítésre kerülő anyagok teljesítőképességét, összeférhetőségét, megfelelő módon való együttműködését minden esetben meg kell vizsgálni. Ez a tervezési módszer a modern építéstechnológia részét képezi, a jövő építészeti irányvonalában építészeti szabvány lehet.

II. Vissza- és kitekintés

1. Témafelvetés időszerűsége

A Földön jelenleg kb. 6 milliárd ember él. Ennek 1/6-a, azaz kb. egy milliárd, "jólétben" élő ember tartja fenn magának világszerte a teljes energia- és nyersanyag-fogyasztás jogát, mely közvetve az ún. üvegházhatás legfőbb okozója. A klímaváltozás és a meglévő ökológiai rendszer az évente visszatérő természeti katasztrófák útján jelzi, hogy az egyre növekvő fogyasztás hosszútávra kiható következményekkel jár.

Már most is számos iparágazat tevékenykedik felelősségteljesen, és a tudományos felismeréseket, illetve a modern technológiát a megújuló energiák hatékonyabb kihasználása, és a környezet tehermentesítése érdekében használja fel.

Földünk energiaellátásának problémáját az emberiség csak akkor tudja reális eséllyel megoldani, ha a meglévő műszaki lehetőségeket teljes mértékben kiaknázva törekszik a megújuló energiák hatékony felhasználására.

Az emberiség jövője állt a viták középpontjában, mikor 1968-ban Római Klub néven több mint 100, tudósokból, menedzserekből és politikusokból álló, nemzetközi szervezet megalakult. Az évek során a Római Klub a természetes

erőforrások egyre növekvő fogyasztása, és ennek ökológiai következménye révén, a CO₂-kibocsátás csökkentésével foglalkozott. Dr. Ernst Ulrich von Weizsäcker, Amors B. Lovins és L. Hunter Lovins „Faktor Vier” (Négyes tényező) című művében olyan lehetőségeket sorol fel, amely a jólétet megduplázza, és ezzel egyidejűleg megfelel a természetes javak fogyasztását.

Az energiatakarékos építkezés a "Négyes tényező" támogatásához elengedhetetlen, és mivel kíméli az energiaforrásokat, csökkenti a károsanyag-kibocsátást, valamint csökkenti a klímaváltozás veszélyeit, egyre nagyobb jelentőséget nyer.

A passzívház nem csak a "Négyes tényező"-t teljesíti azzal a célkitűzéssel, hogy 1 liter olajból a négyszeres jólétet hozza ki, hanem még ezen is messze túlnyúlik. A passzívház a "Tizes tényező" energiahatékonysági fokozatot is eléri, mivel a hagyományos épületek fűtési hőigényének csupán 5-10%-ára van szüksége. Az alacsony energiaigényű épülettel szemben a passzívháznak nincs szüksége hagyományos olaj- vagy gázüzemű fűtőberendezésre, és ezáltal rendkívüli mértékben csökkenti a környezetterhelést.

A passzívház alacsony energiafogyasztása az egyes épületszerkezeti összetevőkön alapszik, amelyek úgy vannak egymáshoz hangolva, hogy a kiszökő, és ezáltal elvesző hőenergia mennyiségét a lehető legkisebb mértékűre csökkentsék. Ezzel egyidejűleg az épület az egyébként is keletkező hőt és a beeső napfényt maximális mértékben hasznosítja. A passzívház egyfajta környezettudatos gondolkodásmódot is jelent, a klímatudatosság és energiahatékonyság a jövő irányadó építészeti irányvonalát jellemezheti.

2. Nemzetközi és hazai dokumentált passzívházak

A "**passzívház-technológia**" az "alacsony energiaigényű épület-technológia" továbbfejlesztése. "Alacsony energiaigényű házaknak" azokat az épületeket nevezzük, amelyek fajlagos fűtési energiaigénye 40 és 70 kWh/(m²év) közé esik.

(Összehasonlításképp: egy meglévő hagyományos épület fajlagos fűtési energiaigénye durván 150 és 300 kWh/(m²év) közé tehető.)

Ezen érték eléréséhez az "alacsony energiaszintű házaknak" jól hőszigetelt épületburokra, hővédő ablakra és kontrollált szellőztetésre van szükségük, választhatóan hővisszanyerővel vagy anélkül. Egy "alacsony energiaszintű házban" viszont még továbbra is szükség van egy hagyományos fűtési rendszerre (pl. kazánra, vagy távhőre, fűtőtestekkel ellátott hőelosztási rendszerrel).

Svédországban az 1990-es évek elejétől kezdve minden újépítésű háznál előírták az alacsony energiaszabvány kötelező betartását. Az "alacsony energiaszintű ház" fogalma nem törvényileg védett márkanév, feltételeit az egyes országokban különféleképpen határozzák meg. Németországban 2002 óta a tervezés és a kivitelezés a "Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung" által bevezetett "Alacsony Energiájú Építési Mód (RAL GZ 965)" - minősítés szerint történhet. Ugyanezen szabvány érvényes Ausztriában is.

2010 elejéig mintegy 20 000 passzív ház épült világszerte; egyre több régió támogatja a passzív ház-szabvány alkalmazását. A világon először, 1991-ben Darmstadt – Kranichstein-ben felépült passzív házat a beköltözés óta átlagosan 10 kWh/(m²év) fűtési energiafogyasztás jellemzi. Az első szabadon álló passzív lakóházat 1998-ban tervezte az Oehler-Faigle-Archkom építésziroda, Bretten-ben található.

A passzív ház-építés első tapasztalati felismeréseit passzív házas településrészekről nyertük: Wiesbaden: 21 ház; Hannover-Kronsberg: 32; Stuttgart: 52 ház. A CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as European Standards) keretén belül 1999 és 2001 között további 221 passzív ház-lakóegységet építettek 5 európai ország (D, CH, A, S, F) 14 helyszínén. 2002-ben Ulmban hozták létre a jelenleg legnagyobb passzív irodaházat, az Energont.

Az Egyesült Államokban, Minnesota államban, Bemidjiben építették meg 2006-ban az első passzív házat a "Waldsee-i, A Német, Mint Idegennyelv Program" (Deutsch-als-Fremdsprache-Programm, Waldsee) számára. A projektet Waldsee-ben a német Környezetvédelmi Szövetségi Alapítvány és több német vállalkozás finanszírozta.

Időközben Németországban, Ausztriában, Svájcban és Olaszországban (Dél-Tirol) több mint 10.000 passzív házat laknak. A köztük található nagyméretű passzív ház telepek tudományos kísérő vizsgálatok (CEPHEUS) alapján is igazolják az alacsony energiafogyasztást és a kellemes lakóklima meglétét.

Az egy főre jutó passzív házak száma Ausztriában a legnagyobb a világon. Az ehhez vezető folyamatot Vorarlberg tartomány indította el, amikor rendeletbe adta, hogy 2007. január 1-jétől a közösségi épületek csakis passzív ház szabvány szerint épülhetnek. Látva a működési költségen megspórolt összegek nagyságrendjét, a többi tartomány is beszállt a versenybe. Hatalmas propaganda indult a lakosság bizalmának elnyerésére, és alig van már önkormányzat, amely az általa fenntartott új épületeket hagyományos technológiával építi.

Az utóbbi 2-3 évben Magyarországon is megindultak a passzív ház-építések. A legelsőként megvalósuló passzív ház-közelben épület Pilisszentlászlón létesült. Az építetőnek és a kivitelezőnek elsőként kellett megküzdenie a passzív házhoz vezető út nehézségeivel. Mára már jó néhány minősített épületet találunk az ország területén, de emellett minősítés nélküli házak is készülnek.

3. Minősítés

Nemzetközi minősítés: a passzívház színvonal elérése az átlagosnál magasabb minőségi elvárásokat támaszt a tervezéssel és a kivitelezéssel szemben. A minőségbiztosítás részeként a passzívházak minősítési eljárásan esnek keresztül. Ilyen minősítési eljárást dolgozott ki a Passivhaus Institut Darmstadt "Qualitätsgeprüftes Passivhaus" (magyarul: "Minőségbiztosított Passzívház") elnevezéssel, mely több nemzeti minősítési eljárásnak is alapját képezi, mint például az ausztriai "klima: aktiv passivhaus" vagy a svájci "Minergie-P" minősítéseknek.

Hazai minősítés: Magyarországon az Építési Termék Minőségvédelmi és Vállalkozásfejlesztési Kft., valamint a Passzívház Akadémia Kft. létrehozta egy hazai passzívház minősítési rendszert. A "Kiváló Építési Termék - Passzívház Akadémia Minőségi Passzívház" (röviden "KIVÉT-PHA Minőségi Passzívház") minősítési eljárás célja a magyarországi viszonyoknak megfelelő, magyarországi támogatással rendelkező minősítési rendszer biztosítása, mely illeszkedik a Magyarországon meglévő minősítési rendszerekhez, kompatibilis a Passivhaus Institut Darmstadt minősítési eljárásával, illetve a Nemzetközi Passzívház Adatbázissal.

4. Hazai példák



Tényői passzívház: Boros passzívház Kft., Passzívház Balaton-felvidék: Nagy Mihály, Hiri Zsolt, Törökveszi passzívház: Szekér László, Szadai passzívház: Szekér László, Orosházi passzívház: Sigray+Parner Építész Iroda Kft.

(Farsang Attila: Építsünk passzívházat, Internet link)

5. Nemzetközi példák:





Passívház Langerringen: Markus Merz; Passívház Ottbergen: Markus Merz; Passívház Langwiesen: König&Gabriel; Strohhallenhaus Südtirol: Werner Schmidt; Avenue Ház: Sami Cavendish, Passívház Bessancourt: Firm Karawitz, Családi ház Bludesch: Caldobau GmbH (Anton Graf: Passzívházak, Internet link)



Passívház: Peter Schürch, Nullenergiás ház München: Planungsbüro Joachim Nagel



Princess-Elisabeth-Antarctica: Matthew Mcdermott (New York); Monte Rosa menedékház: Svájci Szövetségi Műszaki Főiskola Diákjai, Prof. Andrea Deplazes; Passívház a csúcson (étterem): Peak Architekten; Passívház Greensburgban (Kansas): Dan Rockhill és tanulócsoportja; Passívház Frankfurtban: Drexler Guinand Jauslin Architekten; Passívház hegyi menedék: Architektfirma Helen & Hard

III. Témaválasztásom indoklása

A "Breuer Marcell Doktori Iskola" harmadik, egyben lezáró évét "ERASMUS Praktikum" - ösztöndíjasként Németországban tölthettem, ahol egy, a megbízható színvonalú, kiváló minőségű német építészeti képviselő irodában (Langheinrich+Manke, Leipzig) helyezkedhettem el, így szerves részeként működhettem közre az egyszerűsége, célszerűsége, szerkezeti tisztaságra, valamint gazdaságos megvalósíthatóságra törekvő alkotói kollektívának. Addigi ismereteim, tapasztalataim bővítése mellett kiváló alkalmam nyílt a német szaknyelvben való elmélyülésre is. Az építési helyre, az elérhető építési anyagokra, azok összeillesztésére, valamint a helyi építési hagyományokra érzékenyen reagáló építészettel, valamint az ezek alkotta kifinomult formákkal találkozhattam. Mindeközben világossá vált számomra az is, hogy a német építészet képviselte színvonal egyik fő alkotóelemét az építészek, a szakági tervezők, valamint a kivitelezők együttműködése biztosítja.

Ott tartózkodásom alatt ismerkedtem meg a passzívház építés elvi és gyakorlati módszereivel, és azzal az építészeti szemlélettel, mely a minél hatékonyabb technológiák és megoldások folyamatos keresése mellett nem téveszti szem elől az építészet esztétikai szempontjait. Izgalmas kérdésként tekintek a tervezendő épülethez felhasznált anyagok, szerkezetek, építészeti technológiák, a teljesítendő funkcionális követelmények, s azok vonatkozásában felhasznált gépészet épületarculatot befolyásoló hatására.

Dolgozatom a kortárs építészeti jelenségek fenti aspektusainak elemzésével szerkesztettem meg. A mestermunkám a passzívház-szabványnak megfelelő, kétgenerációs családi ház, amellyel az építészetről alkotott nézeteimet szeretném kifejezésre juttatni.

