



Széchenyi István Egyetem

Műszaki Tudományi Kar

Építészeti és Épületszerkezet-tani Tanszék

TMDK dolgozat



Készítette: Lekics Gábor

NEPTUN kód: WJYWWT

Szak: BEE (építésmérnöki (BSc))

Készítés féléve: 2012-2013/1

Konzulens: Horváth Tamás, egyetemi tanársegéd

A dolgozat címe: BIO-ÖKO ház, avagy hogyan építsünk alacsony energiás házat
természetes anyagok felhasználásával

Tartalomjegyzék:

I. Bevezető	3. oldal
II. BIO-ÖKO ház szerkezeti kialakítása	6. oldal
A terv kiválasztásának körülményei	6. oldal
Előzmények	7. oldal
Építészeti koncepció	8. oldal
Épületszerkezeti leírás	10. oldal
<i>Alapozás</i>	<i>10. oldal</i>
<i>Talajnedvesség elleni szigetelés</i>	<i>11. oldal</i>
<i>Pinceszinti felmenő szerkezetek</i>	<i>12. oldal</i>
<i>Pince padló rétegrendje</i>	<i>13. oldal</i>
<i>Pincefödém</i>	<i>14. oldal</i>
<i>Lépcső</i>	<i>17. oldal</i>
<i>Földszinti felmenő szerkezetek</i>	<i>18. oldal</i>
<i>Áthidalások</i>	<i>20. oldal</i>
<i>Földszint feletti födém</i>	<i>21. oldal</i>
<i>Tetőszerkezet</i>	<i>21. oldal</i>
<i>Tetőfedés és bádogos munkák</i>	<i>25. oldal</i>
<i>Lapostető</i>	<i>26. oldal</i>
<i>Nyílászárók</i>	<i>27. oldal</i>
<i>Burkolatok</i>	<i>29. oldal</i>
<i>Festett felületek</i>	<i>29. oldal</i>
III. Energiatermelési lehetőségek, épületgépészet	30. oldal
<i>Napenergia</i>	<i>31. oldal</i>
<i>Szélenergia</i>	<i>32. oldal</i>
<i>Geotermikus energia</i>	<i>33. oldal</i>
<i>Biomassza-energia</i>	<i>34. oldal</i>
IV. Költségvetés számítás	35. oldal
V. Építési anyagok építésökológiai és biológiai értékelése	41. oldal
VI. Energetikai elemzés	52. oldal
VII. Összefoglalás	62. oldal
VIII. Példaépület	63. oldal
IX. Bibliográfia, képjegyzék	66. oldal

I. Bevezető

A témaválasztásnál elsődleges szempontom az volt, hogy olyan épülettel foglalkozzak, mely eleget tesz a jelen kor technikai követelményeinek, sőt tudatos energiafelhasználásával a jövőre is tekintettel van. Manapság sokféle energiatakarékos megoldással találkozhatunk az építészetben. Építhetünk alacsony energiafelhasználású házat, szolárházat, passzív házat, aktív házat, autonóm házat és még sokféle energiatudatos épületet. Általánosságban véve energiatudatos épületen olyan házat értünk, mely működéséhez a lehető legkevesebb energiát használja fel, vagy adott esetben, például az aktívháznál, még plusz energiát is termel. Viszont ahhoz hogy egy épületet megépítsünk, energiát kell befektetnünk. És általában ezen épülettípusok építőanyagainak legyártása és beépítése jóval több energiát emészt fel, mint egy normál lakóépület esetében. Szerettem volna megvizsgálni, hogy lehetséges-e olyan épületet tervezni, mely nem csak működés közbeni energiafelhasználásában gazdaságos, hanem építőanyag-választékában is kevesebb befektetett energiát igényel.

Ekkor esett a választásom a bontott és újrahasznosított építőanyagok felhasználására. Rohamosan terjeszkedő városainkban sok régi épület kerül lebontásra. Az ezekből a bontásokból származó építőanyagok sokszor a hulladéklerakóban végzik, pedig köztük rengeteg újra felhasználható anyag van. A modern technológiáknak köszönhetően, ma már az újrahasznosító ipar is sok újrahasznosított anyagból készült terméket állít elő. Műanyag termékek újrafeldolgozásából például műanyag lemez vízszigetelés és párazáró fólia készíthető.

A tervezés során a természetes építőanyagokat is bátran felhasználhatjuk. Például a vályog jó páratechnikai tulajdonságai segítségünkre vannak az épület páraháztartásának szabályozásában. Továbbá jó hőtároló tömeg is. Megfelelő erdőgazdálkodás során előállított fatermékek is széleskörűen alkalmazhatók épületeinkben.

Ezeket a tényeket figyelembe véve fogalmaztam meg a gondolatot, hogy tervezek egy BIO-ÖKO házat. Szerettem volna kiértékelni a tervezett épületemet és összehasonlítani egy szokványosan építőanyagokból kivitelezett alacsony energiafelhasználású épülettel. Viszont ez csak akkor hiteles, hogyha ugyanolyan épületeket hasonlítok össze. Ezen okból döntöttem úgy, hogy alapul veszek egy meglévő tervet, és szerkezetileg újratervezem. Így már lehetővé vált, hogy hitelt érdemlően összehasonlítsam az épületeket. Ebben segítségemre volt a konzulensem, Horváth Tamás okleveles építészmérnök, aki rendelkezésemre bocsátotta egyik saját tervét. Ez a

terv egy Gyarmaton épülő alacsony energiafelhasználású épület terve volt, mely tökéletesen megfelelt számomra az áttervezéshez. Ebből alakítottam át a BIO-ÖKO épületem tervét. De mit is jelent az, hogy BIO-ÖKO ház?

Manapság sok helyen találkozhatunk ezekkel a szótoldalékokkal. Használjuk őket az élelmiszeriparban, környezetvédelemben, energetikában, építészetben és még megannyi helyen. A fogalmak és a mögöttes tartalom azonban gyakran nem egyezik, sokszor csak marketing eszközként alkalmazzák ezeket.

Először is tisztázzuk mit is jelent a Bio. A bio a biológia szó rövid változata. A biológia görög eredetű szó, *bios* - 'élő' és *logos* - 'tudomány' szavakból ered. Az élőlények felépítésével, eredetével, és ami számunkra fontos, a környezettel való kapcsolatának megismerésével foglalkozik. Ezen belül a minket érintő tudományterület az épületbiológia, mely az életmód és a lakókörnyezet közötti összefüggésekkel foglalkozik. A lakókörnyezet lakókra gyakorolt hatásait vizsgálja. Fő szemléletei közé tartozik, hogy lehetőleg kerülni kell a környezet károsanyag-terhelését, építésnél csak olyan anyagokat szabad felhasználni, amelyeknek nincs sem légnemű, sem szilárd mérgezőanyag-kibocsátásuk. A zavaró geológiai adottságokat (pl. vízerek, sugárzások), utak, vasutak, áramvezetékek és ipari berendezések helyzetét is figyelembe kell venni a tervezés során.

Másodjára pedig az Öko rövidítés magyarázatával ismerkedünk meg. Az ökológia görög eredetű szó, a „ház” jelentésű *oikosz* szóból származtatható. Jelentése környezettan, amely az élőlények és környezetük viszonyával foglalkozó tudományág. Az építészetben egy ökoépület fontos feladata, hogy megtartsa az egyensúlyt a használók energiafelhasználása és a környezet lehetőségei közt. Teheti ezt úgy, hogy helyben fellelhető és elkészíthető építőanyagokból épül, olyan műszaki megoldásokat tartalmaz, melyek segítségével a természeti erőforrásokat nem fogyasztja, hanem használja a környezet túlterhelése nélkül, a lakók táplálékforrása és vízellátása is helyben megoldott, valamint a keletkezett hulladékot újrahasznosítják.

Ezeket az alapelveket szem előtt tartva fogtam neki a szerkezeti átalakításoknak. Megpróbáltam a lehető legnagyobb mértékben bontott és újrahasznosított anyagokat alkalmazni, valamint a természetes építőanyagokat is előnyben részesítettem a korábban használtaknál.

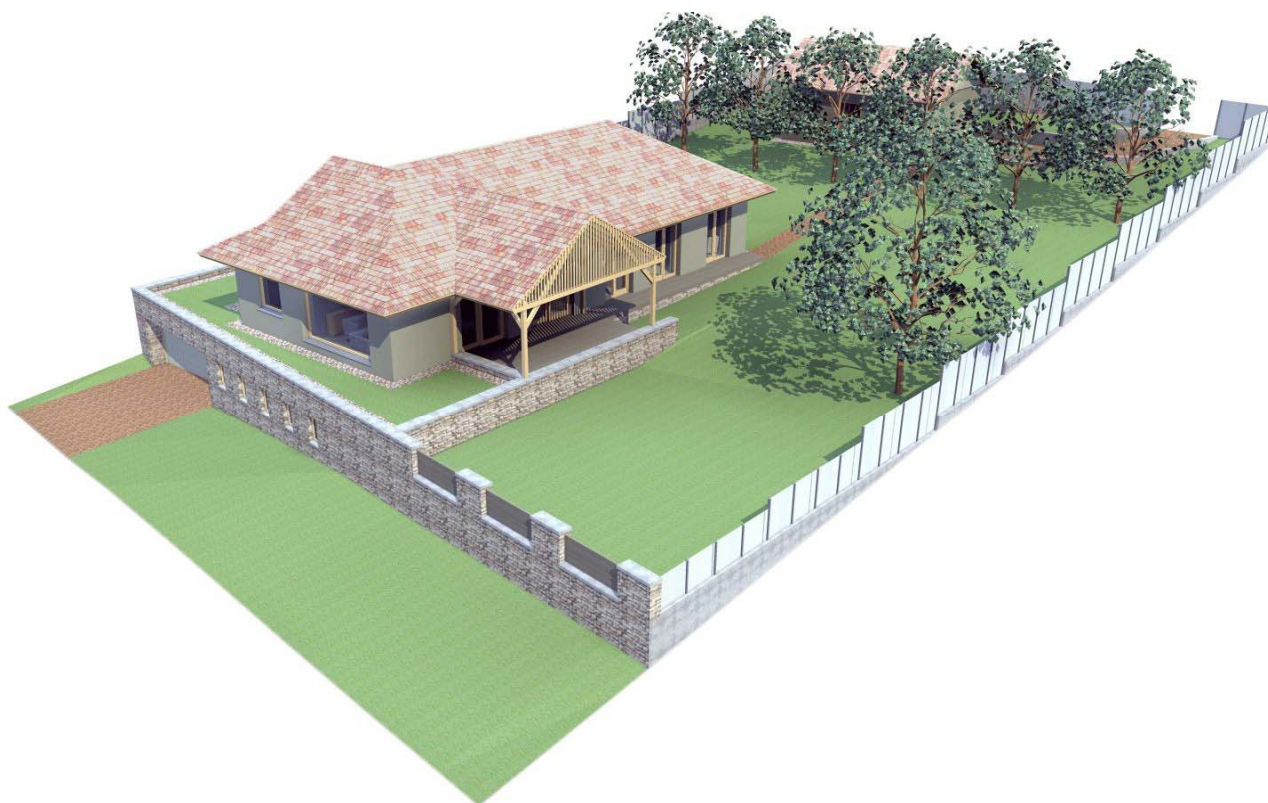
A terv elkészülte után építésökológiai szempontból elemeztem az épületet. Ebben segítségemre volt egy a Magyar Környezetgazdasági Központ megbízásából, a Tisztább Építési Anyagok Munkacsoport együttműködésével, a Független Ökológiai Központban, az „Építési anyagok termékdíja” kutatás keretében készült értékelés. Ez az építési anyagok építésökológiai és biológiai elemzésével foglalkozik. A szakértői kutatást

Medgyasszay Péter vezetésével dr. Lányi Erzsébet, Novák Ágnes és Tiderenczi Gábor készítették 2000-ben.

Az elemzésen túl kiszámoltam az általam tervezett épület kivitelezési költségét szerkezetkész állapotig. A gépészet bekerülési költségéről csak becslések álltak rendelkezésre az eredeti épületnél is, tehát én is csak körülbelüli irányértékeket számoltam. A gépészet tekintetében az eredeti épületben is energiatakarékos rendszerek kerültek betervezésre. Ezen csupán egy hőszivattyú betervezésével változtattam, valamint az eredetileg tervezett faelgázosító kazánt hagytam el. Ez azonban csupán két lehetséges verzió a gépészet kialakításához. További gépészeti eszközök és energiaforrások is rendelkezésünkre állnak, ezért egy ajánlót is írtam, hogy milyen rendszereket lehetne még alkalmazni, hogy alacsony energiafelhasználású legyen az épületünk.

Energetikai elemzés is készült a tervhez. Ez WINWATT nevű programmal készült.

A BIO-ÖKO ház tervét is mellékelem. Kilenc tervlapon mutatom be alaptól a tetőszerkezetig, hogy hogyan is épül fel szerkezetileg az épület, valamint egy összehasonlító épületszerkezeti műszaki leírásban mutatom be, hogy mik változtak az eredeti szerkezeti megoldásokhoz képest.

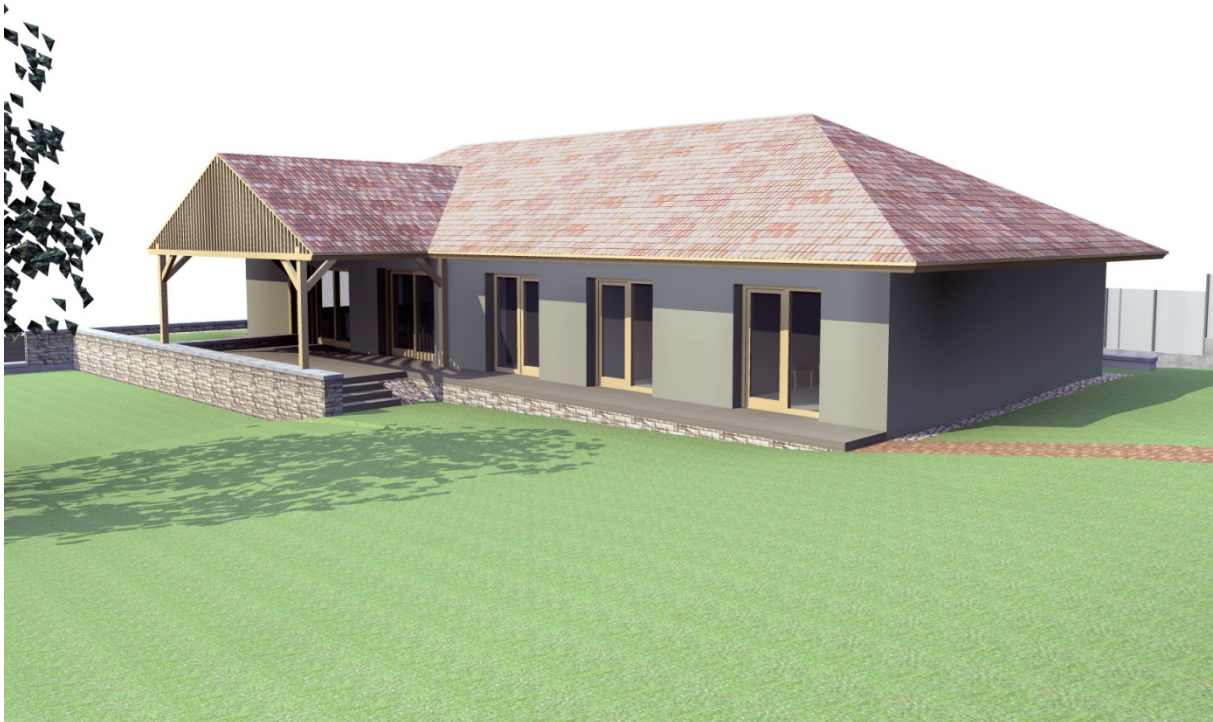


1. kép: BIO-ÖKO ház, Gyarmat Józsefhegyi utca

II. BIO-ÖKO ház szerkezeti kialakítása

A terv kiválasztásának körülményei

A szakdolgozat készítésének első lépése volt, olyan lakóépületet választani, melyet szerkezetileg a lehető legszabadabban át lehet alakítani. Ebben nagy segítségemre volt konzulensem, Horváth Tamás okleveles építésmérnök, aki az egyik saját tervét ajánlotta fel erre a célra. Ez egy 2011-ben készült Győr közeli településen, Gyarmaton, egy újonnan nyitott utcában zöldmezős beruházként tervezett 250m²-es szabadon álló családi ház terve volt. Az általam felhasznált terv az első tervváltozat volt a lakóépület kialakítására. Itt a fűtött teret egy téglatest foglalta magába, ez alatt 90 fokban elfordítva egy szintén egyszerű térhatárolású pincszint kapott helyet. Azóta több módosítás is történt a megrendelővel folytatott egyeztetések során. A későbbi tervekben különböző kiugrások, hozzátoldások és homlokzat síkbeli változtatások szerepelnek. Ezek megbonyolították volna a számításaimat, valamint az általam választott szerkezeti kialakításokat is, ezért maradtam az első változatnál.



2. kép: Perspektivikus kép az épületről

Ebben a fejezetben összehasonlítás szintjén mutatom be az eredeti terv műszaki leírását, és az általam eszközt szerkezeti átalakításokat. Az épületszerkezeti műszaki leírásban az adott szerkezeti elemek tárgyalásánál az eredeti épületszerkezetek leírását minden esetben a 9126 Gyarmat, Józsefhegyi utca, hrsz.: 359/2 cím alatti lakóház engedélyezési tervének műszaki leírásából idézem. Az eredeti műszaki leírást Horváth Tamás okleveles építészmérnök készítette 2011. augusztus 22-én.

Az eredeti szerkezeti megoldások bemutatása után a BIO-ÖKO ház ugyanazon szerkezeti elemét hasonlítom össze az eredetivel. Külön kitérek arra is, hogy miért tartottam szükségesnek a változtatásokat. A beillesztett ábrák minden esetben a BIO-ÖKO ház szerkezeti megoldásait mutatják be. Vannak olyan szerkezeti elemek, melyre az eredeti műszaki leírás nem tér ki, itt saját szavaimmal írom le az eredeti tervben foglaltakat.

Mindenekelőtt az épület tervezési körülményeinek megismertetéséhez az eredeti műszaki leírásból idézek:

Előzmények

„Megbízóim 2010 telén kértek fel arra, hogy a családi tulajdonban lévő telkükre jövődőlbeli családi lakóházuk terveit elkészítsem. A két telek összevonásával keletkezett dupla telek Gyarmat községben található, a Józsefhegyi utca tervezett nyugati irányú folytatásában. A területen korábban szőlőművelés folyt vékony nadrágszík telkeken, melyeknek újraosztását a község szabályozási terve szerint a közelmúltban megkezdték. A telek észak-déli irányban erősen lejt (mintegy 6 m-t). A domboldali fekvésének köszönhetően az a telken járva gyönyörű panoráma tárul elénk. Az építési telek gyeppel borított, néhány kisebb fa található még csak rajta. A szomszédos telkeken épület jelenleg még nem áll, a keleti szomszéd telkén kisebb fás terület található. „

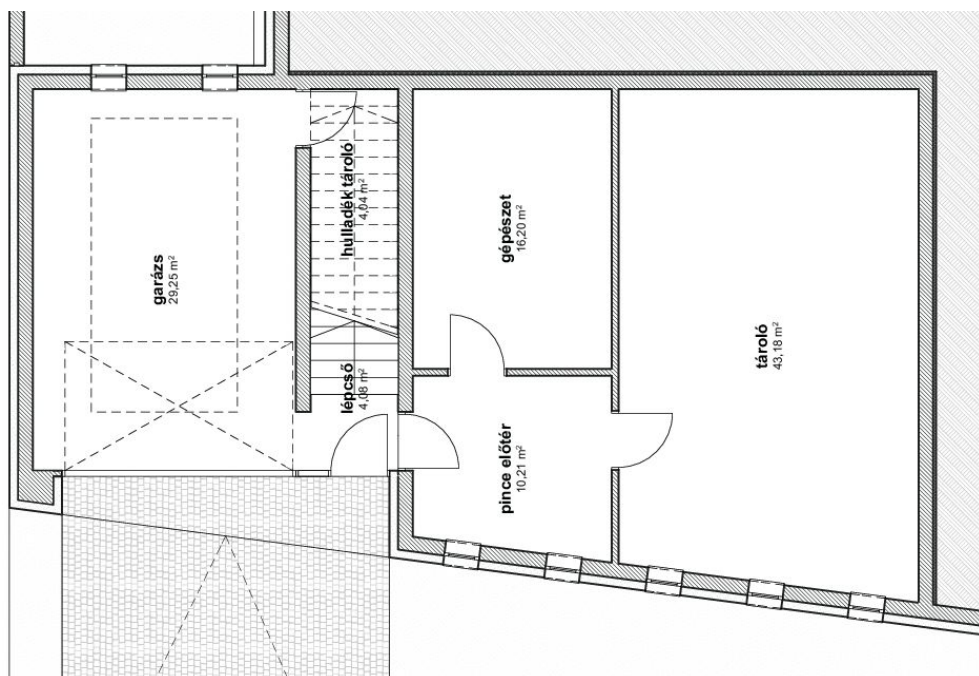


3. kép: A telekről déli irányba elénk táruló kilátás

Építészeti koncepció

„A megrendelői egyeztetések alatt kialakított tervezési program szerint egy a tágas nappali terek mellett három háló- és egy dolgozószobával rendelkező családi házat terveztem, melyhez több kiegészítő funkció is társult, úgymint a garázs és a pince tárolói.”

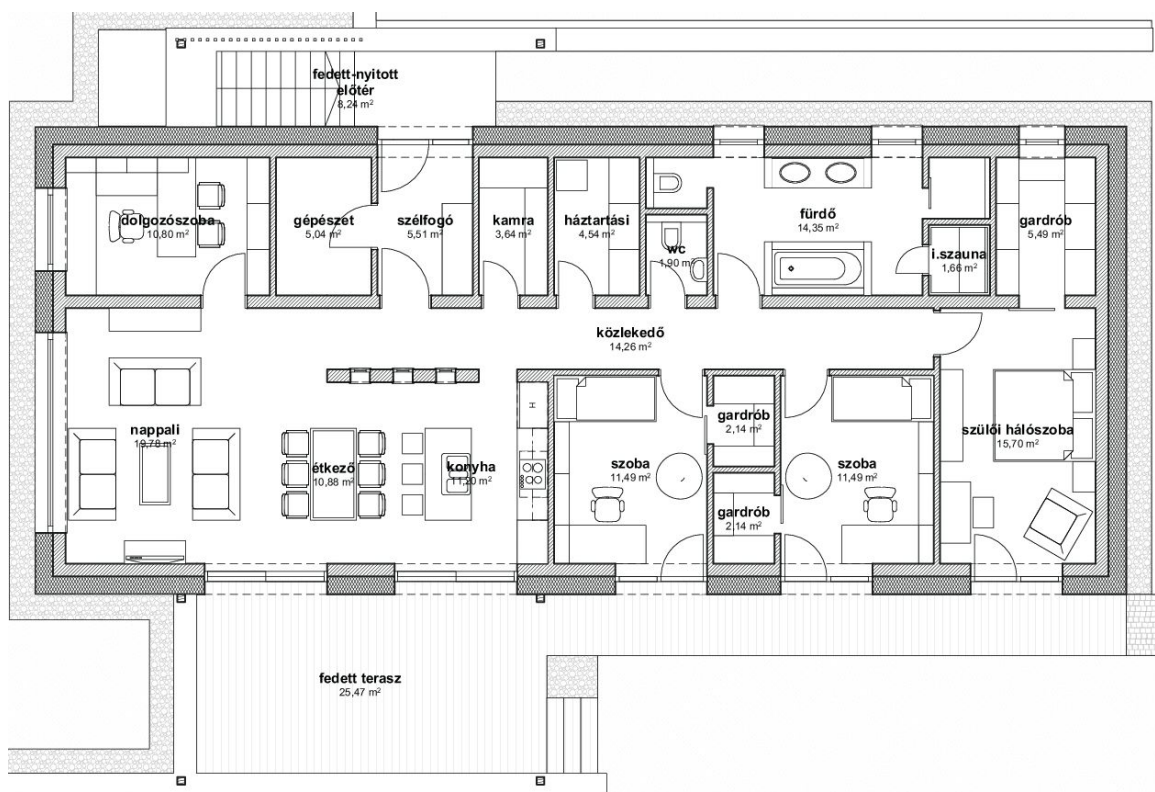
„Már a tervezés kezdetekor úgy gondoltuk, hogy az épületnek szervesen kell illeszkednie a terephez. Az illeszkedés megvalósításához támfalakat és feltöltéseket készítettünk a ház körül. A terep nagy lejtése ellenére a lakáson belül nincs padlószint váltás. A ház kétszintes. A pinceszinten fűtetlen kiegészítő funkciók kaptak helyet. Ez a szint alaprajzát tekintve keresztben áll a telken és illeszkedik a telek oldalvonalára az oldalhatáron álló beépítés követelményét kielégítve. A pinceszint belesimul a terepbe, déli fala a telek hátrahúzott kerítésében folytatódik.



4. kép: Eredeti épület pinceszintje

A pincére és talajfeltöltésre ültettem a földszintet, észak-déli hossziránnyal. Így valójában csak a földszinti épületrészt érzékeljük épületnek. A földszint legnagyobb részén a lakás található, mintegy $153,45 \text{ m}^2$ területen. A lakást egy a pincészintről induló lépcsőn közelíthetjük meg, melyen a földszintre egy reprezentatívan kialakított térbe érkezünk. A földszint padlószintje az épület hátsó északi részén eléri a terep eredeti talajszintjét. A közös helyiségeket főként keletre tájoltam a síkra töltött udvar irányába. Az étkező pedig nagy felületű üvegezést kapott a panoráma irányába, délre. A földszinti tömeg, megrendelői kérésre, egy minden irányban kontyolt, 25° -os hajlásszögű magastetővel lett lefedve. A hajlásszög minimalizálása az esztétikai szempontokon túl a tetőtér

beépíttetlensége miatt is indokolt. Az épületen és a belső terekben is törekedtem az anyagszerűsége, a rusztikus anyaghasználatra, a terméskő, a téglá, a hagyományos cserépfedés és a fa megjelenítésére. A földszinti tömeg vakolt felületképzést kap.”



5. kép: Eredeti épület földszinti szintje

„Az épületet az energiatudatos épülettervezés általános irányelveinek a megrendelői igényekkel kompromisszumra hozott szempontrendszer szerint terveztem. Tudatosan törekedtem a fűtött és fűtetlen terek szétválasztására, a fűtött térfogat minimalizálására. Az épületburkot intenzív hőszigeteléssel láttam el. A nyílászárók nagy felületűek és osztatlanok, a lehető legjobb hőtechnikai jellemzők elérése érdekében. A nyílászárók tájolásánál figyelembe vettem a téli szoláris hőnyereség lehetőségét, és a nyári árnyékolás szükségességét. Az árnyékolást a terasz teteje, az eresz kiállása és redőnyök biztosítják, melyek egyúttal a téli hőveszteség csökkentésében is szerepet játszanak. Kisméretű nyílászárók beépítésére azért nincs szükség, mert az épület mesterséges szellőztető rendszerrel készül, melynek kiépítése lehetővé teszi az állandó friss és megfelelő hőmérsékletű levegő jelenlétét a lakás minden terében. A szellőztető rendszer egy nagy hatásfokú hővisszanyerő berendezéssel lesz kialakítva, így minimalizálni tudjuk a filtrációs hőveszteséget. A beszívott levegő előmelegítését szolgálja majd egy talajkollektor. Az épület fűtési és melegvíz készítményét egy faelgázósító kazán látja el. A használati melegvíz előállításban napkollektorok is fognak segédkezni.”

Épületszerkezeti leírás, összehasonlítás

Alapozás

„Az épület változó szélességű helyenként vasalt beton sávalapok segítségével adja át terheit a talajnak a talajmechanikai szakvélemény által javasolt a felső termőréteg és a fagyhatár (90 cm) alatti szürke erősen meszes sovány agyagtalajban. Az alapincézett épületrész és az alapincézetlen épületrész között az alapozás lépcsőzése szükséges a talajtermészetes rézsűszögének megfelelően. Az alapozás pontos geometriáját és szerkezeti kialakítását a kiviteli tervek fogják megadni.”