IV. Építészet a "passzívház - követelmények" szolgálatában

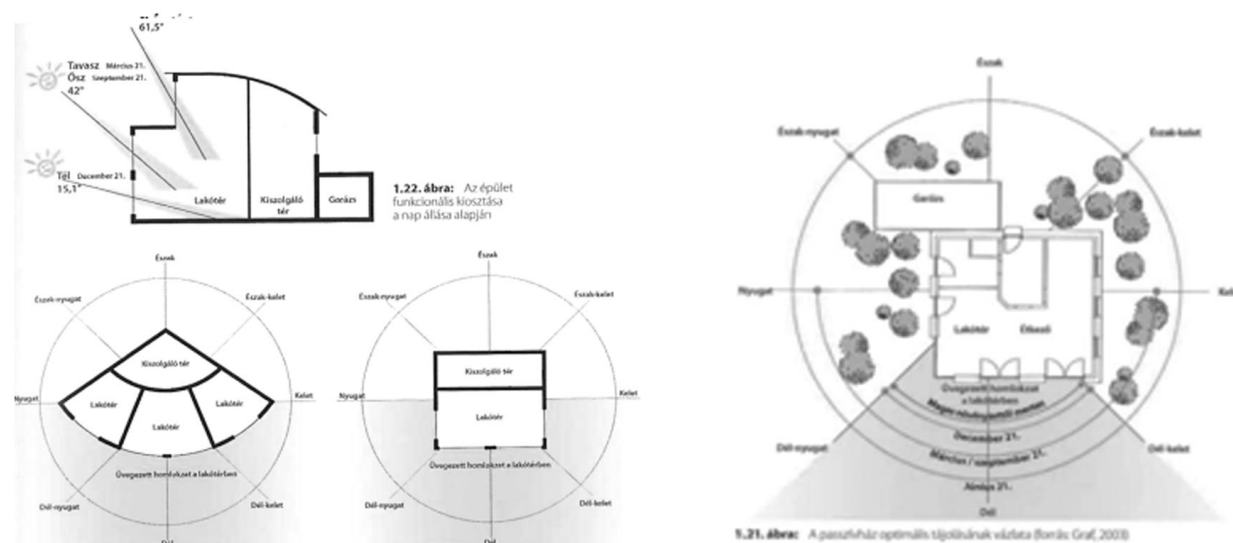
- Passzívház Wurzen (Németország)

1. Építészeti alapkoncepció az optimalizálásra való törekvés jegyében

-Passzívház Wurzen (Németország)

- Tájolás, Funkció

A passzívháznak az adott telekre való tájolása előtt tisztázni kell, hogy a napenergia intenzív használata garantálható-e. Biztosítani kell, hogy a beeső napsugárzás az épületet el is érje. A magas fák, vagy a szomszédos épületek által vetett nagyobb árnyék értelemszerűen hátrányosan hat a napenergiából kinyerhető hőmennyiségre. A passzívház-szabványt könnyebb teljesíteni, ha az épület déli tájolású, és csak kis mértékben árnyékolt.



-optimalizált tájolás és ennek megfelelő funkcionális kiosztás

Az ábrán látható passzívháznál dél-kelettől dél-nyugatig nincs árnyékolás, a keleti- és a nyugati irányba telepített növényzet pedig az alacsonyan kelő és - fekvő napot takarja.

Az alaprajzi elrendezés tervezése során a lakóhelyiségeket délre, míg a kiszolgáló-, illetve tároló helyiségeket északra érdemes tájolni a tartózkodó helyiségek felől és a kiszolgáló helyiségek felé mutató hőmérsékleti esés eléréséhez. A melléképületeket, mint például a garázst, a kerékpártárolót, vagy a kerti szerszámtárolót az északi oldalon célszerű elhelyezni. Ezek a fűtetlen puffer terek energetikailag nagyon kedvező hatással bírnak. Arra azonban figyelni kell, hogy a fűtött terek ne szellőzzenek a fűtetlen terek felé. Ez ugyanis elkerülhetetlen módon párakicsapódáshoz, ezáltal pedig nedvesség okozta kárhoz vezet. A hideg helyiségek elrendezését csak külső megközelítéssel, a fűtött és hőszigetelt épületburkon kívülre szabad tervezni. A fűtetlen pufferzónákon belül kivételt képez a télikert, amelyet javasolt dél felé tájolni.



- **Domborzat**

A sík területhez képest egy völgyteknő, vagy hidegzug 25%-kal magasabb fűtési energiaigényt is okozhat. Egy magasabb fekvésű dombtetőn is 10%-kal több a fűtési energiaigény, míg optimális elhelyezkedésnél, egy napos déli lejtőn 15%-kal kevesebb.

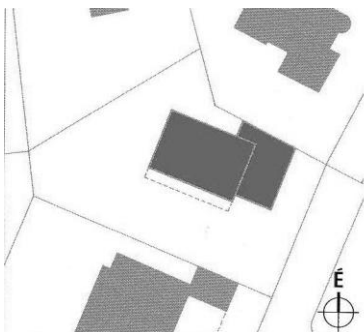


Lakóház, Steyr (Ausztria) Proyer & Proyer Architekten OEG, Steyr (Ausztria); Strohhallenhaus Südtirol: Werner Schmidt

Az Enns folyó völgyében lévő panorámás, dél felé lejtő álmottelek Felső-Ausztriában, Steyr városában található. A bekötőút fekvése szintén ideális, a telek északi peremén, tehát a hegy felőli oldalon fut végig.

- **Beépítettség**

Az épület védettebb elhelyezkedése, más épületek, vagy a vegetáció hatása 1/4-ével is csökkentheti az energiafogyasztást. Így pl. hideg időszakban az épület közvetlen környezetében magasabb hőmérséklet is uralkodhat, amely az épület kisebb mértékű lehűléséhez vezethet. Ugyanakkor az épületek túlzott közelsége csökkentheti a benapozás által elérhető hőnyereséget, vagy az esetlegesen telepített szoláris rendszerek (napkollektor, napelem) hatékonyságát.



Családi ház, Ellwangen-Neuheim (Németország), Hariolf Brenner, Ellwangen (Németország)

- **Szélkitettség**

Zárt, szélvédett beépítés esetén alacsonyabb fűtési energiaigény várható, mint egy szélnek kitett, sík területen egyedül álló épület esetében.

- **Üvegfelületek**

Nagyméretűre tervezett, javarészt üvegezett déli homlokzat, illetve kis felületű, üvegfelülettel alig rendelkező északi oldal.

Északi irányban a veszteség még passzív ház-ablakok esetén is jóval több a nyereségnél, ezért a nyílászárók méretét szigorúan a bevilágítás igénye dönti el. Érdemes a mellékhelyiségeket és a bevilágítás nélküli helyiségeket északi irányba tervezni. Figyelmet érdemel azonban a szórt fény, mely észak felé is jelentős, így semmi akadálya annak, hogy nagy ablakfelületeket és ezáltal nagy fényigényű helyiségeket helyezzenek itt el. Sok esetben (pl. iroda funkció) az így nyert kisebb káprázás jobb vizuális komfortot eredményezhet, mint a déli épületrészeket ellátó direkt napfény esetében. A keletkezett veszteséget más módon, pl. kompakt épületformával, vastagabb hőszigeteléssel lehet ellensúlyozni. Meggondolandó északra jobb hőszigetelőértékű (alacsonyabb U_g -értékű) ablakot tenni akkor is, ha az ablaknak esetleg rosszabb az össz-sugárzás átbocsátó képessége (g értéke).

Az üvegfelületek az energiamérlegben transzmissziós veszteséget és szoláris nyereséget is okoznak. A homlokzat üvegezett felületeinek alapterülethez viszonyított aránya a 30-40%-ot ne haladja meg. (Azaz egy 100 m² alapterületű házban a homlokzati üvegfelület mérete lehetőleg ne haladja meg a 40 m²-t.) A transzparens felületek 70%-át érdemes délre tájolni (+/- 30°). Minél nagyobb üvegfelület néz dél felé, annál kedvezőbb lesz az épület energiamérlege télen. Méretezéskor figyelembe kell venni a nyári túlmelegedés gyakoriságát is. Déli tájolású üvegezett nyílászárók esetén feltétlenül szükséges árnyékoló szerkezetek alkalmazása. Ebben az irányban vízszintes helyzetű árnyékolók is hatásosak. Keleti és nyugati irányban a veszteség kis mértékben több a nyereségnél, ezért az ablakok méretét a bevilágítás igénye szerint kell méretezni. Az alacsony dőlésszögű napsugárzás következményeként függőleges helyzetű árnyékolók használata elengedhetetlen.



Családi ház Ebnat-Kappel (Svájc): Dietrich Schwarz, Domat; Családi ház Bludesch (Ausztria): Caldobau GmbH, Ludesch;
Családi ház Innsbruck (Ausztria), Josef Kiraly, Sistrans (Ausztria), Családi ház Kirchheimbolanden (Németország): Müller + Mizera Architekten, Dannenfels

- **Kompakt forma**

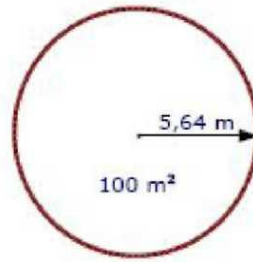
A passzívház energiafogyasztásának alapját már az épület alaprajza és alakja is meghatározza. A beépített térfogathoz (V) képest nagy (A) burkoló felülettel rendelkező épület energiafogyasztása magasabb, mint az azonos térfogattal, de kisebb burkoló felülettel rendelkező épületeké. Ezért a kedvező energiafogyasztás érdekében célszerű az A/V-arányt lehetőleg alacsony értéken tartani. Teoretikusan az optimális eset a gömb forma lenne. A gyakorlatban a kocka kompakt - és energetikailag kedvező formája révén éri el a passzívház szempontjából legkedvezőbb A/V-arányt. Ha ezt az épületkockát ki- vagy beugrásokkal, erkélyekkel oldják fel, további külső, hőleadó felület keletkezik.

A legnagyobb kihívást a szabadon álló családi házak képezik, mivel a sor- vagy ikerházakkal ellentétben nem rendelkeznek egymással határos, hővesztéségtől mentes, így termikusan semleges fallal.

Ahhoz, hogy a téli benapozást a lehető legbeljebb engedjük az épületbe, a déli oldalt nagyméretű ablakfelületnek kell uralnia. Az energianyereség emellett az ablak bélésfalának ferde kialakításával tovább javítható. Az északi oldalon csak a helyiségek megvilágításához szükséges ablakokat célszerű elhelyezni.

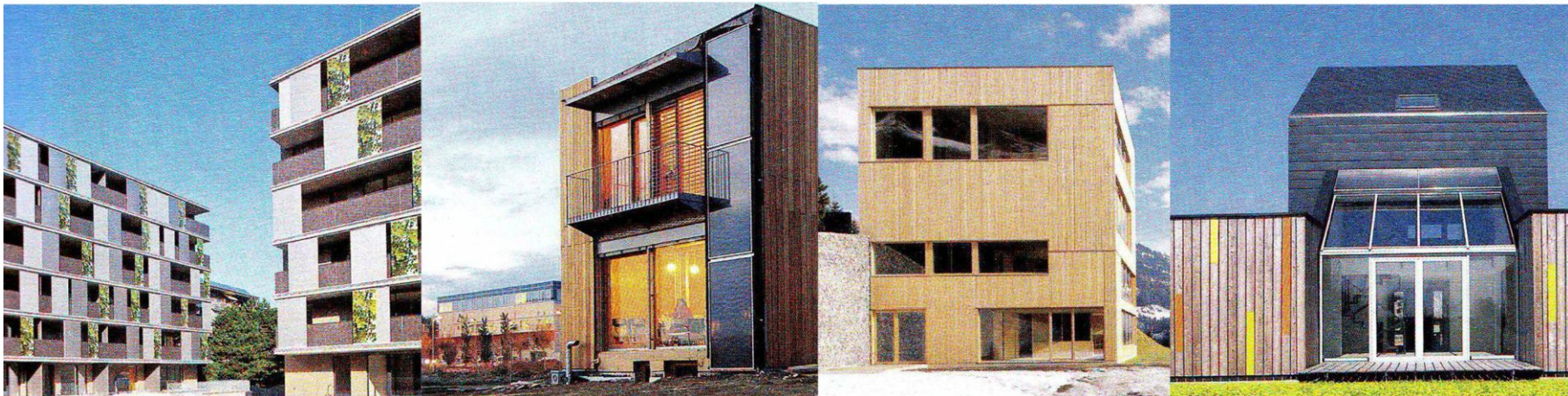
Az épület szempontjából kedvezőbb téglalap-, illetve kocka alakú forma a lakóterek azonos tájolása mellett közelít az energetikai peremfeltételek optimális kihasználásához.

A következő alaprajzpéldák mind 100 m² alapterületet foglalnak magukba. Az összehasonlítás alapjául a 10 m x 10 m-es négyzet alakú alapterületet vettük, így az 100%-kal szerepel. Hozzá hasonlítottuk a további alaprajzkontúrokat.



Extrém példa: *kör alakú* alaprajz : Kerület: 35,44 m = 88,6%

Egy szintnél kb. 14 m²-rel, két szintnél kb. 27 m²-rel kevesebb fal-, illetve ablakfelület szükséges.



Passívház Innsbruck: Team2architects, Passívház Psczyna (Lengyelország): Peter Kuczia, Közösségi ház St.Gerold (Ausztria): cukrowitz, nachbaur architekten, Arborétum ház Lleidában (Spanyolország): Josep Bunyesc

- **Metszet**

A metszetek kerületének minimalizálása, praktikus közelítése a négyzetformához, pontosan olyan hatással van a felület-térfogat arányra, mint azt az alaprajznál láthattuk. Egy egyszintes családi ház A/V-aránya általában rosszabb, mint egy ugyanakkora hasznos alapterületű kétszintesé. Az alábbi példában ez az arány mintegy 23%-kal rosszabb. Mivel az A/V-arány jól jellemzi a fűtési energiaigény mértékét, az alábbi egyszintes ház fűtési energiaigénye jó közelítéssel 23%-kal több, mint ugyanolyan U-értékek mellett a kétszintesé. Ha egy adott fűtési energiaigény elérése a cél, akkor az alábbi egyszintes házban hatékonyabban kell hőszigetelni, illetőleg egyéb módon kell ellensúlyozni a nagyobb lehűlő felületből adódó hátrányt.