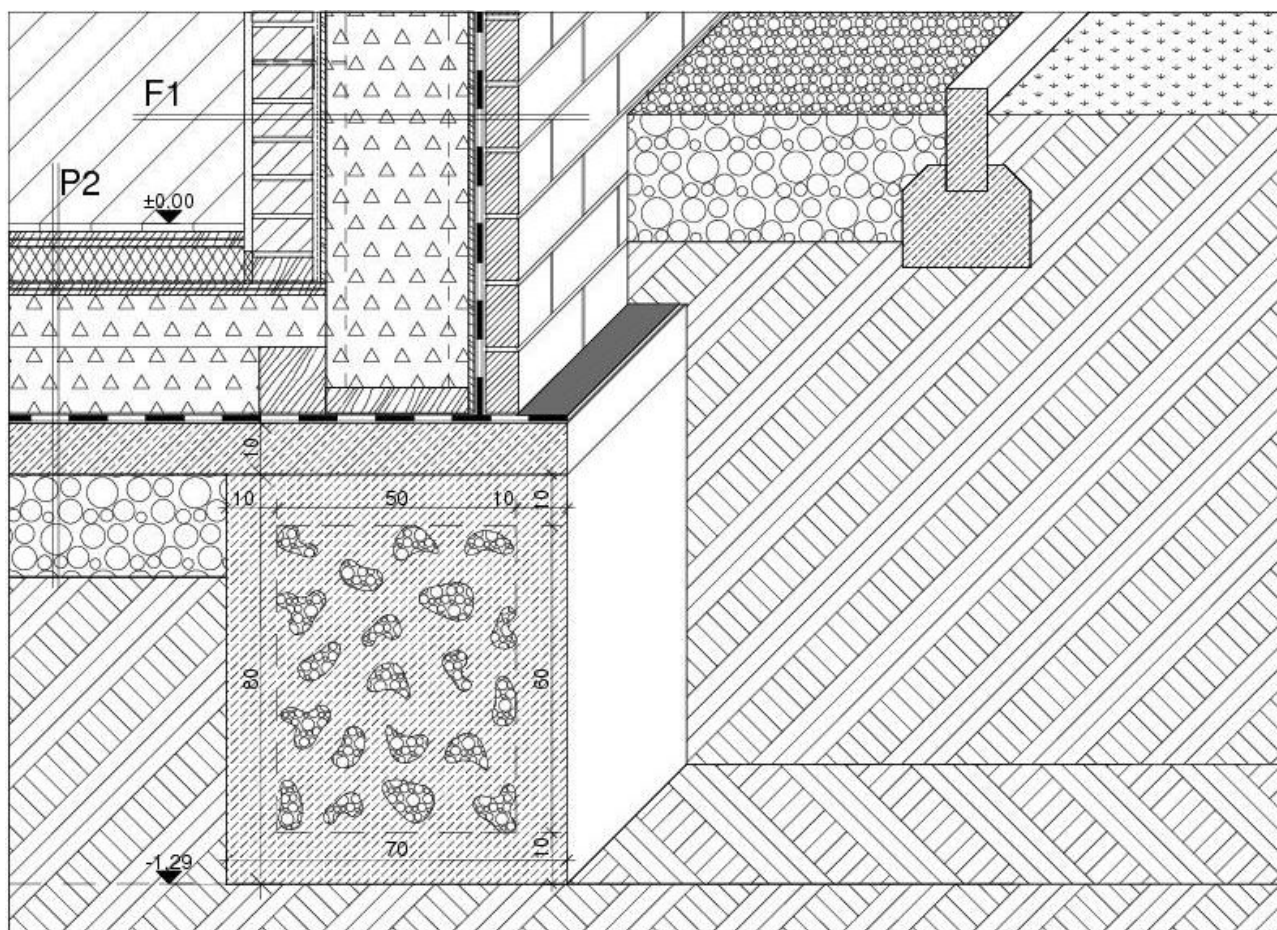
Az eredetileg tervezett beton sávalapokat úsztatott betonnal helyettesítettem, melynek teherbírási tulajdonságai megfelelőek, viszont a készítésekor hozzá adott betontörmeléknek köszönhetően kevesebb friss beton szükséges a szerkezet elkészítéséhez. Azonban ennél az alapozási típusnál gondosan oda kell figyelni a kivitelezésnél. Az alaptest 40% térfogatrésznyi betontörmeléket tartalmaz. A betontörmelék egy belső magban helyezkedik el.

Kialakításánál figyelemmel kell lenni arra, hogy a nagyobb betondarabok legalább 10 cm mélyen legyenek az alaptest külső síkjaitól, valamint az alapozásban lévő törmelékek legalább 8 cm-re legyenek egymástól. Így biztosítható az úsztatott beton sávalap teherbíró képessége.

Érdemes 5-8 cm átmérőjű betondarabokat használni, mert ekkora méretnél még könnyen betarthatóak az elhelyezési szabályok. Az 5. számú ábrán látható módon a földszinti főfalak alatti 70 x 80-es sávalapban egy 40 x 45 cm-es mező áll rendelkezésre a betondarabok elhelyezésére.

Költségtakarékossági szempontból előnyös ez a fajta alapozási módszer, azonban nem elhanyagolható, hogy csökkent a kivitelezéshez szükséges beton, így a cement mennyiségét is, ezáltal ökológiailag kedvezőbb ezen módszer alkalmazása. Továbbá, mivel a felhasznált betondarabok más épületek elbontásakor keletkezett törmelékéből származnak, csökkentjük a hulladéklerakóba kerülő anyag mennyiségét, azaz újrahasznosítunk.

Ökológiai szempontból ajánlható alapozási mód még a bontott téglából, vagy a helyi kőből készült alaptestek használata. Ezek méretezésére és kivitelezésére azonban különös gondot kell fordítani!



6. kép: Földszinti főfal úsztatott beton alapteste

Talajnedvesség elleni szigetelés

„A talajmechanikai szakvéleményhez készített két kutató furásnál talajvízzel nem találkoztak a geotechnikusok, a nyár esős volta ellenére. A pinceszint legteljesebb védelme érdekében, a talajvíz viszonyok jövőbeni esetleges változását feltételezve, a pinceszint aljzata két réteg bitumenes vastaglemez vízszigeteléssel készül. Felmenő falain szintén két réteg bitumenes vastaglemez szigetelés készül. A földszinti padlónál már csak talajnedvességre kell számítanunk, így itt egy réteg bitumenes vastaglemezből készült vízszigetelés is elegendő. A szigetelési munkáknál a gyártó alkalmazástechnikai utasításait szigorúan be kell tartani.”

Az eredetileg betervezett bitumenes szigetelés helyett műanyag lemezes vízszigetelést alkalmaztam. Ennek ökológiai okai vannak, ugyanis annak ellenére, hogy a műanyaglemez gyártása során egy kilogrammra vetítve több káros anyag, például: szén-dioxid és kén-dioxid keletkezik, mint a bitumenes vízszigetelés esetében, kevesebb

anyagot kell beépíteni belőle, így összesített ökológiai mutatója mégiscsak kedvezőbb, mint a bitumenes lemezé, ahogy az alábbi táblázatban is látható. Ebben az eredeti épületbe beépítésre kerülő egy réteg bitumenes lemezes szigetelés és a BIO-ÖKO házba kerülő egy réteg műanyaglemez szigetelés ökológiai mérlegének összehasonlítását láthatjuk. A pontos technikai adatok az ökológiai értékelési mellékletben találhatóak.

A változtatás másik oka, hogy a modern újrahasznosítási technológiáknak köszönhetően már olyan anyagot is be tudunk szerezni, mely teljes egészében újrahasznosított műanyagból készül. A pincefalra ragasztásos technológiával rögzítik a szigetelést.

Ökológiailag fontos alapadatok

Anyag megnevezése	PET (kWh/kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)
Műanyag lemez	14,4	2161	15	n.a.
Bitumenes lemez	14	1048	6,49	25

Beépített anyagok előállításába fektetett energia

Anyag megnevezése	Energia	Környezetterhelés		Összesítő ökológiai értékelés (kv. szám)
	PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
Műanyag lemez	10.742	1612	11,19	1,58
Bitumenes lemez	26.124	1956	12,11	1,58

Pinceszinti felmenő szerkezetek

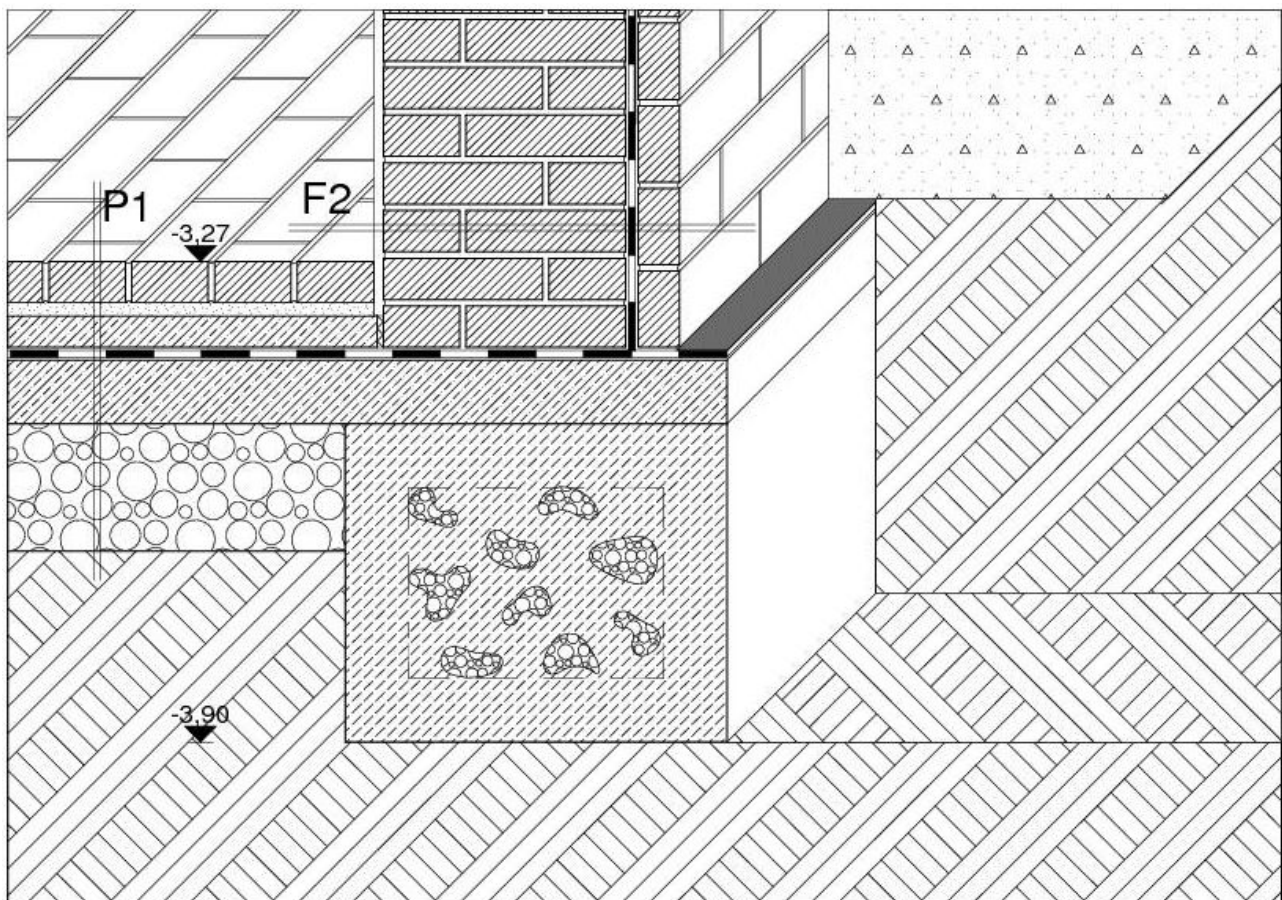
„A pincefalak 30 cm-es teherhordó Leier zsaluköből készülnek, utólagos vasalással és kibetonozással. A vízszigetelés általános esetben a felmenő falra lesz felragasztva. A talajfeltöltésnél készülő falak esetében 20 cm vastag szigetelés tartó fal készül szintén Leier zsaluköből, utólagos vasalással és kibetonozással. A vasalás módját a kiviteli tervek fogják megadni. Az alápincézetlen épületrész alatt lábazati falat készítünk az alaplépcsőzés felett. Ez a fal szintén 30 cm-es Leier zsaluköből készül, utólagos vasalással és kibetonozással. A homlokzatképzésben részt vevő pincefalak 15 cm vastag réteges terméskő burkolatot kapnak.”

A pincefalak égetett kisméretű tömör téglából készülnek 38 cm-es vastagságban. Ennek külső oldalán a műanyag lemezes vízszigetelés védelme érdekében 6,5 cm vastag, kisméretű téglából falazott szigetelést védő fal kerül kivitelezésre. A vízszigetelés

ragasztásos technológiával van rögzítve a 38 cm-es falazatra. A pinceszint közbenső falai szintén kisméretű tömör téglából készülnek. A földszint főfalait alátámasztó falszakaszokat 38 cm-es, a földem acélgerendáit tartó falakat 25 cm-es, a válaszfalakat pedig 12 cm-es vastagságban falazzák. A pinceszinti falszerkezet metszetét és alapozását a 6. ábrán láthatjuk. Az építéshez felhasznált égetett kerámia téglá, hasonlóan az úsztatott betonnál használt betondarabokhoz, szintén újrahasznosított építőanyag. Amellett, hogy költségtakarékos megoldást jelent, széleskörűen lehet alkalmazni az építés során. Nem utolsó sorban pedig, mivel újra felhasznált anyagról beszélünk, gyártási energiaigénye és ezzel együtt járó károsanyag-kibocsátása nincs.

A pincefalak fűtetlen helyiségeket határolnak, ezért hőszigetelés nem kerül beépítésre. A falak mészhabarcos vakolatot kapnak.

Az eredeti utólagosan kibetonozott zsalukőből készült beton pincefal ökológiai hátránya a cementgyártás energia igénye kétszer nagyobb, mint a kerámia téglák kiégetéséhez szükséges energia. Mivel vasalt betonfal szerepelt az eredeti tervben, ez a különbség csak tovább nő.



7. kép: Pincefal alapozási csomópontja

Pince padló rétegrendje

A 20 cm vastag kavicságy anyaga a környékbeli, például az abdai kavicsbányából történő szállítása olcsó és ökológiailag is kedvező, ugyanis a lehető legrövidebb szállítási útvonalat választva ezzel, mind a költség, mind a járművek környezeti terhelése a lehető legkisebb.

A kavicságyra készülő 10 cm-es vasalt aljzatbeton teherviselési szerepe miatt nem módosítható. Az erre kerülő egy réteg műanyag lemezes vízszigetelést egy 6 cm-es teherelosztó aljzatbeton védi. A padlóburkolat fogadásához 2 cm homokágyazatot terítenek le. Erre lapjára fektetett kisméretű tömör téglákból készül natúr kivitelben a padlóburkolat. Az eredeti terven szereplő cementsimítás elhagyásával jelentős ökológiai teher redukálódott nullára, ugyanis az ide beépített téгла szintén bontott építőanyag, tehát előállításuk nem terheli a környezetet.

Ez a padló rétegrend fűtetlen helyiségeket határol, így hőszigetelés nem kerül beépítésre. Kialakítását a 6. képen szemléltetem.

Pincefödém

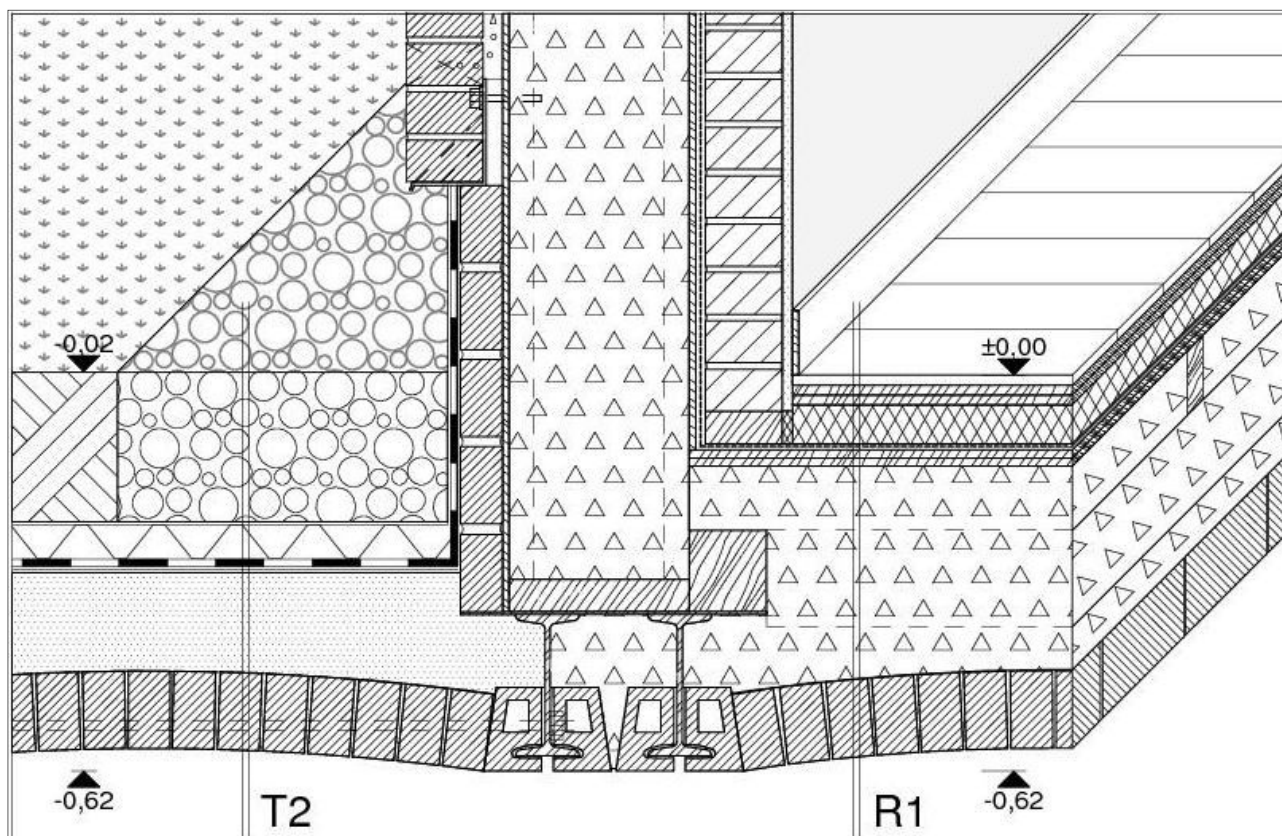
„A pincefödém monolit vasbeton szerkezetű, 20 és 22 cm vastagságú. A vastagság növelésére a gépkocsi állások feletti nagy fesztáv és nagy rétegvastagság miatt van szükség. A pincefödémmel együtt attikák készülnek, melyek közül a bejárat feletti a teherviselésben is részt vesz, mint felülborda. A födém pontos szerkezeti kialakítását a kiviteli terv fogja megadni.”

Az általam tervezett pincefödém poroszsüveg boltozatos födém formájában készül. Az 1800-as évek közepétől építették ezt a födém típust. Az acélgyártás fejlődése tette lehetővé e szerkezetek kivitelezhetőségét. Egyszerűségük abban rejlett, hogy nem kellett speciális elemeket gyártani a födémekhez, a széles körben használatos kisméretű tömör téгла felhasználásával lehetett építeni ezeket a födémeket.

Ezen okból választottam ezt a födém típust, hiszen a bontott téгла ehhez a szerkezethez is felhasználható. Ellenérv lehetne a felhasznált acélgerendák miatt, hogy az acélgyártás energiaigénye nagy, mely ökológiai szempontból nem előnyös, ám feltételezzük, hogy bontott szerkezeti elemekről van szó. Az acél tartószerkezeti elemek szakszerű kibontás után újra felhasználhatók. Jelen esetben I 200, I 220 és U 200 jelű acélgerendák kerülnek beépítésre. Hogy a téglaboltozat jól üljön az acéltartók alsó övére,

szükség van egy fogadóelemre, melyet orrtéglának hívnak. Sajnos ma már ez nem elterjedt, és bontásoknál sem nagyon találkozunk vele, ezért ennek beszerzése kicsit nehezkesebb. Azonban vannak még olyan téglagyárak, akik rendelésre még tudnak ilyen elemeket csinálni, tehát megoldható az újbóli legyártás. Ilyen például a tatai téglagyár, amely vállalja egyedi téglák készítését. Készültek orrtégla nélküli példák is ebből a földémtípusból, azonban ezeknél a megoldásoknál az I tartók talpa a földém alján kilátszik, és ezt sokkal nehezebb vakolni, mint az orrtéglás kivitelét. Több pincehelyiségben vakolat nélkül készül a földém, ám az orrtégla használata lehetővé teszi a későbbi vakolást.

A falakat merevítő koszorúk vasbetonból készülnek, ennek anyagváltása épületmerevségi szempontból nem lehetséges. Viszont merevítési és teherbírási képességét több szempontból is kihasználtam. Nem csak merevíti a pincefalat, illetve átadja annak a felülről érkező terheket, hanem segíti a földém szélső boltozatainak teherátadását is a falakra. Mindezt felhajlított végükkel bebetonozott vonórudak segítségével érjük el. Erre azért van szükség, mert a poroszsüveg boltozatos földém mezői egymásnak adják át a feszültséget, azonban a szélső mezőkben nagy oldalnyomás nehezedne a falakra. Ezért készül a vonórudas lehorgonyzás a koszorúba, mely segíti leredukálni a földémmezőben ható erőket.



8. kép: Pinceföldém rétegrendi kialakítása a földszinti főfal alatti csomópontban

Ennek a födém típusnak nem csak anyagai vonatkozásban rejlenek előnyei. Beépítés után rögtön terhelhető, azonban kialakításánál fokozottan kell figyelni a szélső mezők kialakításánál. Ahogy ez a koszorú kialakításánál is említve lett, az oldalnyomás mezőről mezőre adódik, ám a szélső mezőknél a falra nehezedne az oldalnyomás. Ezt 20 mm átmérőjű vonórudak elhelyezésével mérsékelhetjük, melyeket 1,00 méterenként helyezünk el. Az utcai homlokzati fal nem derékszögben találkozik a többi pincefallal, ezért háromszög alakú födémsávok alakulnak ki. Mivel ide nem lehet szép boltívet készíteni, ezért monolit vasbeton lemez készül ezeken a helyeken. Ez azonban segíti a teherátadást a vonórudak mellett, tehát a beépített vasbeton rosszabb ökológiai mutatóit ellensúlyozza statikai szerepe.

Mivel ez a födém már a fűtött teret határolja, komoly hőszigeteléssel kell ellátnunk, hogy teljesülhessenek igényeink az alacsony energiafelhasználással kapcsolatban. A boltmezők feletti feltöltés cellulóz hőszigetelés befűtésével történik.

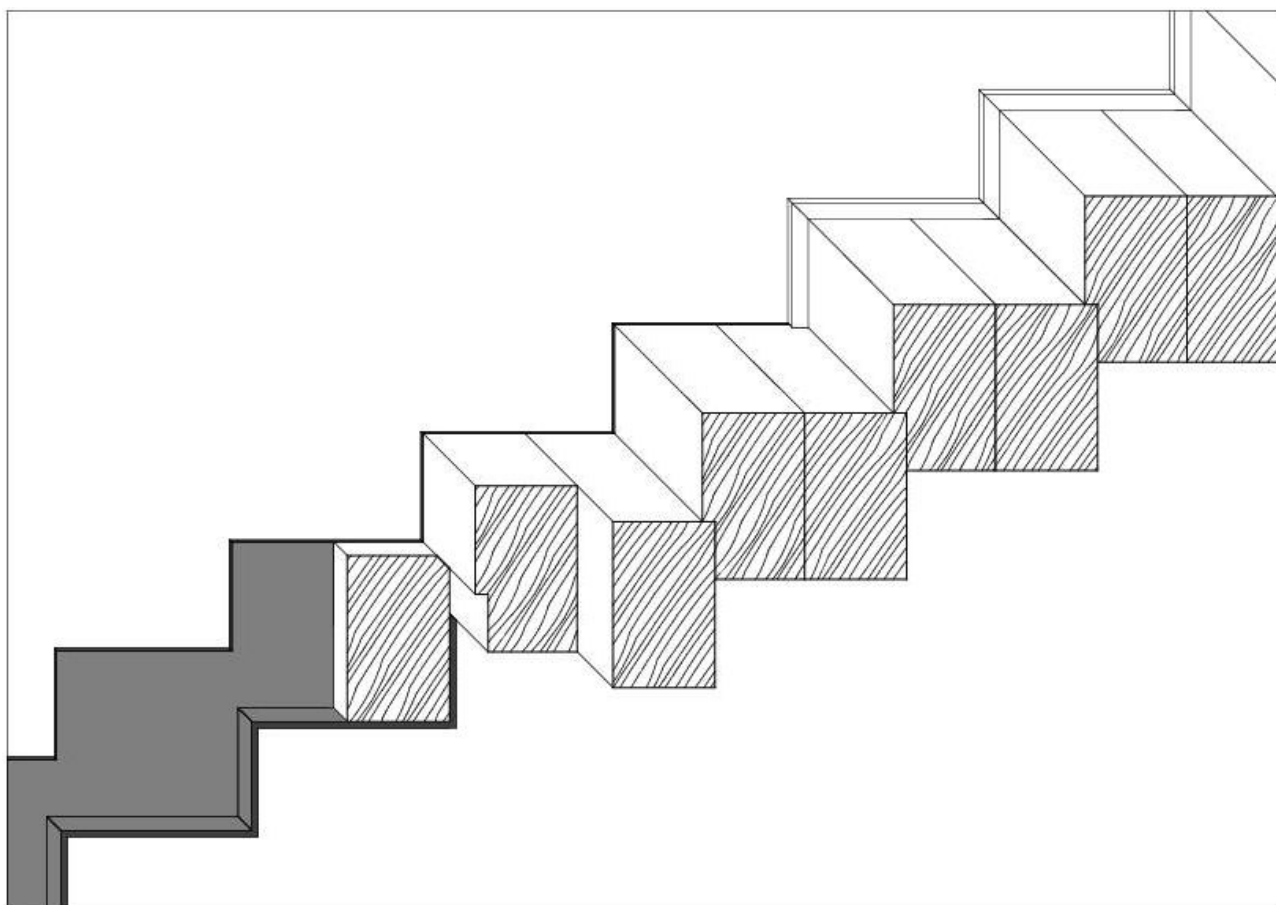
Azonban az itt rendelkezésre álló tér nem elegendő számunkra, hogy elérjük a kívánt hőszigetelés mértékét. Ezen okból kerültek elhelyezésre az acéltartók tetejére ültetve a 5/15 cm-es, erre pedig merőlegesen 5/10-es fa pallók. A válaszfalak alatt 10/10-es gerendák kerülnek, hogy biztosított legyen a megfelelő teherelosztás. Az így kialakult gerendarács már lehetővé teszi, hogy további 25 cm cellulóz hőszigetelést helyezzünk el a födémbe. A pontszerűen kialakult hőhidak nem jelentenek nagy problémát, ugyanis a fa nem rendelkezik jó hővezetési tulajdonságokkal. A gerendarács tetejére 2 réteg 15 mm vastag OSB lap kerül. Tervezésnél külön ügyelni kellett arra, hogy a gerendák a válaszfalak alatt fussanak, azok közvetlenül a gerendákra adják át a terheket, és ne a gerendák közti OSB lap mezőkre.

Az OSB rétegek tetején polietilén párazáró fólia párazáró fólia kerül elhelyezésre. Ez az anyag is elérhető újrahasznosított műanyagból készült kivitelben. Erre egy 6 cm vastag lépésálló kender lépéshangszigetelés készül. Gyártás során a kenderrostot, mint természetes alapanyagot lemezzé, filccé és tekerccsé képesek alakítani. Előállításuk nem okoz nagy megterhelést a környezetnek, ezért ökológiai szempontból előnyös. Jó éghetőségét nátrium-karbonáttal csökkentik. Szintén előnyére válik, hogy a kártevőknek adalékszer hozzáadása nélkül ellenáll, tehát ebből a szempontból külön kezelést nem igényel. Jó hő- és hangszigetelő, valamint hőtároló képessége is jónak mondható, ezért alkalmaztam a padlószerkezet lépéshang csillapító rétegeként, valamint jó hőtechnikai tulajdonságai miatt a felső födém hőtároló rétegeként is.

A kenderréteg tetejére kétszer 15 mm-es teherelosztó OSB réteg majd szalagparketta-burkolat kerül.

Lépcső

A pinceszintről a földszintre vezető teraszra vezető lépcső szintén az újrahasznosítás jegyében készült. Az eredeti vasbeton lépcsőt ökológiai szempontok miatt vettem el. Helyébe faanyagú lépcsőt terveztem, mely a használatos anyagok közül a legmegfelelőbb ezen szempontok szerint. Mivel kültéri szerkezetéről van szó, fontos szempont volt az időtállóság. Megfelelően kezelt és impregnált bontott faanyagot nehéz találni. Erre a célra csak olyan faanyag felel meg, mely eredetileg is ki volt téve az időjárás viszontagságainak, és ezeket jól is tűrte, azaz újra felhasználható. Ezen szempontok figyelembe vételével esett a választás a régi bontott tölgyfa vasúti talpfákra, melyeket manapság is könnyen be lehet szerezni. Alacsony áruk ellenére körültekintő válogatással könnyen beszerezhető a kívánt minőségű és mennyiségű talpfa. Egy lépcsőfokot kettő élére állított vasúti talpfa alkot. Az elülső talpfa alsó feléből előregyártó üzemben egy 2x10 cm-es darab kifűrészelésre kerül. Az így kialakult fogazattal ül rá a talpfa az alatta lévő talpfára. Az együttdolgozást ragasztott keményfa csapokkal is segítik, melyekből lépcsőfokként 2-2 kerül elhelyezésre.