Kétszintes ház:

Alapterület: 8 m x 8 m x 2 szint = 128 m² Épületmagasság: 6 m

Lehűlő felület: 320 m² (4 x 8 m x 6 m + 2 x 64 m²) Fűtött térfogat: 384 m³ (64 m² x 6 m)

A/V: 0,83 = 100%

Egyszintes ház:

Alapterület: 10 m x 12,8 m x 1 szint = 128 m² Épületmagasság: 3 m

Lehűlő felület: 392,8 m² (45,6 m x 3 m + 2 x 128 m²) Fűtött térfogat: 384 m³ (128 m² x 3 m)

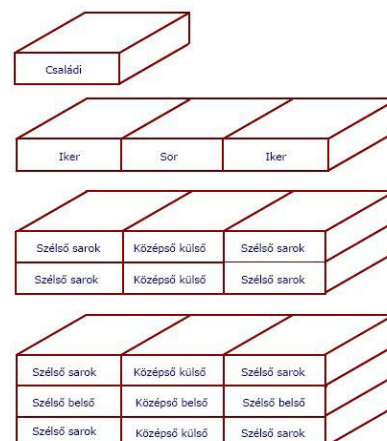
A/V: 1,02 = 123%

- **Szintenként eltérő alaprajz**

Az előzőekből logikusan következik, amennyiben az egymás fölött lévő szintek nem fedik le teljesen egymást, akkor a lehűlő felületek aránya a térfogathoz képest nő. Ha pl. az alsó szint 100 m², a felső pedig csak ötven, akkor ezen 150 m²-es lakásnak - lapostetővel számolva - 100 m² tetőfelülete lesz. Egy ugyanakkora alapterületű, kétszintes, szintenként 75 m²-es lakásnak a tetőfelülete 25%-kal kevesebb (75 m²). Hasonló a helyzet fűtött pince esetében, ha a lakás nem teljesen egészben van alápincézve, vagy teljesen alá van pincézve, de a pincének csak egy része fűtött. Fűtetlen pince esetén nincs különbség a két eset között a fűtési hőigény tekintetében.

- **Családház, ikerház**

Egy 10 m x 10 m-es alapterületű, 3 m épületmagasságú lakás A/V aránya másként alakul annak függvényében, hogy családi házként, ikerházként, sorházként vagy társasházi lakásként épül.



- **Garázs**

A garázs lehet része az épülettömegnek, de attól termikusan el kell választani. Nem célszerű az épülettömegbe integrálni, mert ezzel a termikus burok kompaktsága indokolatlanul csökken, más szóval nő a hűlő felület nagysága. Elhelyezése ideális az északi oldalon, ahol egyébként is kevés nyílászáró található, viszont sok esetben erre az oldalra kerül a lakásbejárati ajtó. Gyakran alkalmazott, mégis kerülendő példa a földszinten elhelyezett, oldalról és felülről is lakótérrel határolt garázs.

A garázs és a lakótér közötti épületszerkezet (fal, födém) hőszigetelését hasonló minőségben kell elvégezni, mint a külső falét vagy a nem fűtött pincefödémét. A garázs és a lakótér közötti ajtónak pedig célszerű passzívház bejárati ajtó minőségűnek lennie. Energetikai és költséghatékonysági szempontból még jobb, ha a garázból nem nyílik ajtó a fűtött térre, de ez persze kevésbé praktikus megoldás.

A garázsban a hőmérlegsámítás külső hőmérséklettel számol, miközben egy fűtetlen pincében 10 °C körüli hőmérsékletet feltételez (a külső hőveszteség kb. 50%-át). Nagy, jól hőszigetelt garázs esetén legalább a külső hőveszteség 75%-ával kell számolni.



Családi ház St.Martin/Innkreis (Ausztria): PAU.AT Architekten, Wels (Ausztria), Családi ház Bludesch (Ausztria): Caldobau GmbH, Ludesch; Családi ház Ebnat-Kappel (Svájc): Dietrich Schwarz, Domat; Családi ház Ellwangen-Neuheim (Németország): Hariolf Brenner, Ellwangen (Németország)

- **Erkély**

Passzívházaknál az erkély jellemzően vagy lábakon áll, vagy a falra, illetve a tetőre van felfüggesztve. Magához a termikus burokhoz csak pontszerűen van hozzáillesztve. Az ilyen jellegű pontszerű hőhidak energetikai hatása ugyan lényegesen kisebb mértékű a vonalmenti kapcsolódásnál, mégsem lehet az energetikai számítás során azokat teljes mértékben elhanyagolni.



Passzívház Ottbergenben: Carsten Grobe

- **Lépcsőház**

Többlakásos épületek esetében mindig felmerül a kérdés, hová kerüljön a lépcsőház. Kerülhet az épületttesten belülrre, vagy azon kívülre, illetve lehet a termikus burkon belül, vagy azon kívül is.

Energetikai szempontból a legkedvezőbb az, hogy amennyiben a lépcsőház része az épülettömegnek, akkor legyen a termikus burkon belül, ha viszont az épülettömegén kívül helyezkedik el, akkor kerüljön a termikus burkon is kívülre. Ezek az ajánlások abból következnek, hogy az épületburok felülete legyen a lehető legkisebb. A kompakt tömeg akár konkáv, akár konvex megbontása (pl. lépcsőház az épületttesten belül, de a termikus burkon kívül vagy az épületttesten kívül, de a termikus burkon belül) főlegesen növeli a lehűlő felület arányát. További problémákat vet fel a hideg és a meleg zónák közötti termikus elválasztás, a hőhidak jelenléte.

- **Gépészeti helyiség**

A passzívház gépészete – különösen, ha kompaktkészülék – alig foglal helyet, csak miatta általában nem szükséges pincét kialakítani. Sokszor helyezik a háztartási helyiségbe.

A gépészeti költségek jó részét a csővezetékek kiépítésének a költsége teszi ki, gazdaságossági szempontból is előnyös tehát a minél rövidebb csőhossz. Ezt lényegesen befolyásolja a belső térszervezés, többek között a gépészeti helyiség elhelyezése is. Külön előnnyel járhat, ha az építész tisztában van az irányított átszellőztetés elvével, a szokásos csőméretekkel, helyet hagy a légtechnikai csöveknek, a fel- és leszálló strangot is beleértve, illetve ha a térszervezés egyáltalán nem, vagy csak kis mértékben követel meg csőkeresztveződést.

Az optimális passzív ház létrehozásának fontos feltétele a telek mérete, helyzete tájolása. A megfelelő tájolás hatással van a gépészeti rendszerre, valamint csökkentheti az alkalmazandó hőszigetelés vastagságát. Az energiatudatos építészet igyekszik tompítani a nem kívánt hatásokat, pl. az épület lehűlő felületének csökkentésével, illetve a nyári napsugárzás - lehetőleg passzív elemekkel való - leárnyékolásával. A kedvező hatásokat pedig megkísérli felerősíteni, pl. az ablakfelületek megfelelő tájolásával, méretezésével.

Az optimalizált terek kialakítására azért van szükség, mert struktúrája minimalizálja a felhasználandó és a felhasználható területet.

Optimális funkcionális kialakítás mellett az építészeti gondolkodás és az új technológiák, technikai fejlesztések, új anyagok, szerkezetek adta lehetőségek ismerete és felhasználása szükséges.

Az optimalizálás kitűnő minőségű anyagokat, kiváló munkát igénylő beépítést feltételez, egyrészt a kis alapterület fokozott igénybevétele miatt, másrészt a fenntartás, üzemeltetés költségeinek leszorítása sem lehetséges másképp.

1.Tézis

A jövő energiatudatos építészetének fejlődésében előrelépést jelent az optimalizálásra való törekvés. Az optimalizálás(a tervezéstől kezdve, a kivitelezéssel záródóan) magával vonja a mindig megújuló technológiák megismerését, ezáltal állandó fejlődésre készíti az építészetet.

Az épület energjafelhasználásának optimalizálásával egyben a környezetet is védjük.

2.Építészeti karakter az anyag és szerkezet függvényében

A. műszaki paraméterekkel szemben támasztott követelmények:

A passzívház-szabványban csak energetikai előírás szerepel, a felhasznált anyagok szempontjából semmiféle megkötés nincs. Lehet nehéz- vagy könnyűszerkezetes, szintetikus vagy természetes, hagyományos vagy modern.

1. A leggyakoribb térelhatároló szerkezet típusokat az alábbi módon csoportosíthatjuk:

- kerámia-, pórusbeton-, mészhomok-, téglá-, vagy beton (nehéz) falazatok ásványgyapot, polisztirol vagy cellulóz (újrahasznosított újságpapír) hőszigeteléssel, vakolva vagy különböző homlokzatburkolattal;
- az előbb említett nehéz, szilikát falazatok hőszigeteléssel és átszellőztetett légréteggel vakolva vagy különböző homlokzati elemmel burkolva;
- favázis szerkezetek befűjt vagy függesztett hőszigeteléssel: vakolva vagy faburkolattal;
- polisztirol keményhab zsaluelemek beton kitöltéssel.

2.A külső falak kivitelezése során monolit- és könnyűszerkezetes építésmódot különböztetünk meg:

- Monolit szerkezet

Monolit falszerkezet: a különféle falazóelemek külső beépítésű hőszigeteléssel (termohéjazat 25-40 cm vastag) és időjárás elleni védelemmel (általában vakolat) eredményezik a ragasztott hőszigetelő rendszert.

Tömörfa falszerkezet / fatáblás falszerkezet: A rétegelt táblás, illetve rétegelt fatartós elemekből, vagy keresztirányban ragasztott, illetve dübelezett falszerkezet külső beépítésű hőszigeteléssel (termohéjazat 25-40 cm vastagsággal), valamint időjárás elleni védelemmel (általában fa héjazat), amely ragasztott hőszigetelő rendszert képez.

- Könnyűszerkezetes építésmód

Tömörfa tartós vázszerkezet: a szerkezet a fal két oldalára szerelt fa építőlemezes burkolatból, valamint a köztük elhelyezett hőszigetelésből áll. A szerkezet összvastagsága a szükséges hőszigetelő anyag vastagságából adódik. A szerkezet szellőztetett és időjárás ellen védett (általában fa burkolat).

TJI-tartós vázszerkezet: a két oldalon fa építőlemezzel burkolt tartók köztes terét hőszigetelő anyaggal töltik ki. A szerkezet összvastagsága a szükséges hőszigetelő anyag vastagságából adódik. A szerkezet ezen felül szellőztetett és időjárás elleni réteggel látják el (általában fa burkolat).

3.A külső falszerkezetek különféle építésmóddal is kivitelezhetők, azonban a többrétegű kialakítás jellemzi őket. Ennek alapelvei a következők:

- a teherhordó szerkezet monolit fal vagy állványos szerkezet;
- az előírt hővédelmet a rá- vagy közészerelt hőszigetelés biztosítja;
- a hőszigetelő anyag vastagsága a hővezető képesség függvénye;
- az időjárás elleni védelmet egy további, külső réteg nyújtja (pl. vakolat vagy faburkolat);
- a falszerkezetet talajvíz-nyomás ellen szigetelni kell.

4.Tartószerkezet és hőszigetelés

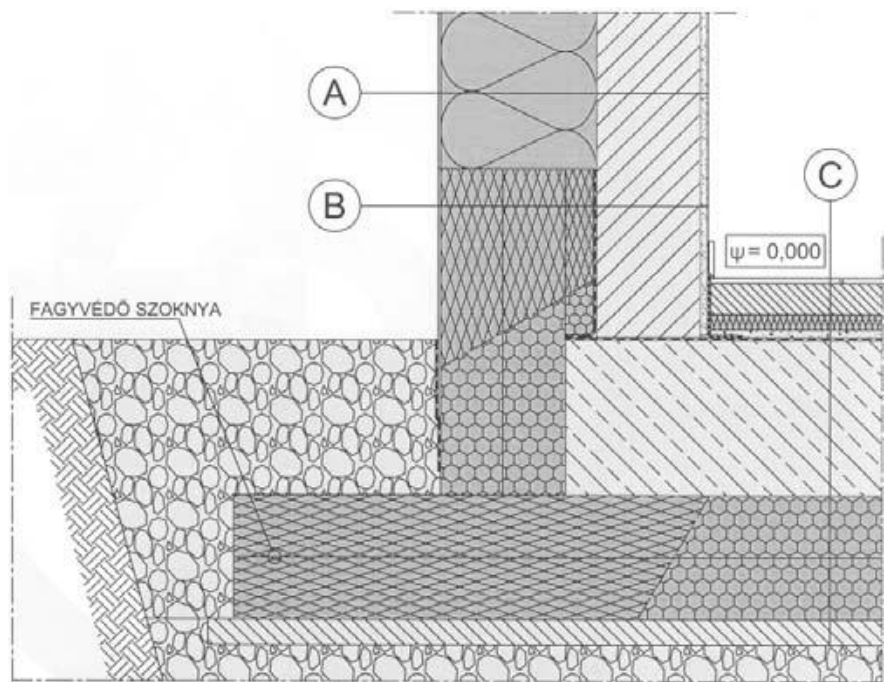
A falas teherhordó szerkezet lehet kerámia, pórusbeton, mészhomokkő, vasbeton, fa stb. Kizárólag ezekkel a teherhordó funkciót is ellátó külső falszerkezetekkel a passzívház szintű hőszigetelést általában csak aránytalanul nagy vastagsággal lehetne elérni (tömör fából pl. durván 1 méter vastag falra lenne szükség a megfelelő U-érték teljesítéséhez), ezért érdemes a teherhordó falszerkezet vastagságát a statikai szükség szerint méretezni és külön hőszigetelő anyaggal kombinálni.