9. kép: Vasúti talpfák felhasználásával készített lépcső kialakítása

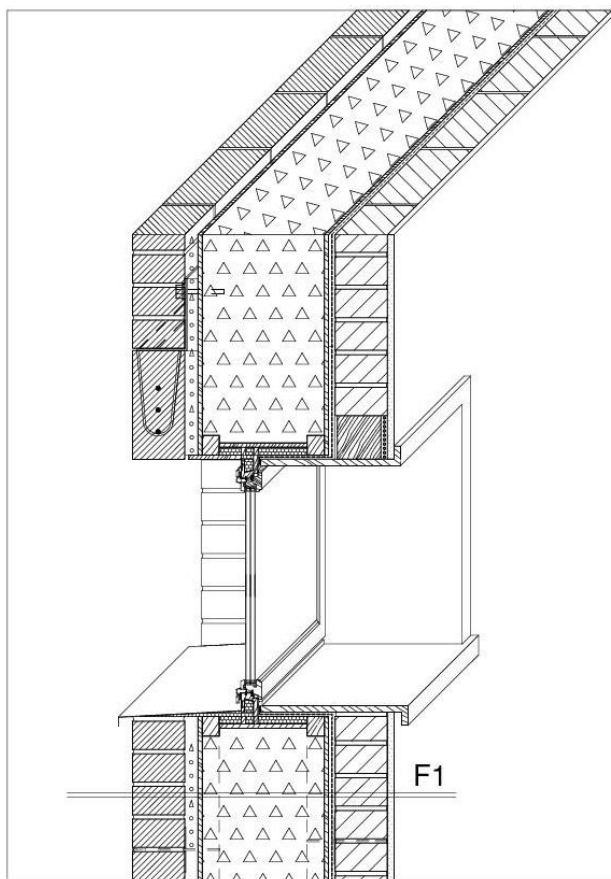
A lépcső alátámasztása aláfalazással történik. Mindkét oldalról 12 cm-es lépcsőzés fut végig a teherhordó falszerkezetben. Ennek érintkező felületére bitumenes alátétlemez kerül. Erre fekszenek fel a körfűrészsel megfelelően kialakított vasúti talpfákból álló lépcsőfokok. Ezt a 10. ábrán szemléltetem. Bitumenes lemez és kikenés kerül a lépcsőfokok és a fal síkja közé is. Ennek eltakarására takarószegély kerül.

Földszinti felmenő szerkezetek

„A földszint külső, teherhordó falai és egyes belső teherhordó falai BakonyTherm N+F falazóelemekkel készülnek. A belső teherhordó falak többsége kisméretű téglafalazat, melyeknek legalább egy oldala vakolatlanul maradnak belsőépítészeti okokból. A válaszfalak Porotherm 12N+F válaszfaltéglából készülnek.”

Az eredeti falszerkezethez képest gyökeresen megváltoztattam a földszinti külső fal szerkezetét. A fűtött teret határoló falszerkezetet könnyűszerkezetes falként terveztem újra. A teherviselő szerkezetet ebben a falszerkezetben a 30 cm magas TJI csökkentett gerincű fa tartók alkotják. Ez egy speciális falváz oszlop, mely I tartó szerűen van kiképezve. Két tömörfa övét egy csökkentett vastagságú falemez köt össze. Minderre hőtechnikai szempontból van szükség, ugyanis a csökkentett gerinc keresztmetszet kevesebb hővesztést tesz lehetővé. A tömörfa profillal összehasonlítva 20 %-al rosszabb hővezetésre képes. A függőlegesen felállított TJI tartók két oldalára 1-1 OSB lap kerül elhelyezésre. A tartók egy 5 cm vastag rétegelt ragasztott pallórol indulnak, mely az alaptesthez van rögzítve.

A szerkezet felső lezárása szintén egy ilyen pallóval van megoldva. Ezáltal biztosított a szerkezet tökéletes merevsége. Mivel a főtartókat és az indító illetve lezáró pallókat előregyártó üzemben készítik, a helyszínen csak szerelési munka szükséges a



10. kép: Földszinti főfal metszete

beépítéshez. Ezzel a megoldással csökkenteni tudjuk a helyszínen keletkező hulladék mennyiségét, tehát ökológiai szempontból optimalizáljuk a felhasznált anyag mennyiségét. TJI tartók helyett alkalmazhatunk normál keresztmetszetű rétegelt ragasztott pallókat is, ám ez esetben hőhidasabb lesz a falszerkezetünk.

A főtartók között kialakult teret 30 cm vastagságban cellulóz hőszigeteléssel töltik ki. A cellulóz hőszigetelés újrahasznosított újságpapírból készül. Ez ökológiai szempontból előnyös, hiszen más hőszigetelésekkel összehasonlítva kevesebb előállítási energiaigénye van. Az újságpapírt aprítják és darálják, majd bór vagy borax hozzáadásával tűz- és kártevők elleni védelmét biztosítják. Beépítése a kialakított szerkezetbe való befűzés útján történik. Ez abból a szempontból nagyon előnyös, hogy a legkisebb helyekre is képes behatolni, tehát maximálisan kitölti a rendelkezésre álló teret. Jó hő- és hangszigetelő tulajdonsága mellett szabályozza a nedvességet, ugyanakkor ellenáll a penésznek. Páraháztartás szempontjából diffúzió-áteresztő. Esetleges bontáskor elszívás után újra felhasználható. Nem utolsó sorban előállítása és beépítése jóval olcsóbb a többi használatos hőszigeteléshez viszonyítva. Könnyűszerkezetes építésmód esetén falváz- és födémgerendák közé fűjük be, ahogy ezt a mi példánk is jól mutatja.

A falszerkezet belső oldalán kap helyet a párazáró fólia, melyet ragasztásos technológiával rögzítenek. Napjainkban már elérhetőek az újrahasznosított műanyagból készült párazáró fóliák is, tehát ökológiai szempontból is előnyös ezek használata.

A belső oldalon 12 cm-es vastagságban vályogtégla falazat készül. Ez biztosítja a helyiségek megfelelő páraháztartását. Jó hőtárolási és akusztikai tulajdonságokkal rendelkezik. Előállítása nagyságrendekkel kevesebb energiát igényel, mint az égetett tégláé. Esetleges kibontása után teljes mértékben újrahasznosítható, nem terheli a környezetet. A vályogtégla falazat képes mérsékelni az elektroszmogot, a másodlagos kozmikus és a mesterséges rövidhullámú sugárzások erőtereinek hatását, valamint természetes radioaktivitásuk is kisebb más építőanyagokhoz viszonyítva. Gyártás közbeni energiaigényük és károsanyag-kibocsátásuk is minimális.

A vályogtéglákat vályoghabarcs felhasználásával építik össze. A Belső oldalán vályogvakolat felületképzést készítenek. A 12-es ábrán láthatjuk a válaszfalak felső csomópontjának kialakítását. Mivel szilárd zárófödém nem készül, ezért egy 12/2,5-ös pallót rögzítenek a szeglemezes tartók alján futó lécvázhoz. Ennek segítségével merevítik a válaszfalakat. Külön figyelni kell a sarkok kialakítására is, ide üvegszövet hálót építenek be, hogy a későbbi esetleges mozgások ne tudják megrepeszteni a vakolatot. A vályogtermékeket a közeli Pápa-Tapolcafőn található téglagyárból kedvező áron lehet beszerezni, így a rövid szállítási útvonal ökológiailag is megfelelő.

Áthidalások

„A pinceszinti ablakok esetében külön kiváltó nem kerül elhelyezésre, az ablaknyílások áthidalását a monolit vasbeton födém fogja megoldani. A földszinti nyílások felett szükség van áthidalásokra, ezek a külső falak esetében monolit vasbeton szerkezetűek, vasalásukat a kiviteli terv fogja megadni. A belső teherhordó falakban lévő nyílások vagy a födémig nyúlnak, ez esetben a monolit vasbeton födém oldja meg az áthidalást, vagy előregyártott áthidaló (A10, A12) kerül beépítésre, melyek felett kisméretű tömör téglá kifalazás készül, mint nyomott zóna. A válaszfalaknál szintén előregyártott áthidalók (A10, A12) lesznek beépítve.”

A pinceszinten a nyílásáthidalások egyenes övű kisméretű téglából falazott boltövekkel készülnek. Ebben az esetben is ökológiai szempontok miatt váltottam erre a szerkezeti megoldásra. Az eredeti vasbeton áthidalás a födém szerkezet megváltozása miatt sem lenne megoldható, hiszen a vasbeton koszorú méretét a lehető legkisebbre minimalizáltam. Gerendás áthidalókat sem kívántam használni, mivel ezen szerkezeteknek is - anyagtól függően változó mértékben - van gyártási energiafelhasználásuk. Kézenfekvő volt tehát a régi módszert alkalmazni a nyílások áthidalására, ez pedig a boltöv falazása. Kerülni szerettem volna az íveket a nyílások felett, ezért készül egyenes boltöv minden nyílás fölé. Anyagszükséglet tekintetében a már amúgy is rendelkezésre álló bontott kisméretű tömör téglára és mészhabarcusra van szükség.

A földszinten a könnyűszerkezetes falak esetében vízszintbe fordított TJI tartókkal oldottam meg a nyílásáthidalást. A nyílások mérete és elrendezése optimális, mivel a hosszanti főfalakra nehezedik a tető terhe, ezeken pedig kisebb szélességű nyílások vannak. Azonban nem csak a könnyűszerkezetes falakban kell áthidalásokat alkalmazni, meg kell oldani a belső oldali vályog falazat nyílásáthidalását is. Ezt a válaszfalakhoz hasonlóan fagerendák beépítésével oldottam meg. A kisebb fesztávokra, azaz az egy méter körüli nyílások fölé 10/10-es gerendákat építettem. A teraszajtók, ablakok illetve a bejárati ajtó falnyílásának esetében már 10/15-ös gerenda alkalmazása vált szükségessé. A legjobban megnyitott déli homlokzatra pedig nem nehezedik nagy teher, tehát megoldható a nagyobb nyílások áthidalása is. Itt található egy 4 méteres ablak, ide egy 10/20-as gerendát építettem a vályog falazatba. Ekkora keresztmetszet képes elviselni a rá rakott vályogtéglá-sorok terhét. A bontott kisméretű téglá homlokzatburkolat áthidalását

PROFIX kengyelfuratos diafragmás, függesztő kengyeles konzolprofil beépítésével oldottam meg. Az így kialakult külső nyílásáthidalás olyan képet ad, mintha egyenes boltív készült volna a téglafalazatban. Példaként a 9-es ábrán láthatjuk egy 90/60-as ablak áthidalását.

A földszinti vályogtéglából készülő válaszfalak esetében az előbb említettekhez hasonlóan 10/15-ös fa gerendákat alkalmaztam nyílásáthidalóként. Ökológiai szempontból a faanyag használata a legkedvezőbb, a többi áthidaló típussal szemben. A fa hátrányos tulajdonsága, hogy nem képes megtartani a vakolatot, így az áthidalók vakolandó felületeire nádazás kerül. A beltéri ajtók fa tokszerkezete is jól illeszthető az áthidalóhoz.

Ha nem szeretnénk fa áthidalót alkalmazni, ökológiai szempontból a mészhomokból készült YTONG áthidaló alkalmazása is javasolható.

Földszint feletti födém

„A födém egységesen 18 cm vastag, monolit vasbeton szerkezetű. Pontos kialakítását és vasalását a kiviteli tervek tartalmazzák majd.”

A BIO-ÖKO házba hagyományos értelemben vett födém nem kerül beépítésre. Ennek szerepéről a szeglemezes tartók aljára függesztett könnyűszerkezetes mennyezet gondoskodik. Mivel a padlásteret a továbbiakban nem kívánjuk használni, ezért nem volt követelmény a járható szilárd födém kialakítása. Ha esetleg a későbbiekben mégis szükség lenne a padlástérben történő közlekedésre, úgy kell kialakítani a szeglemezes tartókat, hogy lehetőség legyen járópalló elhelyezésére.

Tetőszerkezet

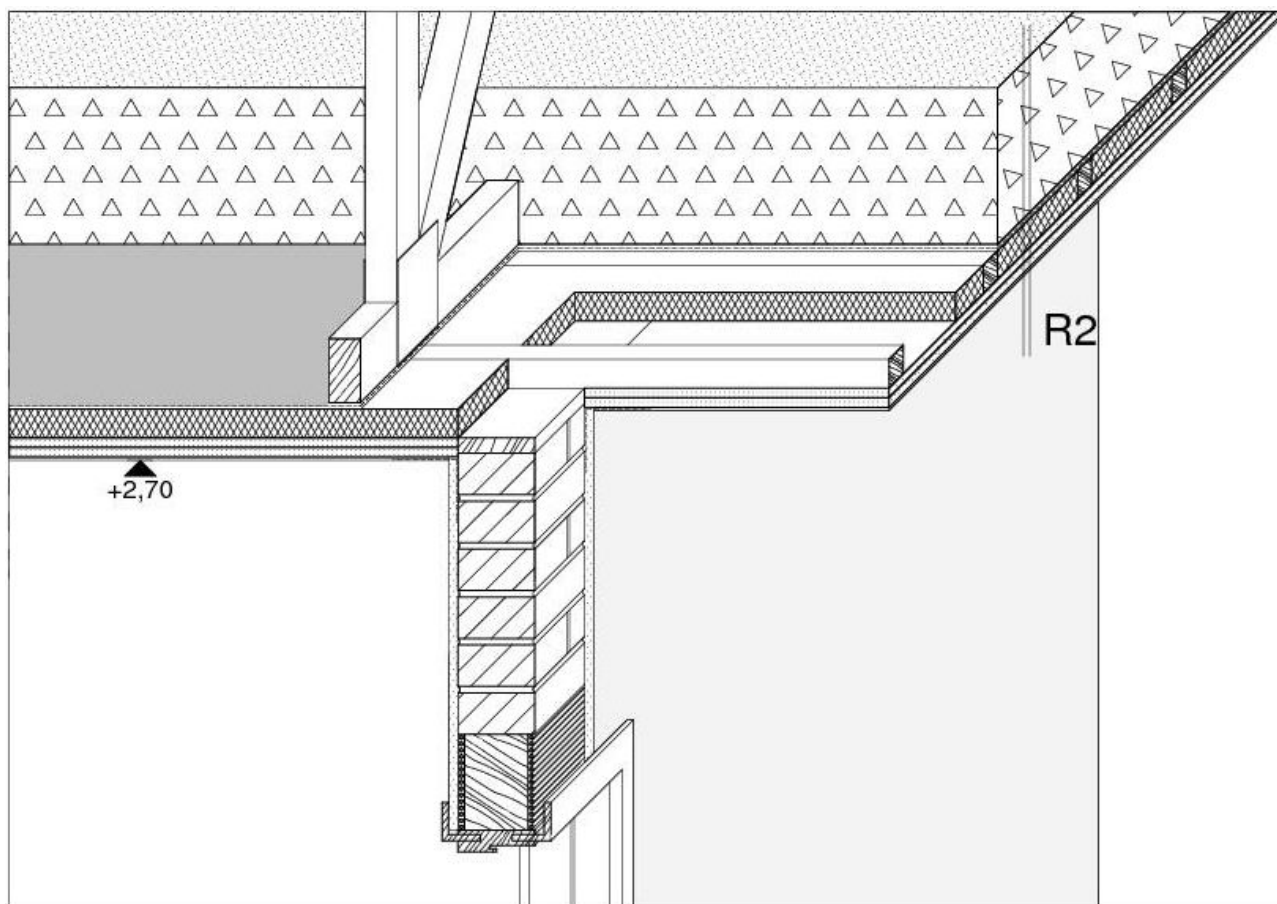
„A földszinti épületrész felett hagyományos faszerkezetű tető készül. A tetőszerkezet statikai vázát a tartószerkezeti műleírás tartalmazza. A mértékadó szelvények méretezése megtörtént. A tető hajlásszöge 25°-os. Az észak-déli gerincű tetőtest két állószékes szerkezettel készül, melyet könyökök és fogópárok merevítenek. A teherátadás a két talp- és a két középszelemenen (15/15 cm) történik. Az ehhez csatlakozó három kisebb tetőtest egy állószékes fedélként készül. A teherátadás itt a két talpszelemenen (15/15 cm) és a taréjszelemenen (15/15 cm) történik. A kisebb tetőtestek taréjszelemenei a nagyobb tetőtest középszelemeneinek magasságában vannak. A terveken gondosan ügyeltünk a talpszelemenek felső síkjának egy síkban tartására. A

talpszelemen és az oszlopok (15/15 cm) a monolit vasbeton födémnek adják át terhüket. A fedett terasz és a lépcsőház felett nagyobb keresztmetszetű talpszelemenekre van szükségünk, itt a talpszelemenek mérete 15/20 cm. A fedett terasz oszlopai közötti mintegy 4,30 m-es fesztávolság szintén acél szelemen beépítését kívánja meg. Ide egy HEA120 profilú acéltartót terveztünk, melyre a szaruzat fogadása miatt egy 15/8 cm keresztmetszetű fa gerendát erősítünk. A szarufák keresztmetszete 10/15 cm, maximális tengelytávolságuk 1,00 m lehet. A kis hajlásszög miatt fellépő nagy vízszintes erőhatások miatt különös gondot kell fordítani a talpszelemen szakszerű lehorgonyzására és a szarufák rögzítésére. A faszerkezeteket méretre vágás után, közvetlenül a beépítés előtt gomba és rovarölő, valamint ezekhez illeszkedő égéskésleltető szerekkel kezelni kell a védőszerek gyártóinak alkalmazástechnikáját betartva. Az eresz csaphornyos, gyalult deszkaburkolattal burkolt, kiállása 58 cm. A fedett terasz és a lépcsőház felett hasonló anyagú álmennyezet készül, melyet fogópárok tartanak majd. A tető pontos szerkezeti kialakítását és csomópontjait a kiviteli terv fogja megadni.”

Az eredetileg tervezett hagyományos faszerkezetű tetőt szeglemezes tartókból álló fedélszerkezettel helyettesítettem. Az üzemi előregyártás lehetővé teszi, hogy a lehető legkevesebb hulladék keletkezzen, minimalizálva így a faanyag felhasznált mennyiségét. Esetünkben 5/10-es pallókból készülnek a tartók szeglemezes kapcsolattal. Mivel a tartószerkezet önsúlya csekély, ezért felhasználásukkal könnyebb fedélszék készíthető, mint a hagyományos tető esetében. A tartók két végükön alátámasztott rácsostartóként működnek, tehát feleslegessé teszik a közbenső alátámasztó falakat, mint ahogy ez esetünkben is megfigyelhető. A tartók tengelytávolságának kiosztásakor az optimális méretekre törekedve, 80-85-90 cm között változnak az osztások. A terasztetők tartói a főtartókra merőlegesen helyezkednek el. A megfelelő kialakítás érdekében a csökkentett magasságú tartók a fióktetőben a főtartókra ülnek fel. A teraszok feletti tetők teljes magasságú tartóit 2-2 talpszelemenre ültetjük.

Mint ahogy arról az előző részben is szó esett, az eredetileg tervezett vasbeton födémeket könnyűszerkezetes függesztett rácsos szerkezetű mennyezetre cseréltem. A 80-90 centiméterenként elhelyezett szeglemezes tartók kínálták magukat egy új födém szerkezet kialakításához. Két réteg összesen 2,50 cm vastagságú gipszkarton réteg került a lakótér fölé. Ennyi gipszréteg már jótékony hatással van a helyiségek páratartalmának megfelelő szinten tartására. Erre 5 cm vastagságú kender anyagú hőszigetelő réteg kerül. Mivel a kender jó hőtároló képességgel rendelkezik, valamelyest ellensúlyozza a könnyűszerkezetű födém azon rossz tulajdonságát, hogy nem képes

hosszú távon elraktározni a hőt. A kender réteg és a szeglemezes tartók alsó pallója közé tudjuk rögzíteni a falszerkezetben és a pincefödémben is jelen lévő párazáró fóliát. Így valósul meg tökéletesen épületünk párazárása. A szeglemezes tartók közé 25 cm vastag szórt cellulóz hőszigetelő réteg készül.



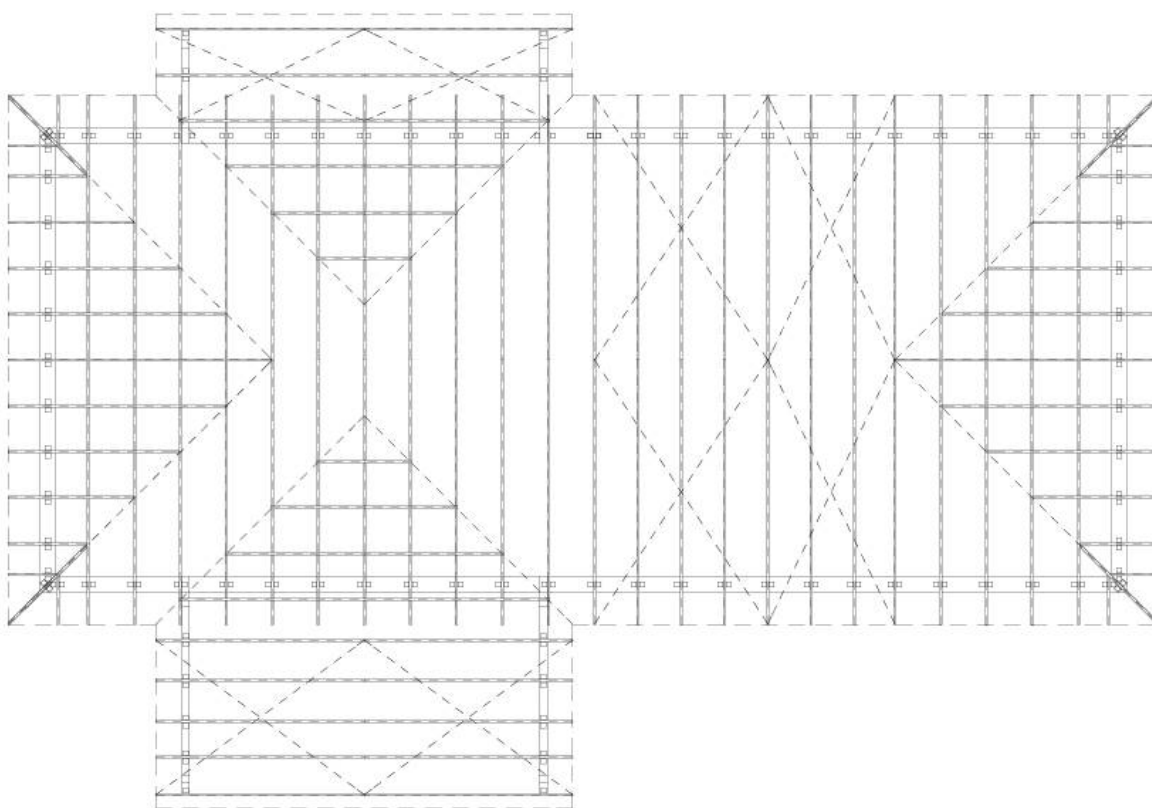
11. kép: Függesztett álmennyezet szerkezeti kialakítása

A tető hajlásszöge 25° , ahogy az eredeti terven is szerepelt. A tetőre kerülő egyenes vágású hornyolt tetőcserép esetében ez a megengedhető legkisebb hajlásszög. Azért törekedtem a legkisebb hajlásszög alkalmazására, hogy minél könnyebb tetőszerkezet készülhessen, továbbá a faanyag-felhasználás is a lehető legkevesebb legyen. Ez biztosítja azt, hogy ökológiai szempontból is megfelel a tető. Segítségemre volt ebben az a szempont is, hogy a padlástér a továbbiakban nem lesz hasznosítva. Az előző pontban tárgyalt könnyűszerkezetes zárófödém is e feltétel miatt készülhetett el. A födém anyagválasztásánál is törekedtem arra, hogy minél kevesebb súllyal terheljem meg a szeglemezes tartókat.

Üzemi előregyártás után teherautók segítségével szállítják a tartókat az építés helyszínére. Itt daruzás után 100.100.8-as L-acélok segítségével rögzítik őket a falszerkezetet lezáró vízszintes helyzetű 5 cm vastag pallókhoz. A tervezés folyamán

különösen figyelni kellett arra, hogy a teherbíró falszerkezetben futó TJI tartók lehetőleg a szeglemezes tartók alá essenek. Ez fontos volt a megfelelő teherátadás biztosítása érdekében. A nyílásoknál a szeglemezes tartókról érkező terheket a nyílásokat két oldalról szegélyező tartókra közvetítik az áthidalók. A szerkezet sajátos kialakítása lehetővé teszi a déli homlokzat nagyobb mértékű megnyitását, mivel a kéttámaszú tartók a két hosszanti főfalra terhelnek. A hosszanti főfalakon a nyílások elosztásánál figyelembe vettem az erőátadások biztonságos megoldását.

A tetőszerkezet merevítését andráskereszt alakban elhelyezett lyukszalagos merevítővel oldottam meg. Azokon a helyeken, ahova nem kerültek lyukszalagok, a vápa- illetve az élszarufák látják el a merevítés szerepét.



12. kép: Szeglemezes tetőszerkezet kialakítása

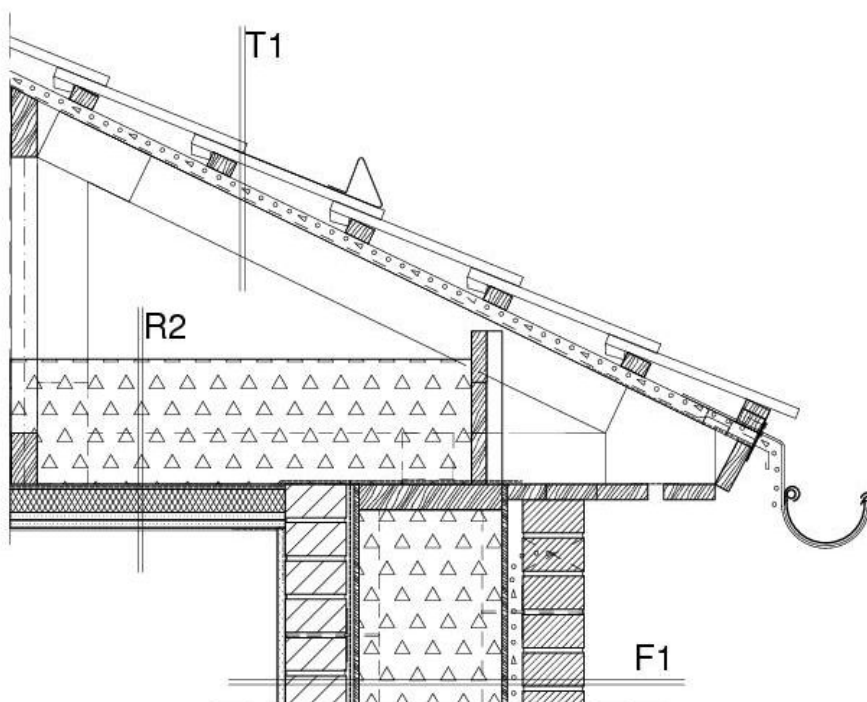
A padlástér megközelítése a keleti terasztető aljában kiképzett padlásfeljárón keresztül történik. A teraszok alsó borításaként széthúzott deszkaburkolat készül, melynek közeit rovarhálóval látják el. Ekképpen egy jól átszellőztetett padlástér alakul ki. A padlásfeljáró lenyitható ajtaja illeszkedik a burkolat raszterébe, így nem tűnik ki a burkolatból.

A padláson való esetleges közlekedés pallójárdákon történik. A szeglemezes tartók gyártásakor alakítják ki a pallók fogadószerkezetét a szeglemezes tartókon.

Legegyszerűbben a rácsrudak közt keresztben elhelyezett vízszintes merevítőkkel oldható meg a pallók elhelyezése.

Tetőfedés és bádogos munkák

„A magastető sajtolt, hullámos, égetett anyag cserépfedést kap, vörös színben (pl. Tondach Palotás). A tető részletképzései a cserépgyártó alkalmazástechnikája szerint készülnek, a szükséges és előírt rendszerkomponens kiegészítők (szellőzőelemek, kúpcserepek, oromszegélyek, hófogók, stb.) alkalmazásával. A bádogos munkák hagyományosan horganyzott acéllemezről készülnek. A függő ereszcatorna félkör keresztmetszetűek és vörös színű felületkezeléssel rendelkeznek. A bádogostechnikai előírások, szabványok szigorúan betartandók. Az ereszcatornákból a vizet az épület körül 9 helyen láncok mentén vezetjük le függőlegesen, kavicskutakba, ahol azok gond nélkül el tudnak szikkadni.”