Az égetett kerámia falazóelemekből épülő külső falakra kerülő hőszigetelés vastagsága a falazóelem egyenértékű hővezetési tényezőjének számításba vételével változik. A falazatok átlagos lambda-értéke 0,6 W/(mK)-tól (hanggátló téglafal) 0,08 W/(mK)-ig (perlitkitöltésű falazat) választható. A tartószerkezeti, hanggátlási, tűzállósági követelmények homogén kerámia-anyagú téglafalazattal való teljesítése jelenleg $U=0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ hőszigetelő képességgel lehetséges, ez esetben a vakolat nélküli falvastagság 50 cm.

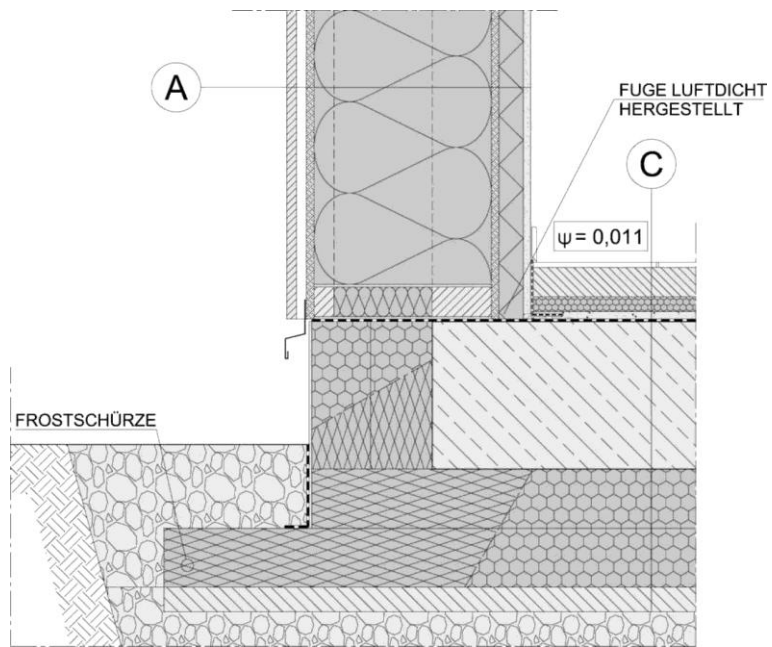
5.Talajjal érintkező épületszerkezetek:

A talajjal érintkező épületszerkezetek hőszigetelése leggyakrabban extrudált polisztirollal (XPS) vagy formahabosított polisztirollal (EPS-P) történik, aminek alternatívája a hazánkban még kevésbé elterjedt habüveg, illetve a habüveg granulátum. XPS-ből, EPS-P-ből, habüvegből durván 25 cm, habüveg granulátumból 50–60 cm rétegvastagság szükséges a passzívház minőség eléréséhez.

Lemezalap: vasbeton lemezalap alkalmazása esetén a hőszigetelés könnyen átvezethető az épület alatt, és hőhídmentesen illeszthető a külső fal lábazati hőszigeteléséhez.

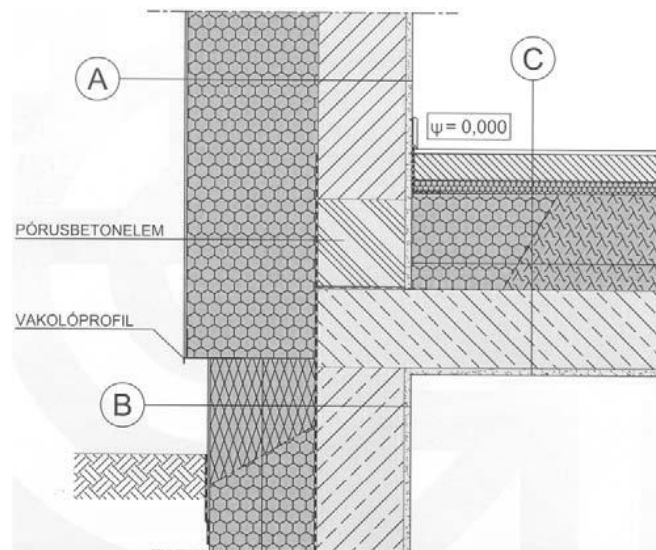


Lemezalap hőszigetelése
Forrás: GDI, Passívház-csomópontok felhasználóknak



Lemezalap hőszigetelése
Forrás: GDI, Passívház-csomópontok felhasználóknak

Fűtetlen pince: A hőszigetelés, megszakítás nélkül fűtetlen pince esetében hagyományos hőszigetelő anyaggal nem valósítható meg, a tartófal hőhídmegszakítása azonban pórusbeton, purenit vagy habüveg sávalkalmazásával a padlószerkezet hőszigetelése síkjában akár teljesen hőhídmentessé teheti a csomópontot.



Hőszigetelés hőhídmegszakítással fűtetlen pince esetén
Forrás: GDI, Passzívház-csomópontok felhasználóknak

6. A külső falak és tetőszerkezet

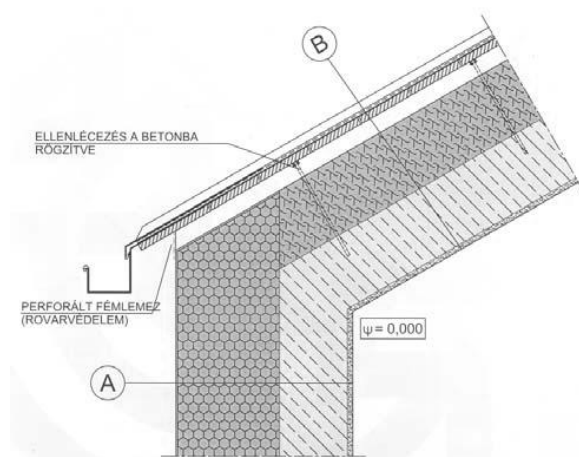
A külső falak és a tető hőszigetelésein az általános hőszigetelő anyagok esetében, úgy mint polisztirol (fehér EPS), ásványgyapot (kőzet-, vagy üveggyapot), illetve szórt cellulózrost hőszigetelés mintegy 30 cm rétegvastagság szükséges. Relatív új a piacon a grafit-tartalmú polisztirol (szürke EPS) hőszigetelő anyag, amelyből már durván 24 cm elegendő lehet. A következő hőszigetelési fokozatot a poliuretán (PUR/PIR) alapú hőszigetelések jelentik, amelyek kb. 20 cm vastagságban már teljesíthetik a passzívház szintű követelményeket. A hőszigetelés csúcsát – a szerkezeti vastagság szempontjából – jelenleg a vákuum-panel hőszigetelés alkotja, amelyből a 6 cm vastag panelek már magukban is $0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ U értékkel rendelkeznek. A szükséges hőszigetelés-vastagság méretét minden épületnél egyedileg a PHPP- számítás elvégzésekor lehet pontosan meghatározni.

A lakóépületeknél a tető, illetve a padlást lehatároló zárófüdém a termikus burkolófelület 40%-át teszi ki. Az épületburok hőveszteségének 15-30%-a ezen a felületen keresztül keletkezik, ezért a passzívháznál itt kell a legvasta-

gabb hőszigetelést alkalmazni. A hőszigetelés vastagsága 30-54 cm, míg az U-érték 0,14 és 0,07 W/(m² K) között van. Ezeket azonban relatív költségkímélően be lehet építeni, és különféle anyagok is használhatók.

Ha a passívházban a tetőteret csak padlásként használják, akkor hőtechnikailag célszerűbb a tetőszerkezet helyett a zárófüdém hőszigetelni. Így a hő leadó burkolófelület, és az ebből eredő, kifűtendő tér is kisebb. Ez alacsonyabb energiafogyasztáshoz vezet, mivel a hőszigetelt tető hővesztesége magasabb, mint a hőszigetelt zárófüdémé. Ezért a tervezés előkészítése során érdemes a későbbi használaton elgondolkodni.

Koporsó vagy VB trapézfüdém: A hőhídmentes kialakítás koporsófüdém esetében problémamentes, a külső fal és a tető csatlakozásánál a hőszigetelés kívülről egyszerűen folytonossá tehető. A magas légtömörégi szintet itt maga a koporsófüdém vasbeton szerkezete biztosítja.

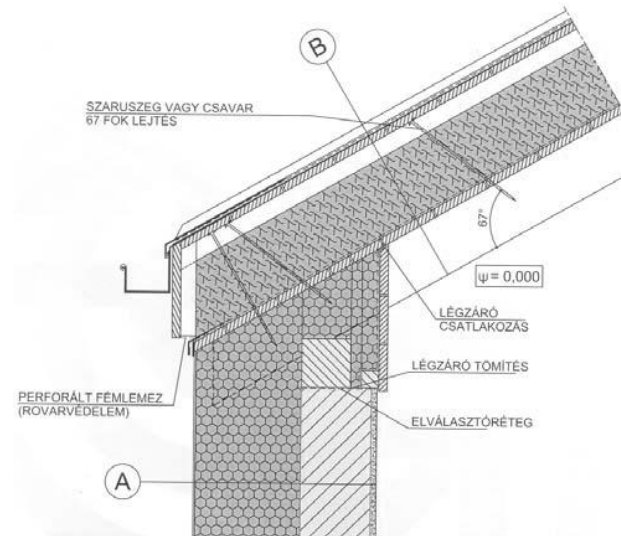


Koporsófüdém hőszigetelése

Forrás: GDI, Passívház-csomópontok felhasználóknak

Hőszigetelés a szarufák külső síkján:

Látzószarufás tetőknél, azaz a „szarufák fölötti” hőszigetelésnél a hőhídmentes megoldás problémamentesen kialakítható, a légzárást azonban át kell gondolni. A légzárás síkja magastetőben, a hőszigetelés alatt, a belső burkolat fölött vezet. A belső kéreg sok esetben nem marad abba a térdfalnál, hanem tovább vezet. A belső burkolat azonban nem légtömör, nem lehet része a légzáró rétegnek. Azaz gondoskodni kell a térdfal és a tető légzárási síkjának a folytonosságáról, ezért ezen a helyen szükség van a burkolat megszakítására.

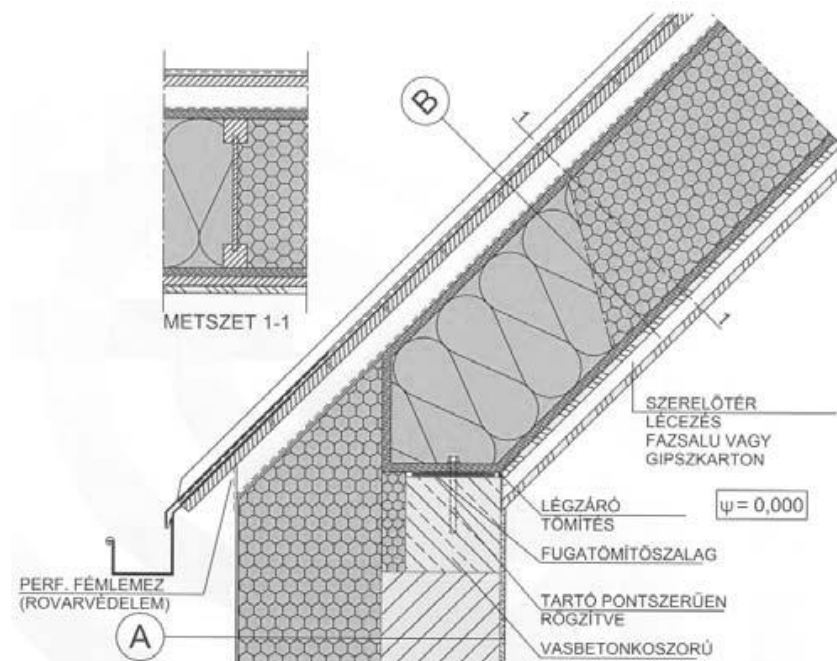


Szarufák fölötti hőszigetelés

Forrás: GDI, Passzívház-csomópontok felhasználóknak

Faanyagú I-tartókból készült fedélszék:

Az I-tartó hőhidhatása lényegesen kisebb mértékű, mint a hagyományos szarufáé, ideális megoldás passzívházak könnyűszerkezetes tetőszerkezetének, de akár oldalfalának kialakítására is. A faanyagú I-tartót nevezik dupla T-tartónak vagy TJI tartónak is.



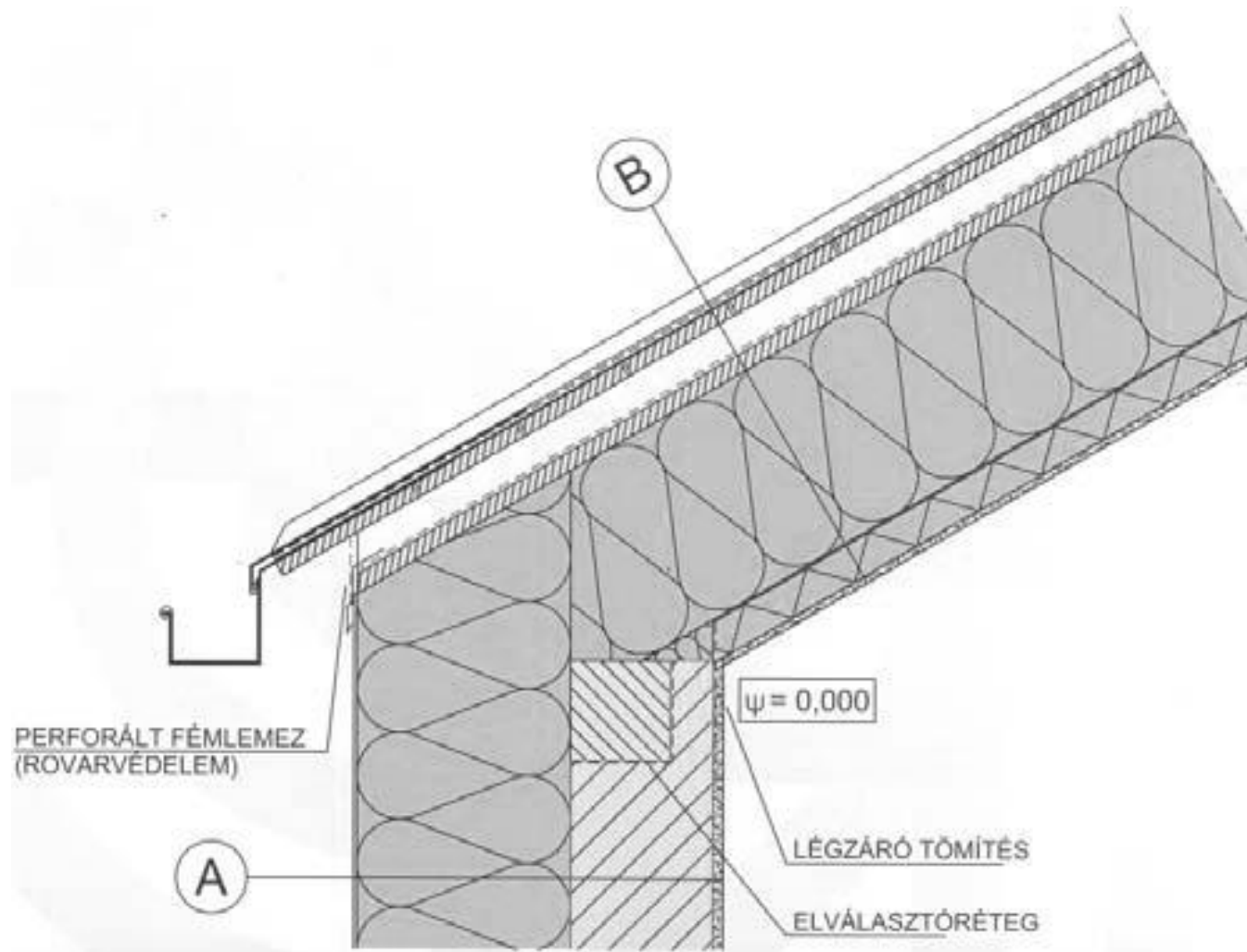
Hőszigetelés I-tartó alkalmazásakor

Forrás: GDI, Passzívház-csomópontok felhasználóknak

Könnyűszerkezetes tetőtér-beépítés:

Előfordulhat, hogy a szarufa mérete nem teszi lehetővé kellővastagságú hőszigetelés elhelyezését, ilyenkor vagy kiegészítő szarufa fölötti hőszigetelést lehet alkalmazni, mely – pozitív hatásként – jótékonyan csökkenti a szarufák hőhíd hatását, vagy a belső tér felől szarufatoldás alkalmazható.

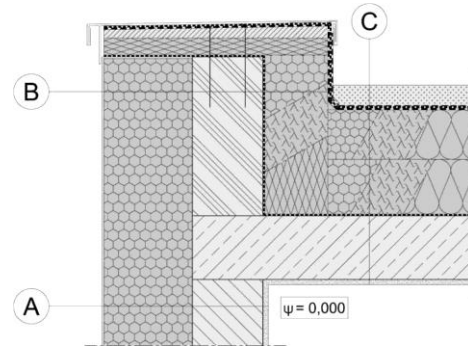
Célszerű a belső tér felől egy installációs réteg kialakítása, mely fölött vezethető a légtömorséget adó réteg (pl. megfelelő fólia). Így az installációs rétegben vezetett gépészeti vezetékek és kábelek kialakítása nem igényel külön törődést, tömítést, kisebb lesz a hibalehetőség.



Szarufák közötti hőszigetelés

Forrás: GDI, Passívház-csomópontok felhasználóknak

Attikamegoldás



Melegtető, attika

Forrás: GDI, Passzívház-csomópontok felhasználókna

7.Nyílászárók

Ablak:

Uw-érték és g-érték:

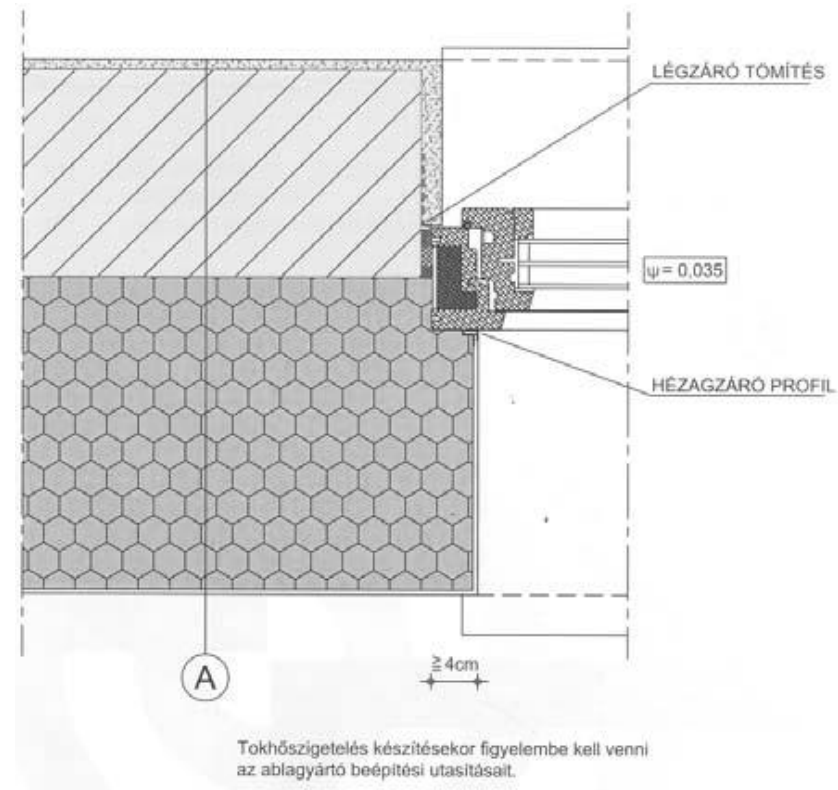
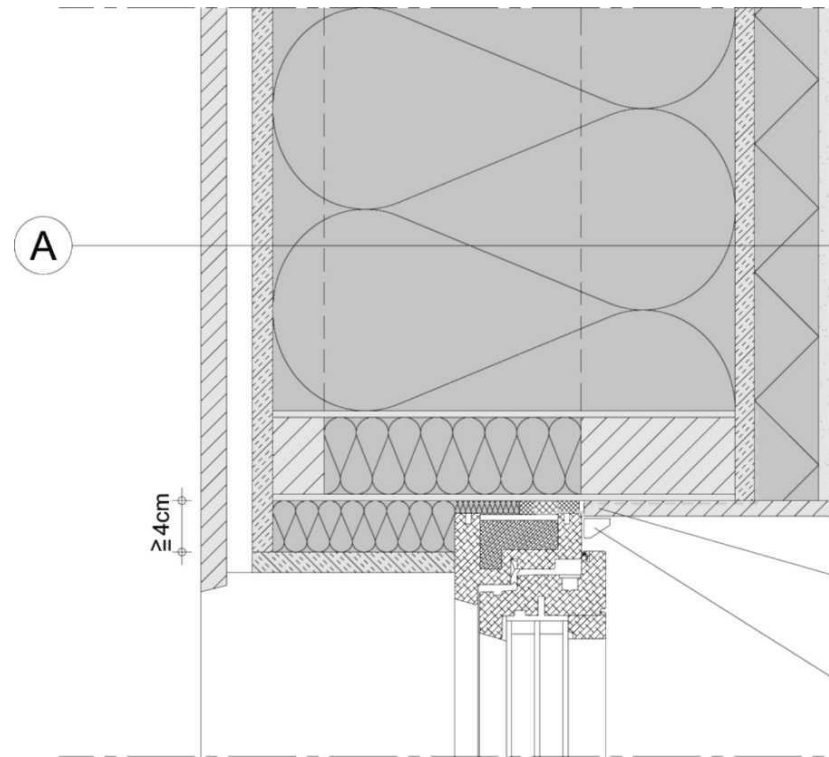
Egy ablak energiahatékonyágát két tényező kombinációja határozza meg: a transzmissziós hővesztesége és az általa elért szoláris nyereség. Az előbbit az Uw-értéke, az utóbbit pedig a g-értéke számszerűsíti. A korszerű nyílászárók legmagasabb műszaki színvonalát a passzívház ablakok alkotják, ahol az Uw-érték $\leq 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, a g érték pedig $\geq 50\%$ kell legyen. Ilyen ablakokat 3-rétegű üvegezéssel, nemesgáztöltéssel és hőszigetelt szárnykeretekkel és tokkal lehet elérni.

Ablatok és falszerkezet függőleges csatlakozása:

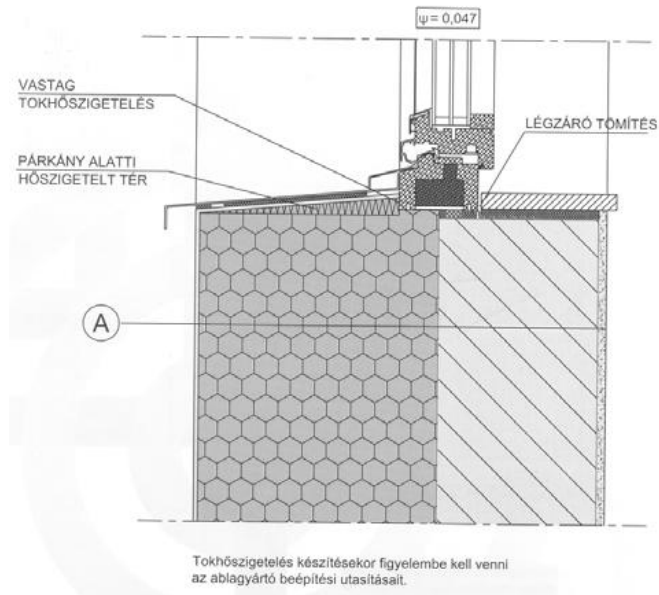
ψ üvegbeépítés: Az üvegbeépítés vonalmenti hőhídhatását csökkenteni lehet egy relatív nagy beépítési mélységgel, illetve jellemzően a beépítés körüli hőszigeteléssel. A PHPP-számítás alapértékként $0,04 \text{ W/(mK)}$ ablakbeépítési ψ -értéket feltételez.

Ablatok és falszerkezet alsó, vízszintes csatlakozása:

Az ablak-fal alsó, vízszintes csatlakozása (az ablakpárkány kialakítása) a legkedvezőtlenebb, az esővíz-elvezetés érdekében itt csak csekély mértékben van mód rátaikarni a hőszigeteléssel a tokra.



Ablatok és falszerkezet függőleges csatlakozása
 Forrás: GDI, Passívház-csomópontok felhasználóknak

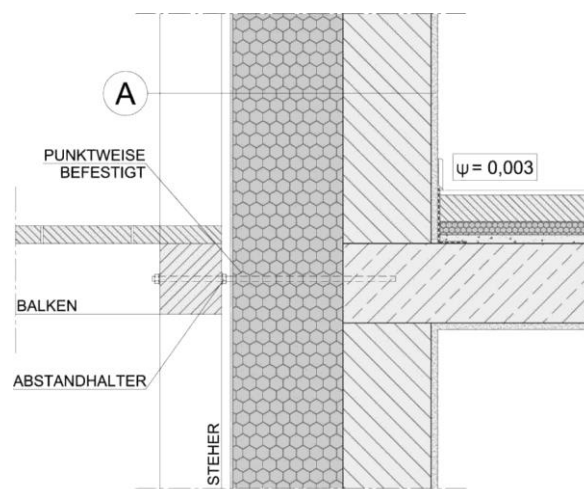


Ablatok és falszerkezet alsó, vízszintes csatlakozása
 Forrás: GDI, Passzívház-csomópontok felhasználóknak

Ajtó

Passzívház bejárati ajtókkal szemben az elvárás, hogy a beépítés utáni U-értéke, U_D , beépítve $\leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, illetve légtömörsége $Q_{100} \leq 2,25 \text{ m}^3/\text{hm}$ legyen. A magas hőszigetelési elvárás az ablakokhoz hasonlóan a belső tér termikus komfortját szolgálja, a hidegsugárzás és az emiatt létrejövő huzathatás elkerülése érdekében.