13. kép: Szeglemezes tető ereszkialakítása

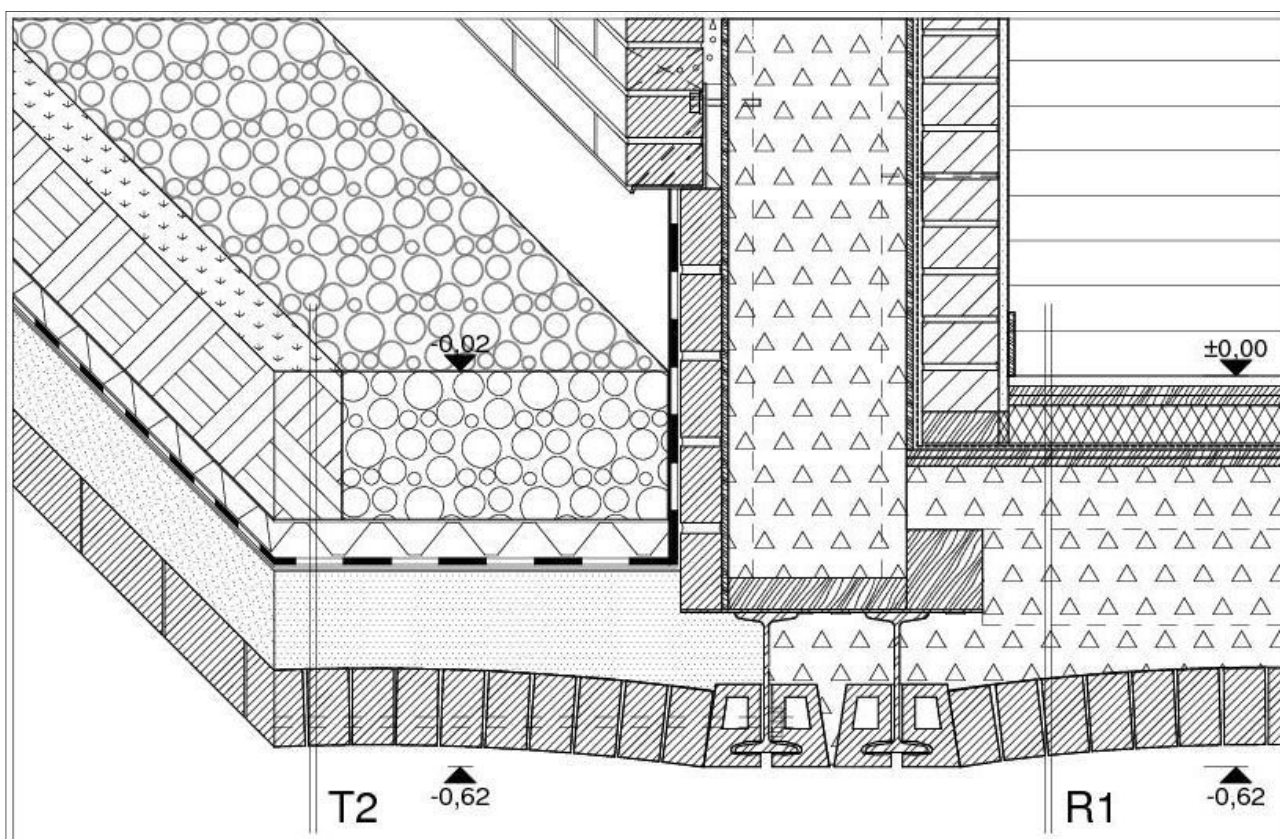
Ökológiai szempontok alapján bontott egyenes vágású hornyolt cserépfedés mellett döntöttem. Ez a fajta cseréptípus sok régebbi épületen megtalálható, így hozzájutni is egyszerű. Darabárban jóval olcsóbb bármely újonnan gyártott cserépnél, és megfelelő válogatással kitűnő állapotú cserepeket vásárolhatunk. A tetőcserepek tartószerkezetét jelentő 50/30-as cserépléceket szintén 50/30-as ellenléceken helyezzük el. Az ellenlécek

alá kerülő porhó elleni fólia újrahasznosított műanyagból készül. A cserépfedés kialakításánál ügyelni kell arra, hogy az alacsony hajlásszög miatt 10 cm-es átfedésben kerüljenek fel a cserepek.

A bádogos munkák hagyományosan horganyzott acéllemezről készülnek. Az eredetileg tervezett láncos esővíz elvezetést megtartottam, ugyanis így kevesebb acéllemez szükséges. Ezek az ereszcatornák az épület körül 8 helyen vezetik le a csapadékvizet kavicskutakba.

Lapostető

„A pince egy része felett lapostető készül a metszeteken szereplő rétegrenddel 2 réteg bitumenes vastaglemez szigeteléssel. A lapostető jelentős részére vastag mosott kavicsréteg kerül, azonban egy részén zöld tető kerül kialakításra. Itt gyökérálló vízszigetelés, vagy külön gyökérálló réteg beépítése szükséges. A zöldtetőt a csatlakozó épületszerkezetektől 50 cm széles kavicsávval kell elválasztani. A szigetelési munkáknál a gyártó alkalmazástechnikai utasításait szigorúan be kell tartani.”



14. kép: Lapostető rétegrendi kialakítása

A megváltozott födém szerkezetnek köszönhetően a lapostető kialakítási módja is változott. A pincefödémnél látható cellulózfeltöltés helyett a hagyományos homokfeltöltést

alkalmaztam. A homokfeltöltés megfelelő tömörségét biztosítani kell. Tömörítés után egy polipropilén elválasztó rétegre kerül az egy réteg műanyag lemez vízszigetelés. Ezen egy újabb réteg elválasztó filc és drénlemez kap helyet. Az extenzív zöldtető talajkeverék zárja a rétegrendet. Az attikafalak és az épület falai körül 50 cm-es elválasztó kavicságy kerül kialakításra. A csapadékvíz elvezetéséhez két mezőre osztottam a lapostetőt. Az egyik részt a garázs feletti északi attikafalra lejtettem, ahol az attikafalon keresztül vízköpőkkel van kivezetve a víz a garázs mögé. A másik oldalon a keleti pincefal síkja felé van lejtetve a szigetelés. Itt a pincefal külső síkján van levezetve a felesleges csapadékvíz. Ezekkel a megoldásokkal elkerültem a lefolyók alkalmazását.

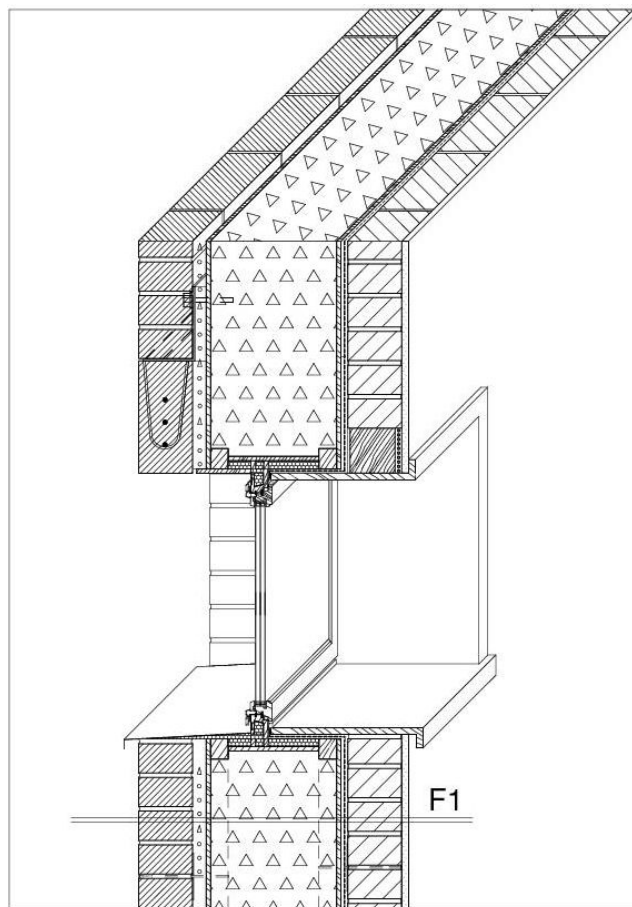
Nyílászárók

„A lakótér nyílászárói műanyag tokszerkezetű, 3 rétegű üvegezésű ajtók és ablakok, külső oldalukon vörös, belső oldalukon fehér színben (pl. Internorm). Az üvegezés és a tokszerkezet hőátbocsátási tényezője egyaránt 0,8 W/m²K alatt legyen. A nyílászárók nagyméretűek és osztatlanok. Néhány nyílászáró fix üvegezésű, költség- és energiatakarékossági szempontból. A nyílászárókat úgy kell beépíteni, hogy azok külső síkja megegyezzen a falazott falszerkezet külső síkjával. A hőszigetelést úgy kell elkészíteni, hogy 4 cm-t ráakarjon a nyílászárók tokszerkezetére. A nyílászárók beépítésénél fokozottan ügyelni kell a nyílászáró és a falszerkezet közötti szerkezeti hézag légzáró tömítésére. A légzárást itt külső és belső légzáró ragasztó szalagok felragasztásával kell biztosítani. A nyílászárók felett alumínium paláttal rendelkező redőnyök kerülnek beépítésbe a hőszigetelés síkjában. A redőnytokok vakolhatóak. Kívülről elérhető, sötétvörös alsó felületük bontható. A redőnytokok beépítés miatt keletkező hőhídhatás csökkentése érdekében a külső nyílászárók feletti áthidalásoknál 10 cm extrudált polisztirolhab hőszigetelés kerül be közvetlenül a nyílászáró fölé. A pincszint ablakai 2 rétegű üvegezésű, külső oldalukon vörös, belső oldalukon fehér színű szerkezetek. A pincszinten található ajtók és kapuk, valamint a műhely kapuja fémszerkezetű (pl. Hörmann). A lakótér belső nyílászárói faszerkezetűek. A nyílászárók pontos paramétereit a kiviteli terv konszignációs munkarésze tartalmazza majd.”

Az épületek legnagyobb hőátvesztő felületei a nyílászárók. A legtöbb hő ezeken keresztül tud kiszökni a fűtött térből, ezért különösen nagy hangsúlyt kell fektetni ezek helyes megválasztásába. Az eredeti épületbe is magas minőségű, kiváló hőszigetelő képességű műanyag tokszerkezetű Internorm nyílászárók lettek tervezve. A BIO-ÖKO

házban viszont a műanyag felületeket idegennek tartottam, ezért ugyanazon gyártó fa/termohab/alumínium rétegfelépítésű ed[it]ion fantázianevű ablakaira cseréltem az ablakokat. Ezek az ablakok háromrétegű SOLAR+ üvegezéssel $U_w = 0,68 \text{ W/m}^2\text{K}$ hőátbocsátási tényezővel rendelkeznek.

A tele kiviteli se[le]ction nevű ajtó $U_D = 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$ hőátbocsátási tényezővel rendelkezik. Minden nyílászáró kívülről barna színű alumínium borítást kap. Az ajtó belülről fa színezetet kap, hogy minél jobban illeszkedjen az ablakok fa kiviteléhez. A nyílászárókat úgy kell beépíteni, hogy azok a TJI tartós függőleges vázszerkezet síkjának közepébe essenek. A nyílások kávája úgy van kialakítva, hogy 4 cm-t rátakarjon a nyílászárók tokszerkezetére, az esetleges hőhidak méretét minimalizálva.



15. kép: 90/60-as Internorm ablak beépítési módja

A tökéletes légzárást külső és belső ragasztott fóliákkal lehet elérni. Ezeket a falazatban futó párazáró fóliával felületfolytonossá kell tenni.

A belső tér ajtóit üvegezett és tele kivitelen készülnek. A pinceszint nyílászáróinál két rétegű üvegezéssel ellátott fa tokszerkezetű nyílászárók kerülnek beépítésre, hagyományos módon. A garázsajtó felnyíló Hörmann típusú garázsajtó, ahogy az eredeti terven is szerepelt.

Burkolatok

Az utcaszintű épületrész, a pince burkolásához megtartottam az eredeti terv szerinti természetes kő burkolatot. A kő és a földszintű épülettömbön megjelenő bontott téglák jól harmonizálnak egymással és környezetével. Ezt kiegészíti a bontott egyenes vágású hornyolt cserépből készült héjazat is.

A pincehelyiségekben homokágyba fektetett bontott kisméretű tömör téglából készült burkolat került. Ez megjelenésében remekül párosul a poroszsüveg boltozatos födém vakolatlan felületével. A lépcső megjelenését továbbfuttattam a bejáratú ajtó teraszára is. A vasúti talpfákat félbevágva 8 cm pallókat kapunk. Ezeket kavicságyra helyezve hajópadló szerű burkolatot kapunk, mely ellenáll az időjárás viszontagságainak. A földszintű kisméretű tömör homlokzatburkolat a fedett terasz valamint a teraszablakok előtt futó járda burkolataként is megjelenik.

A fűtött térben szalagparkettával és kerámia burkolattal találkozhatunk. Kerámia lapburkolatból használt illetve bontott anyagot nehéz találni. Ennek vagy minőségi okai vannak, vagy az eladásra kínált burkolat mennyisége nem megfelelő, ezért újonnan gyártott mázas kerámia kerül beépítésre. Parketta esetében már nagyobb esélyünk van találni megfelelő anyagot, így kivitelezhetjük bontott anyagból is a parketta burkolatot.

Lenolaj tartalmú természetes linóleumot is alkalmazhatunk helyiségeink padlóburkolataként. Ez is környezetbarát megoldást jelent.

Festett felületek

A beltéri festékek kiválasztásánál ügyeltem arra, hogy harmóniában legyen az alkalmazott építőanyagokkal. Ezért választottam a VEGA vályogfestéket, mely kiválóan alkalmas vályogfelületek és gipszkarton festésére. A festék vízbázisú, kötőanyaga fehérje-enyvé és fehér agyag, tehát természetes anyagok. Jó páratechnikai tulajdonsága kiegészíti a vályog és a gipsz eme tulajdonságát. A pinceszinten hagyományos mészfestékkel készül a falfestés. A vegyi anyagokat és szintetikus elemeket tartalmazó műanyag festékeket lehetőleg kerülni kell, mert gátolják a páraháztartás megfelelő működését.

III. Energiatermelési lehetőségek, épületgépészet

Az előző fejezetekben láthattuk, hogy mennyi energiát emészt fel BIO-ÖKO ház megépítése. Alapvető szemlélet volt későbbi használat során is az alacsony energiafelhasználás. Az energiafelhasználást itt az épület által elfogyasztott energia mennyiségén értjük. Nem csak a felhasznált építőanyagok és a kismértékű fogyasztás tekintetében értelmeztem az ÖKO kifejezést, fontos szempont volt az is, hogy a felhasznált energiák a lehető legnagyobb százalékban megújuló energiaforrásból származzanak.

Segítségemre volt, hogy a kiindulási tervben is szerepet kaptak a megújuló energiát hasznosító energiatermelők. Az eredeti épületben a fűtés és használati melegvíz-ellátás együttes hőigényének fedezésére egy 18 kW teljesítményű, faelgázosító kazán került betervezésre. Ezt kiegészítendő, megfelelő időjárási körülmények között a melegvizet 2 db a garázstetőre telepített Viessmann 200-F SH2A gyártmányú sík kollektor biztosítja. Az ingatlanon fűrt kút is létesül, amely a garázsban elhelyezett vízvételi helyhez, illetve a külső locsoló rendszerhez csatlakozik. Tekintettel arra, hogy az épület nyílászárói jó minőségű közel légtömör szerkezetek, a megfelelő levegőmennyiség bejuttatására a házban lakásszellőztető rendszer kerül kiépítésre. A rendszer egy darab HELIOS KWL EC 300 PRO típusú kompakt légkezelőből, befúvó-elszívó beszívó- kidobó légcsatorna hálózattal, valamint befúvó és elszívó elemekből áll.