8.Balkonkialakítás



Balkonkialakítás

Forrás: GDI, Passzívház-csomópontok felhasználóknak

9. Árnyékolás

Egy jól működő passív háznak elengedhetetlen része az árnyékolás. A tervezés során vizsgálnunk kell, melyek azok a megoldások, amelyekkel otthonunk nyári túlmelegedését minimális szintre szoríthatjuk, miközben az árnyékolók esztétikai szempontból hangsúlyos vagy éppen észrevétlen elemei házunknak. A nagyméretű, tervezetten a nap irányába fordított ablakok és homlokzatok védelmére számos megoldás kínálkozik.

Az „épített” árnyékolókat működési elvük szerint nevezhetjük statikusnak, dinamikusnak. A statikus épületszerkezetek közé sorolhatjuk pl. a konzolosan túlnyújtott tetőt (párkány, előtető). Az ilyen jellegű árnyékolók lényege, hogy kihasználják a nyári és a téli napsütés eltérő beesési szögét.

Könnyen belátható, hogy a mélyen beépített ablakokat ezek az épített részek is milyen nagymértékben árnyékolhatják, különösen, ha a nyílászáró valamelyik mérete még az 50-60 cm-t sem éri el.

Működési elvük szerint dinamikus árnyékolók közé sorolhatjuk a redőnyövet, zsaluziákat, zsalugátereket, vásznas árnyékolókat, lehetnek kézi vagy motoros mozgathatók.

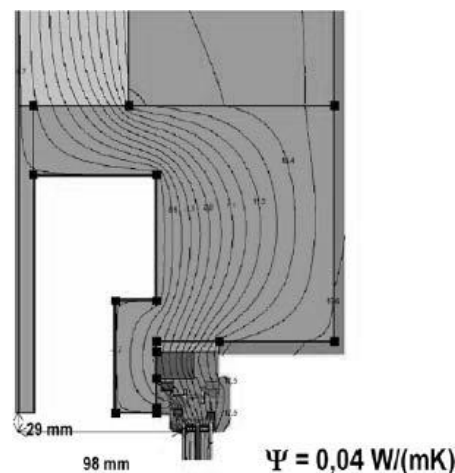
Redőnytok:

Látszó redőnytok:

A külső falon kívül elhelyezett, látszó redőnytok energetikailag nem problematikus.

Rejtett redőnytok:

A rejtett tokos megoldások viszont nagyobb körültekintést igényelnek, mivel csökkentik a hőszigetelés vastagságát. Ezt a redőnytok és a fal között jobb minőségű hőszigeteléssel (pl. poliuretán- vagy vákuumhőszigeteléssel) lehet ellensúlyozni.



Redőnytokbeépítés

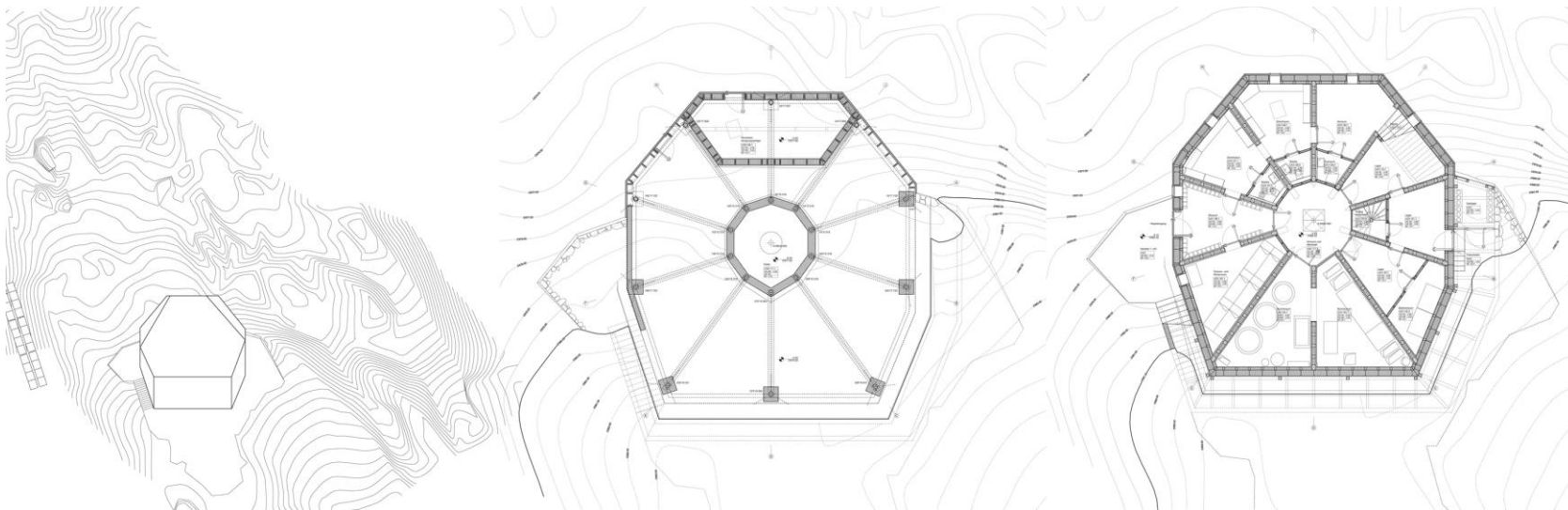
Forrás: Passivhaus Consulting Franz Freundorfer

Példák az anyag- és a szerkezethasználat sokszínűségére:

1. Monte Rosa menedékház

tervezők: Andrea Deplazes Professor, a Svájci Szövetségi Műszaki Főiskola Diákjai
ETH Zurich, Departement Architektur, Studio Monte Rosa

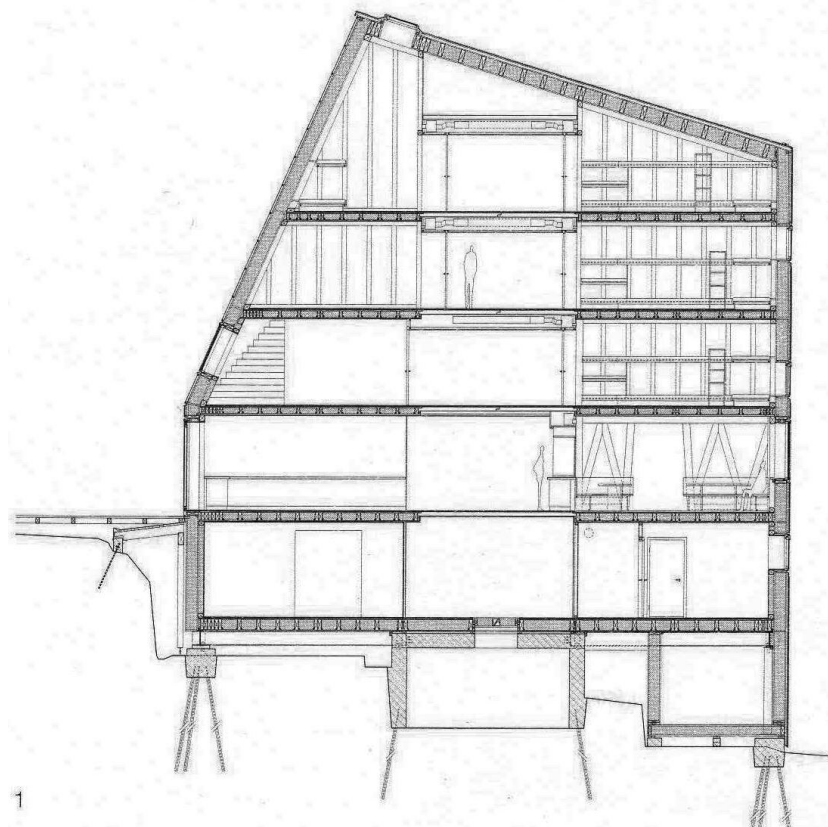




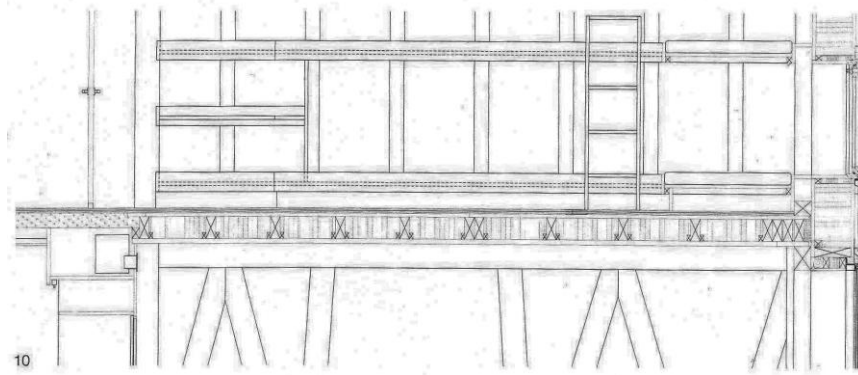
Az Alpok egyik leghíresebb magaslata a Svájc déli határa mentén található 4487 méteres Matterhorn, melynek közelébe, a Monte Rosa gleccser közvetlen szomszédságába, 2883 méteres magasságban építették a Monte Rosa menedékházat, mely az épület a főzéshez használt gáz és az élelmiszerek kivételével mindent képes maga előállítani: a komfortos belső klímát, ivóvizet, áramot, szennyvízkezelést.

Az épület tömege kompakt, a gömbhöz közelítő kristályszerű formálás és az alumínium borítás ezüstös színe jól illeszkedik a környezetbe, az épület beceneve ezért "hegyikristály". Az alaprajz szervezése a kör logikus, sugárirányú felosztását követi, gyakorlatilag nincs derékszög az épületen belül, az egymás mellett kialakított, cikkelyszerű szobák úgy sorakoznak egymás után, mint a narancsgerezdek. Az építéshez nem állt rendelkezésre úthálózat, így mindent helikopterrel kellett a helyszínre szállítani, emiatt a lehető legkevesebb és legkönnyebb anyagot kellett használni, a lehető legnagyobb előregyártással. Az épületburok vastag hőszigeteléssel ellátott, a déli tájolású homlokzat téglalap formájú síkját teljes mértékben fotovoltaikus napelemek borítják, melyek az áramellátást fedezik. A természetes

megvilágítást és passzív napenergia hasznosítást célszerűen elhelyezett ablakok szolgálják. Az épületburok szélén, közel 360 fokban spirálszerűen felkapaszkodó lépcsőről fantasztikus panoráma tárul fel a nap pályáját követő ablaksorból.

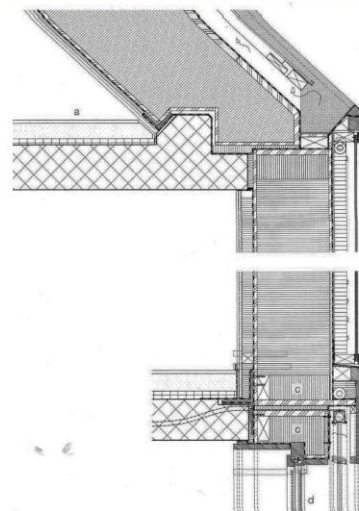


Az épület szerkezete egy ötszintes favázis szerkezet, fa födémelemekkel és válaszfalakkal. A hagyományos építőanyagot korszerű számítógépes technológiával tervezték és gyártották, egyenként optimalizálva az elemeket, így mindenhol csak a feltétlenül szükséges keresztmetszet került beépítésre. A teljes szerkezet 200 tonnás súlyát egy legyezőszerűen kialakított acélszerkezetű tárcsa közvetíti a sziklába süllyesztett központi betonlapra. A szerkezet így mindössze néhány ponton érintkezik a talajjal, így a talaj felé csatlakozó hőhidak száma minimálisra csökkent, az épület egyáltalán nem közvetít hőt a talaj felé. A könnyűszerkezetes vázlat vastag szigeteléssel és időjárásnak ellenálló alumíniumburkolattal látták el.

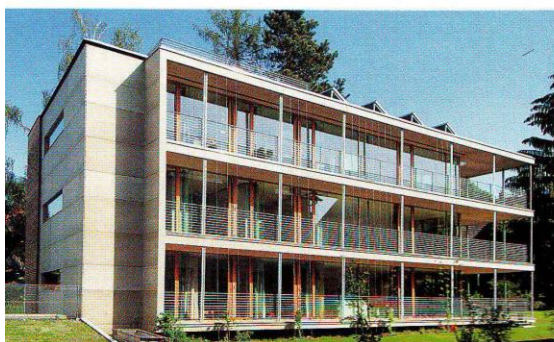
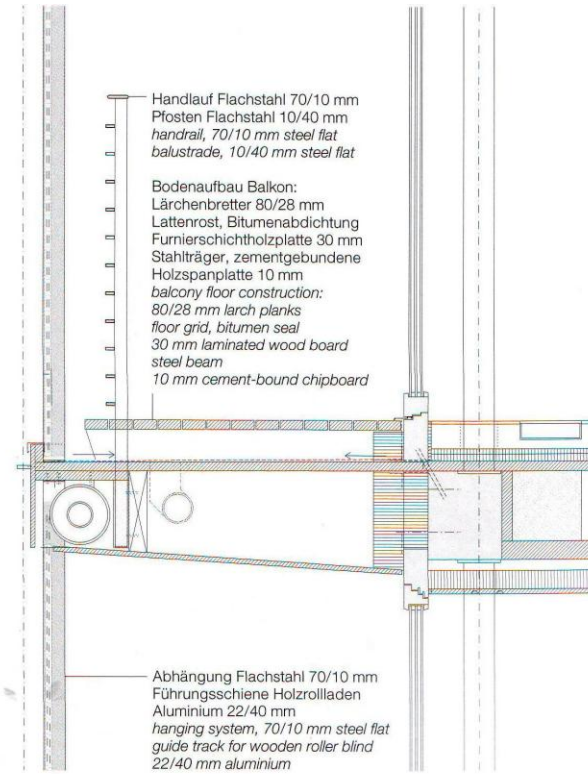
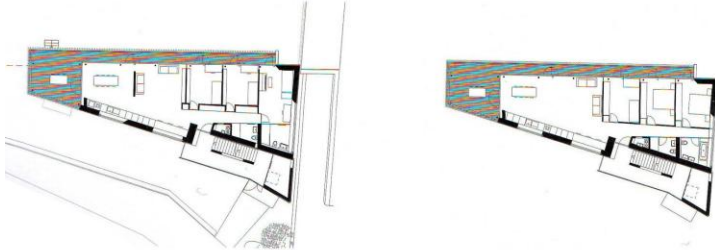


A decentralizált épületgépészeti rendszerek, a helyi erőforrások hasznosítása, takarékoskodás az anyaggal és energiával nélkülözhetővé teszik az energia-, és közműhálózatokat, ezáltal megvalósítva az autonóm működést és drasztikusan csökkentve a CO₂-kibocsátást, mind az építés, mind az üzemeltetés során.

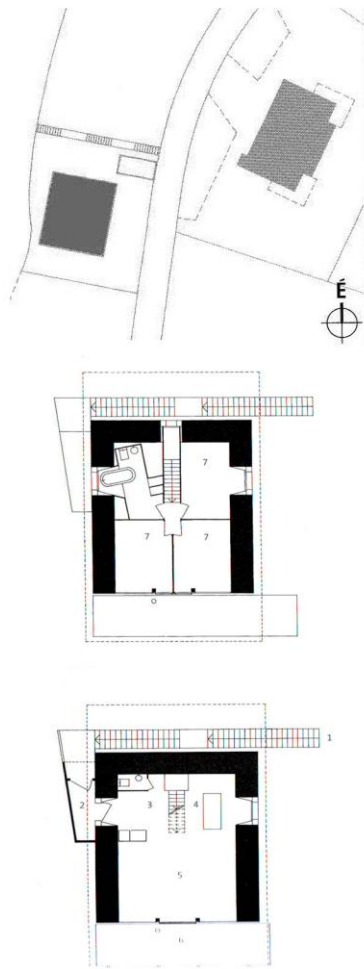
Társasház(Az energiatudatosság és az építészet szintézise): Monero Piccolotto



Lakóépület: Peter Schürch



Nyarló Disentis(Svájc): Atelier Werner Schmidt



A funkcionális igény funkcióvá, azaz konkrét alkotássá anyagban realizálódik. A funkció mellett az anyag az építészet másik alapeleme. Az anyag ugyanis nemcsak a feltételeket biztosítja ahhoz, hogy az igény a tényleges alkotás funkciójában realizálódjon, hanem ugyanakkor merev gátat is állít az igény teljes, szabad kibontakozása elé. Ezzel pedig nemcsak a megvalósulás lehetőségét korlátozza, hanem közvetve visszahat magának az igénynek alakulására is. A funkcionális igény szolgálatába kényszerített anyag nem véletlenszerűen addicionálódik épületté és nem valami szubjektív építészándék eredményeként. Társulásának, nagyobb egységbe való szervezésének módját objektív törvények szabályozzák, a szerkezet belső törvényei. A funkció és az anyag mellett tehát a szerkezet az

építészet harmadik alapvető alkotóeleme. Eddig különválasztva tárgyaltuk a funkciót, az anyagot és a szerkezetet, mint az építészet elsődleges alkotóelemeit, az épület önálló létét egzisztenciálisan biztosító alapelemeket. Ezek azonban sohasem jelennek meg elszigetelten, egymás mellett. Egymással - külön-külön és együttesen - állandó, sokoldalú, dialektikus kölcsönhatásban állnak. Egymás érvényesülését, kibontakozását, fejlődését messzemenően elősegítik, vagy bizonyos körülmények között akadályozzák. Egymás hatóerejét felfokozzák, vagy adott esetben egyes elemek hatását a többi fokozása érdekében lecsökkentik. A konkrét épület mindig funkció, anyag és szerkezet bonyolult kölcsönhatásának, magas szintű társulásának terméke. A reprezentáció, vagy az érzelmileg, hangulatilag átszínezett használhatóság több más válfaja (pl. ünnepélyesség, otthonosság stb.) a funkcióban megtestesült igény tematikus változata. Az eredetihez képest ugyanígy válik gazdagabbá az anyag szerepe is. Alkalmazásának módját már nem csak struktív adottságai határozzák meg, hanem azok az anyag felületi megjelenéséből természetesen következő, vagy asszociatív úton hozzákapcsolható érzelmi motívumok is, melyek a rendelkezésre álló választékon belül a szándékolt hatás elérésére éppen a felhasznált anyagot teszik legalkalmasabbá. Sőt, az anyag funkcionális szinten kevésbé indokolható szerepkörben is megjelenik: burkolatként.

Összefoglalva:

Az épület karakterét a passzívház kritériumoknak megfelelő szerkezetből felépülő funkcionális, geometrikus forma és az egyszerű, de esztétikus megjelenést biztosító anyaghasználat határozza meg.

2.Tézis

A passzívház építészeti karaktere bármely épületszerkezettel kialakítható, ehhez pontosan ismerni kell a technológiát, a szerkezetet, a felhasznált anyagokat, azok összeférhetőségét, beépíthetőségét. Elengedhetetlen a mérnöki pontossággal végzett kivitelezés, gondos odafigyelés.

3.Gépészet hangsúlyossága az építészetben

A technika vívmánya igényformáló erővé fejlődik

A technika számos, egyszerűbb vívmánya annyira természetesen tartozik hozzá mindennapi életünkhöz, hogy jelenlétüket már csak akkor vesszük észre, ha erre bosszantó hiányuk figyelmeztet (pl. áramszünet). A gép, a gyárilag előállított ipari termék életünk szerves alkotóelemévé lett, szűkebb vagy tágabb értelemben vett környezetünk nélkülözhetetlen tartozéka. A mindennapos használat, az észrevétlenségig menő megszokás feledtetni el gyakran velünk, hogy a technika nemcsak könnyebbé teszi életünket, hanem állandóan alakítja is. Nemcsak tevékenységünk jellegét változtatja meg, hanem befolyásolja látásmódunkat, igényeinket, magatartásunk és életvitelünk egész menetét, így az ipari termék nem csak az alkotóval szemben vált önállóvá, hanem a konkrét használó igényeivel szemben is. Azért, mert csak egy eléggé elvont, általános emberi igényhez alkalmazkodik, a használat folyamán magához idomítja a konkrét használó egyéni igényeit. Az igény egyszerű kielégítését szolgáló holt tárgy a használat folyamán kialakult viszony kölcsönhatásában igényformáló erővé aktivizálódik, mely a művészetben, különösen a művészet iparral érintkező területein döntő módon jelentkezik.

- **Gépészettel szemben támasztott követelmények**

A gépészeti rendszerek (fűtés, hűtés, szellőztetés stb.) elsődleges célja az épületen belüli kellemes közérzet megteremtése. Napjainkban a komfortigények növekvő jelentősége miatt az épületgépészetnek kiemelt szerepe van az épületek tervezése során.

A korábbi alapelvekkel, beidegződésekkel szemben a passzívház alapja az épület tervezett, ellenőrzött szellőztetése, és az épület energiaigényeinek levegőcserés kiszolgálása. Az épületben központi fűtés- és gázhálózat nincs kialakítva. A passzívháznak csak nagyon kismennyiségű fűtésenergiára van szüksége, mivel az épületburok mai szempontból optimális, így a hagyományos fűtési rendszer felesleges. A használati melegvíz-igény azonban a passzívházban is azonos a hagyományos épületével.

A passzívház alapvető rendszerlemei:

- friss levegő fagymentesítője, előfűtője;

- hővisszanyerős szellőztetőberendezés;
- befűjt levegő utófűtője;
- levegőcsatorna, levegőelosztó hálózat;
- befűvő és elszívó anemosztátok, légszelepek;
- HMV (használati meleg víz) termelés;
- vízellátó- és csatornahálózat;
- kiegészítő fűtés.

A lakóépületek szellőztető berendezése valamennyi tartózkodási térben jobban adagolható légellátást, valamint a konyhában, a fürdőszobában és a WC-ben kellemesebb szag- és páraelvezetést nyújt, mint az ablakon keresztül történő szellőztetés. A komfort terén elért nyereséget tetézi, hogy csak a bennük lévő elszívott levegőből történő hővisszanyerés jelentősen növeli az energiamegtakarítást. A gyártók intenzív fejlesztésének köszönhetően manapság egy sor szellőző készülék kapható, amelynek alacsony áramfogyasztás mellett > 80% a hővisszanyerési hatásfoka.

Ahhoz, hogy 0 °C alatti külső hőmérsékletnél az elszívott levegő esetleges eljegesedését egyszerű eszközökkel gátolhassuk meg, a passívházban a téli hideg levegőt általában talajhővel előmelegítjük. A talajba fektetett légcsatorna mellett elsősorban a sóoldatos talajhőcserélő jöhet szóba, ami robusztus, higiéniai szempontból biztonságos és jól szabályozható. Nyáron a talajhőcserélővel a forró beáramló levegőt elő is lehet hűteni.

A levegő higiéniájának hosszú távú biztosítása érdekében a szellőztető berendezéseket nagyteljesítményű primerszűrővel kell felszerelni, ami megakadályozza a szennyeződésnek beáramló levegő útján keresztül történő behordását. A légcsatorna-hálózatnak tisztíthatónak kell lennie. Ehhez stabil, sima falú, és lehetőleg egyenesen fektetett csőre, hosszabb csőszakaszoknál pedig tisztító nyílás beépítésére van szükség. Továbbá könnyen hozzáférhető, a szűrőcserére figyelmeztető kijelző is szükséges.

A légkényelmes szellőztető berendezésbe nem juthat be -3 °C-nál hidegebb levegő, mert az esetlegesen keletkező kondenzvíz megfagyhatna és tönkretethetné a berendezést. Az előmelegítésre három különböző lehetőség is van:

- elektromos fagymentesítés,
- levegő-talaj hőcserélő vagy
- folyadék-talaj hőcserélő

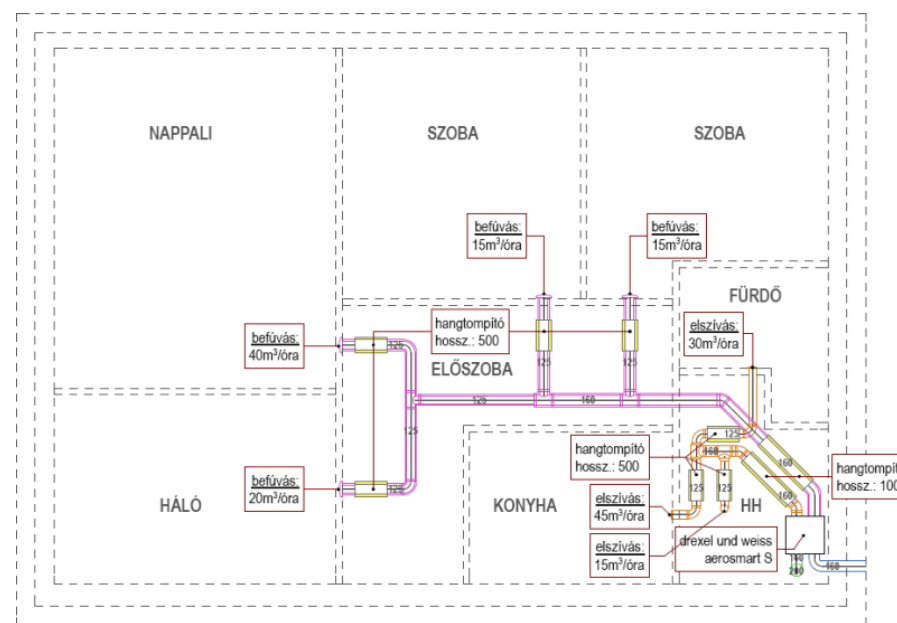
A szellőztetőberendezés tervezése során a következő kritériumokat kell figyelembe venni:

- a térfogatáram számítása az épületen belül
- a csatornák méretezése a számítások alapján
- a telepítés rendszerének tervezése
- az egész közműtechnológia összehangolása az adott épülettel
- a talajhőcserélő szimulációja
- a berendezés szakember által történő átvétele
- a lakók bevezetése a szellőző rendszer használatába

A passívház közműtechnológiájának optimális tervezésének alapját a nagy körültekintés, a precíz tervezés és a beruházóval végzett, előzetes együttműködés képezi.

Energetikailag fontos azonban, hogy a szellőztetőberendezés minél közelebb kerüljön a termikus burok határához, mivel a beérkező friss levegő, illetve a távozó levegő hőmérséklete lényegesen alacsonyabb, mint a belső hőmérséklet. Ezért ezt a csővezetékszakaszt gondosan kell hőszigetelni. Minél rövidebb ez a csőszakasz, annál kisebb mértékű a hőveszteség, illetve annál olcsóbb lesz maga a kiépítés.

Ha a háztartási helyiség a szellőztető-berendezéssel az épület közepére kerül, célszerű lehet az előbb említett friss levegő-, illetve kifújó ágat nem az épületen át elvezetni a szellőztető-berendezésig, hanem az épület termikus burka alatt vezetni és a szellőztetőgép közelében áttörni az aljzatot, s ezzel minimalizálni az érintett csőszakasz hosszát.



Légtechnikai tervrajz

Az építésznek tisztában kell lenni a szakágak fontosságával.

Mi is az épületgépészet? Legtágabb értelmében mindazon — általában vezetékes — rendszerek összessége, melyek az épület szükséges komfortját a benne tartózkodó emberek számára biztosítják. A mai korszerű építészet nem működne gépészet nélkül.

Idegen nyelvekben az épületgépészet szónak nincs fordítása! Németben Heizung-Lüftung-Sanitertechnik, angolban Heating és Plumbing fejezi ki a magyar épületgépészet megfelelőjét. Tág értelemben épületgépészeti berendezés tehát: a vízellátás, csatornázás, gázellátás, központi fűtés, szellőzés, klimatizálás, világítás és villamos hálózat, telefon, felvonó, épületfelügyeleti rendszer stb.

Nem elég a tervezés során a gépészeti berendezések számára szükséges helyet biztosítani, hanem gondolni kell azok karbantarthatóságára, javíthatóságára is.

Az épületgépészeti berendezések forgógépei, áramló folyadékot tartalmazó vezetékai, szerelvényei az épületen belül zajforrásként szerepelnek. Ezeknek a zajoknak szubjektív megítélése az egyén érzékenységétől függően igen változó lehet. Már az épületgépészeti berendezések helyének kijelölésénél úgy kell eljárni, hogy a későbbi zajproblémáknak elejét vegyük. Ma már az épületgépész részére is anyagok és szerkezetek olyan hatalmas választéka áll rendelkezésre, amiből megfelelő választással szinte bármit meg lehet oldani.

A gépész által megtervezett vezetékes rendszert eltakarása, elfedése, esetleges direkt megmutatása belsőépítészeti problémákat vet fel, amit a közös együttműködés eredménye szül meg.

Ehhez azonban pontosan ismernie kell az épületgépész tervezőnek a leendő tulajdonos igényén túl az építész elképzelését és az épület szerkezetét is.

"Légy körültekintő, nyitott társtervezőiddel szemben, hidd el, hogy akár az épületgépész is „kitalálhatja" a házat, a művet"; ismét előjön az előbbi parancsolatokban megfogalmazott tanács: az építészet csapatjáték.

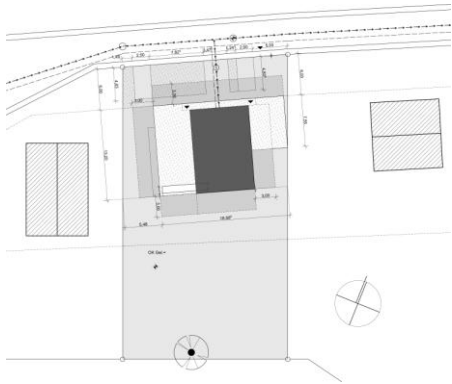
(Prof. Dr. Bachman Zoltán)

3.Tézis

A passzívház működése a gépészetre épül, ezért a ház tervezésénél elengedhetetlen a szakággal való szoros együttműködés, alázat.

Passzívház Wurzen (Németország)

Marcus Langheinrich, Kapcsos Beatrix, Danny Manke (Németország)



Lipcsétől néhány km-re lévő Wurzen városban, nyugodt, csendes lakókörnyezetben, üresen álló telek.

A szomszédos épületek esztétikai megjelenése nem inspiráló.

Az épület:

A telek geometriája és tájolása ideális egy, a mai kor igényeinek megfelelő, modern passzívház elhelyezésére.

A telektől déli irányban fával ültetett terület látványa nyújt kitűnő panorámát. Minden adott volt egy (a telek adottsága, a tájolás adta lehetőségek), D-i irányban nagy ablakfelülettel rendelkező, egyszerű geometriájú ház tervezésére, ami a tervezési irányelvek figyelembe vételével készült.

Az egyszerű geometriát a kritériumoknak megfelelő egyszerű szerkezettel, hozzájuk szükséges és megfelelő anyaghasználattal párosítottam.

A kétgenerációs családi ház igényeit egy kétszintes épületformába öntöttem. Az épületet körbeölelő, szalagszerűen végigfutó, előtetőként is funkcionáló födémlemez kinyúlás, a tömeg lágyítását szolgálja.



Az emeleti kubus:

Az alsó tömegből kinövő második szint azonos anyaghasználata révén, annak szerves részese marad.

Ezt a meghatározó tömeget öleli körbe az alsó szinten, épületfizikai szempontokra is reagáló garázs, illetve háló, anyag és színválasztékával még jobban erősítve az elkülönülést.

Az épület könnyűszerkezetes építésmóddal készült.

A megrendelők szerencsés telekválasztásának köszönhetően, az épület elhelyezése, tájolása nem jelentett koncepcionális nehézségeket. A kellemes környezetben elhelyezkedő telek teljesen sík, észak-déli tájolású.

Az épület egy kétgenerációs családi ház, egyszerű funkcionális elrendezéssel. D-i oldalra tervezett nagy üvegfelülettel hasznosítom a nap pozitív energiáját. Az északi oldalról lehet megközelíteni a lakásokat, itt kerültek kialakításra a kiszolgáló helyiségek, valamint a garázs.

Az alsó szint két külön bejárattal rendelkező lakrészre tagolódik, a második szinten az egyik lakrészhez kapcsolódó Intim tartózkodás helyiségei kaptak helyet.

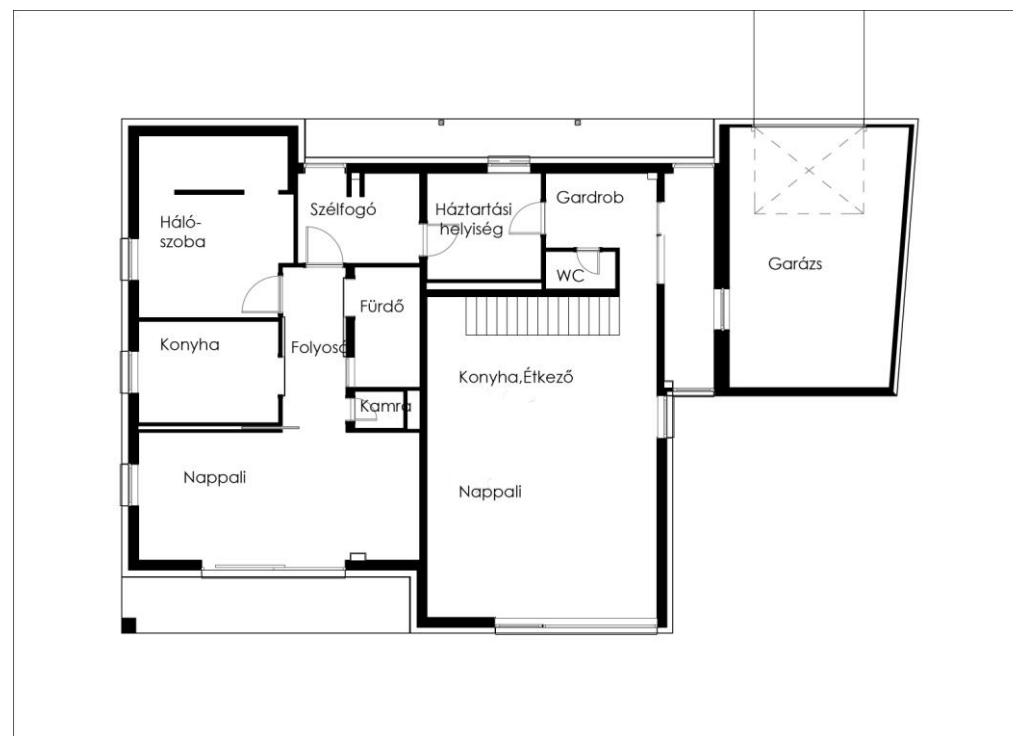
A főtömeget képviselő lakrész a fiatal, míg az egyszintes kialakítású rész az idősebb generációt szolgálja.

A telek teljesen sík, üres terület, növényzettől mentes, környező fák nem árnyékolják. A szomszédos épületek zavaró hatással nem voltak az épületre, benapozottságát nem árnyékolták.

Az épület tömegét illetően kissé tagoltabb, mint az optimálisnak mondott kompakt forma, de a hőszigetelés vastagságának növelésével kompenzálva lett. A garázs az épület tömegétől hőszigeteléssel elválasztott, így az épületfizikai tényezőket negatívan nem érinti.

A lépcsőház kialakítására az épület burkán belül került sor.

A passzív ház energetikai koncepcióját a szabályzott talaj-levegő hőcserélő oldja meg.





Összegzés:

A XX. század első harmadában az építészetben is kifejeződő, a rendeltetés és konstrukció természetéből szükségszerűen következő, őszinte alakítás elve, a Sachlichkeit, rövidesen oda vezetett, hogy Le Corbusier az új építészet egyik programadó munkájában, már 1922-ben megfogalmazhatta híres, sokat vitatott, a korra jellemző tételét; "a ház egy lakás céljaira szolgáló gép", melyet úgy kell kialakítani, hogy rendeltetésének ugyanolyan pontosan feleljen meg, mint "egy autó, egy repülőgép, egy hajókabin vagy egy írógép". Amit kívánnak, az mindenben az eklektika éles ellentéte. Applikált formarendszer helyett a természetes anyag szépsége. Mesterként ünnepélyesség helyett az a méltóság, melyet a nyíltan megmutatott konstrukció igazsága ad. A tér és tömeg axiálisan kötött rendszere helyett a téralakításnak az a szabadsága, mely csak funkciójában, a teret használó emberrel való egységében válik logikussá. A modern építészet technicista szemléletmódjának kialakulásához, a megszokásból fakadó igény és az indulásakor adott történeti feltételek mellett hozzájárultak más tényezők is. A képzőművészet és az építészet története számos példával bizonyítja, hogy minden olyan korban, mely egy új tartalom kifejezésére keresi a megfelelő formát, vagy amikor a régi formák érvényességét megszünteti egy-egy új anyag jelentkezése, a technikai problémák kerülnek előtérbe. Ezt még tovább fokozta az, hogy a feladat s az anyag változása mellett a XX. században változott az építés évezredek folyamán kialakult hagyományos módszere is. A nagyüzemi módszerrel együtt pedig fokozatosan bevonultak az építészetbe az anyagszemléletnek, az alakításnak azok az elvei, melyeket a nagyüzemi termelés a szériagyártmányok jellegének megfelelően dolgozott ki.

A bemutatott épületeken keresztül szerettem volna demonstrálni, miként hatnak a passzívház követelményei az építészetre, hogyan alakítanak azonos épülettípusokat, más-más szerkezetből építkezve. Gyakorló építészként nagy kíváncsisággal figyelem és törekszem a technológia adta műszaki lehetőségek elsajátítására.

Irodalomjegyzék:

- Anton Graf: Passívházak
- Wolfgang Feist: Grundlagen der Gestaltung von Passivhäusern
Darmstadt 1996
- Farsang Attila – Nagy Mihály – Nógrádi Péter: Építsünk passívházat
- Carsten Grobe: Passivhäuser planen und bauen
- Dr. Gábor László: Épületszerkezetan I – IV.
- Adolf W. Sommer: Passívházak
Tervezés - Szerkezet – Csomópontok –Példák
- Dr. Bachman Zoltán és a Szerzők: Könyv az építészetről
- Dr. Szentkirályi Zoltán: Az építészet rövid története
A barokk forma objektivitásáról
Technika és forma viszonya az építészetben
Értekezés az építészeti formáról és a térszervezés művészetéről
- Debreczy Zoltán: Passívházak tervezésének alapjai
- Dr. Kubinszky Mihály: Modern építészeti lexikon
- Dr. Széll László: Építéstechnológia I.
- Dr. Nagy Pál: Építéstechnológia I.
Alaptechnológiák
- Detail(Green)
- Clemens Richarz Energetische Sanierung(Detail)
- epiteszforum.hu
- swiss-architects.com