A faelgázosító kazán kivételével átvettem a gépészeti szerkezeteket a saját tervembe is. A fűtéshez szükséges energia nagy része hőszivattyú működtetésével kerül megtermelésre. A hőszivattyú működéséhez szükséges elektromos energiát napelemek segítségével állítják elő. Esetünkben az elektromos hálózatra visszatápláló rendszer kerül kiépítésre, tehát nem akkumulátorokba tárolódik a termelt elektromos áram, hanem az elektromos hálózatra töltődik fel. Később, amikor a lakók használják az elektromos áramot, szintén a hálózatról nyerik, az elektromos áram havidíjának elszámolásakor pedig a termelés és használat különbözetét kell csak fizetniük. Valamint, mivel nappal aktív az áram termelő rendszer és általában este és éjjel fogyasztanak több áramot a lakók által üzemeltetett eszközök, megoldódik az elektromos áram tárolásának kérdése. Nem kell drága akkumulátorokat beszerezni, és az áramellátás is folyamatosan biztosított. Az eredeti napkollektorokat megtartottam, mivel ezek rá tudnak segíteni a hőszivattyú termelésre. Biztonsági tartalékként pedig az elektromos fűtőpatront is alkalmaztam vízmelegítés segítésére.

Azonban ez csak két megoldás a ház megújuló források kiaknázásával történő ellátására. A különféle megújuló energiaforrások és a folyamatosan fejlődő technológia sokféle megoldásra adnak lehetőséget. A továbbiakban szeretném bemutatni, milyen zöld energiatermelő módszereket lehetne még alkalmazni az épületben. Megújuló energiák szerint csoportosítottam a különböző épületgépészeti eszközöket.

Napenergia

Az épületgépészeti berendezésekkel működő rendszereket aktív napenergia-hasznosítóknak nevezzük. Lényegük, hogy valamilyen külön erre a célra készített eszköz (kollektor, napelem) segítségével alakítjuk át a Nap sugárzási energiáját hővé vagy villamos energiává.

Termikus hasznosítás

A termikus hasznosítás lényege, hogy a napenergiát a napkollektor révén közvetlenül hővé alakítjuk. Az aktív napenergia-hasznosító rendszer elemei: *elnyelőszerkezet* (abszorber): a hőelnyelésért felelős; *tároló*; *hálózat*: a kollektor összekötése a tárolóval; *hőhordozó közeg*: a leggyakoribb hőhordozó a víz, fagyálló folyadék, de léteznek levegőhordozóval működő kollektorok is. Működési elv szerint a következő rendszereket különböztetjük meg: gravitációs folyadékos- , direkt keringtetésű folyadékos- és levegős rendszerek.

Fajtái:

Síkkollektor: A síkkollektorokban hőelnyelő felületként egy sík fémlemez helyezkedik el egy csőígyóra szerelve. Ez a napsugárzás által felmelegített fémlemez gyűjti össze, majd adja át az energiáját a vele érintkező hőcserélő folyadéknak. Beépítési módjuk alapján két változat terjedt el: „Doboz” napkollektor (modul elem), mely önálló szerkezeti egység, alkalmas akár a tetőn, akár máshol a szabadban történő felállításra. Vákuumcsöves kollektor, melynek hőtermelő felülete a magasabb hatásfok elérésének érdekében vákuum által szigetelt üvegcsőben helyezkedik el.

Légkollektor: A hőt a légkollektoron átáramló levegő gyűjti össze és juttatja el a felhasználás helyére.

Síkkollektor	Vákuumcsöves kollektor	Légkollektor	Légkollektor házilag
30 – 40 000 Ft	144 – 240 000 Ft	50 - 100 000 Ft	8 – 15 000 Ft

1 m nagyságú kollektorfelületek átlagos költsége (szerelés és gépészeti elemek nélkül)

Fotovillamos napenergia-hasznosítás

Napelemek: A napenergia fotovillamos hasznosítása alatt a Nap sugárzási energiájának közvetlenül villamos energiává történő átalakítását értjük. A napelemek félvezetőkből állnak. Működésük azon alapul, hogy a fénysugárzás fotonjai a félvezető elektronjait a kötésből kimozdítják. Különböző típusú napelemek vannak forgalomban, mint pl. a monokristályos, polikristályos és amorf elemek.

A napenergia-hasznosítás gyakorlati megvalósítása Magyarországon

Hazánkban a napenergia hasznosítására adottak a feltételek. Magyarország legnagyobb napfénytartalmú területén évente 1300 kWh energia jut a Napból egy négyzetméternyi területre, de a kisebb besugárzású nyugati területeken is eléri az 1175 kWh/m² értéket.

Szélergia

A szélergia többféle módot használható fel. Legnagyobb arányban elektromos áram termelésére használjuk, de alkalmazható vízkiemelésre is.

Vízkiemelés

A vízszivattyúzásra kialakított szerkezetek felépítése viszonylag egyszerű, működési elvük is többnyire mechanikus.

Villamos energia előállítása

A szélergiát a szélgenerátorokkal alakíthatjuk át villamos energiává. A szélgenerátorokat az alapvető kivitelük szerint három csoportba sorolhatjuk. *Kicsi, különálló turbinák:* akkumulátortöltésre, fűtésre használatosak (10 kW alatt). *Hibrid energiarendszerek közepes méretű szélturbinái:* (10-150 kW), amelyeket más energiaforrásokkal is kombinálhatnak, pl. fotoelektromos cellákkal, gyakrabban dízelgenerátorokkal. (*Közép- illetve nagyméretű szélturbinák*). Tengelyelrendezés szerint lehetnek: vízszintes tengelyűek, függőleges tengelyűek.

A szélerőműveket általában két módon üzemeltetik. *Szigetüzemben*, azaz a termelt villamos energiát saját célra, a szolgáltatói hálózattól függetlenül hasznosítják (akkumulátoros rendszer). A villamos áram *hálózatra kapcsolva*, azaz a villamos áramot közcélú elosztóhálózatra táplálva. A rákapcsolást úgy is ki lehet alakítani, hogy a szélgenerátorral mindkét üzemmódot meg lehessen oldani. A szélgenerátorok úgy

működnek, hogy a szél energiáját felhasználva egy állandó mágneses vagy gerjesztett generátor forgatásával váltóáramot generálnak más kis szélességnél is.

A szélerő energia gyakorlati alkalmazása

Magyarország ugyan nem tartozik a legszelesebb országok közé, de a szélcsatornáknak és az uralkodó szélirányoknak (ÉNY és ÉK) köszönhetően az ország bizonyos területein lehetőség van a szélerő energia kiaknázására. A fejlesztések elkezdődtek hazánkban is. Ma már mindenkinek lehetősége van saját, házi szélerőművet telepíteni, amellyel akár a hálózati visszatáplálás is megoldható.

Geotermikus energia

A geotermikus energia a Föld belső hőjéből származó energia. Elsősorban fűtésre és villamos energia előállítására hasznosítják.

Fűtési célú felhasználás

Hőszivattyú: A földfelszín alatti három méteres rétegben a hőmérséklet szinte állandóan 10 és 15 °C között van, így a talaj télen melegebb, nyáron pedig hidegebb, mint a felette levő levegő. Azokat a szerkezeteket, melyek a föld, a talajvíz, esetleg környezetünk levegőjének hőenergiáját képesek otthonaink fűtésére vagy hűtésére használni, hőszivattyúnak hívjuk. Igaz, hogy a hőszivattyú működéséhez elektromos áramra vagy földgázra van szükség, de a geotermikus hőszivattyúk 4-5-szörös hatékonysággal használják fel az elektromos áramot fűtésre, és a működtetéshez szükséges áramot megújuló energiával is előállíthatjuk. A hőszivattyúk a hőforrás és a hőhordozó kapcsolata alapján lehetnek *folyadék/folyadék, levegő/folyadék, levegő/levegő* szivattyúk, ezeket különböző rendszerekben alkalmazhatjuk.

Talajkollektoros rendszer: 1,2-2 méter mélyen vízszintesen lefektetett csőrendszerrel vonja el a talaj hőjét. A hőelvonási teljesítmény a talaj összetételétől, nedvességtartalmától, hővezetésétől és a talajvíztől függ, átlagosan 20-30 W/m². Általában egy családi ház fűtéséhez háromszor akkora terület megbontása szükséges, mint amekkora a lakóterület, ezért inkább új építésű házaknál alkalmazzák.

Talajszondás rendszer: A talajhő-szondás rendszer esetén kb. 150 mm átmérőjű, 50-100 méter hosszú függőleges lyukat kell fúrni a földbe. Ebbe helyezik az U-alakú szondát, amiben zárt rendszerben cirkulál a hűtőközeg.

Talajvízkút: A talajvízből, vagy a felszíni vizekből (folyó, tó) vonjuk el a szükséges hőenergiát.

Külső levegőt hasznosító rendszer: A külső levegő ventilátorokkal kerül beszívásra, amit a hőszivattyú hűt le. A levegő-levegő típusú hőszivattyúk terjedtek el legjobban alacsony árak miatt, elsősorban hűtésre használhatók.

A geotermikus energia gyakorlati alkalmazása

A geotermikus energia-hasznosítás terén hazánk óriási lehetőségekkel rendelkezik. A jövőben hagyományos melegvízellátás és fűtés mellett szóba jöhet a villamosenergia-termelés és a hűtés is.

Biomassza-energia

Energetikai hasznosításra az alábbi biomassza-fajták szolgálnak: tűzifa, pellet, energetikai célra termesztett növények (lág- és fás szárú energianövények), mezőgazdasági termények melléktermékei (szalma, kukoricaszár), erdőgazdasági melléktermékek, hulladékok (fa apríték, forgács, fűrészpor), állati eredetű biomassza (trágya).

A biomassza hasznosítása különböző módokon történhet. Közvetlen elégetéssel (előkészítés nélkül vagy előkészítéssel), illetve közvetett felhasználással: kémiai átalakítás után folyékony üzemanyagként vagy éghető gázként (cseppfolyósítás, elgázosítás), alkohollá erjesztés után üzemanyagként (bioetanol), növényi olajok észterezésével biodízelként, anaerob fermentálás után biogázként. A biomasszát lakóházakban jellemzően hőenergia-termelésre használják.

A biomassza gyakorlati alkalmazásának lehetőségei Magyarországon

Magyarország energiaellátásban a megújuló energiákon belül majdnem 90 %-ot tesz ki a biomassza.

IV. Költségvetés számítás

A jó energetikai és ökológiai mutatók mellett fontosnak tartottam, hogy olyan építőanyagokat válasszak, melyek anyagi szempontból is kedvezőbbek, mint az eredeti tervben használt anyagok, továbbá bárki által könnyen elérhetőek. Mivel sok bontott építőanyagot használtam fel az épületemben, a költségvetés elkészítését kutatómunka előzte meg, melyet javarészt internet segítségével használt és bontott építőanyagot kínáló portálokon végeztem. Mivel az általam talált tételek árai különbözhetnek más eladók által szabott áraktól, jelen költségvetésem csupán tájékoztató jellegű és erre az adott esetre vonatkoznak.

A költségvetés elkészítésében segítségemre volt az 'Építőipari költségbecslési segédlet' című kiadvány 2011-es példánya. Az anyagár az anyagköltség, a munkadíj és a szakmáenkénti óradíj figyelembe vételével került meghatározásra. Az anyagköltség tartalmazza az anyagok beszerzési, szállítási és rakodási költségeit, esetleg anyagigazgatási költségeket, átlagos anyagvesztéseket és a szükséges átfedéseket. A munkadíj a munkanormák szerinti élőmunka költségeket, az anyagmozgatási és a teljesítményarányos gépköltségeket tartalmazza. A szakmáenkénti óradíj magába foglalja a bérköltséget és az átlagos fedezetet. Azoknál az építőanyagoknál, ahol nem az Építőipari költségbecslési segédletet használtam, külön feltüntettem az anyagleírásnál, hogy honnan származnak az adatok.

Megjegyzendő, hogy kutatásom csupán a szerkezetépítési munkák során felhasznált építőanyagokra koncentrált, ezért a költségvetés-számításban az épületgépészeti és épületvillamossági munkákkal nem foglalkozom. Ahogy azt a 'BIO-ÖKO ház épületgépészete' című fejezetben is tárgyalom, sokféle megoldás kínálkozik az energiatermelési lehetőségek terén. Az ezekbe a témakörökbe tartozó berendezések árai széles skálán mozoghatnak, így költségek szempontjából nem akartam kiválasztani egy adott megoldást. Az eredeti épületben alkalmazott gépészeti rendszerek bekerülési költsége is csak becsült érték. Ezért a gépészet becsült értékét csupán annyiban egészítettem ki, hogy levezetem egy 11 kW-os hőszivattyú teljes bekerülési költségeinek alakulását.

Költségvetés számítása

1. Földmunkák

<i>Tétel szövege</i>	<i>Menny. Egység</i>	<i>Anyagár, egységár</i>	<i>Összes anyag ára</i>
Terület előkészítése: az építmény kitűzési munkáival, növényzet irtásával, 20 cm-es felső talajréteg letermelésével, elszállításával 10 km-ig	230 m ²	850,- Ft/m ²	195 500,- Ft
Munkaárkok, munkagödrök készítése Földkiemelés géppel munkagödörből, közmű nélküli területen	620 m ³	1 500,- Ft/m ³	780 000,- Ft
Földvisszatöltés réteges terítéssel és tömörítéssel kitermelésből felhasznált földből	100 m ³	1 650,- Ft/m ³	165 000,- Ft
Kavicsfeltöltés: altalaj tömörítése, feltöltési anyag beszerzése (tételben 15-20 km-ről), réteges terítés és tömörítés, melléképítmények	53,15 m ³	6 000,- Ft/m ³	318 900,- Ft

Munkanem összesen:

1 459 400,- Ft

2. Szerkezetépítés

<i>Tétel szövege</i>	<i>Menny. Egység</i>	<i>Anyagár, egységár</i>	<i>Összes anyag ára</i>
Úsztatott beton sávalap készítése C 20/25 XC1-32-F3 üzemi keverésű (pl. Holcim) betonból, betontörmelék (40 %(V/V)) hozzáadásával	60,13 m ³	23 000,- Ft/m ³	1 383 000,- Ft
Vasalt aljzatbeton készítése 20/25 XC1-16-F3 üzemi keverésű (pl. Holcim) betonból	21,76 m ³	40 000,- Ft/m ³	870 400,- Ft
Vasbeton koszorú készítése 20/25 XC1-16-F3 üzemi keverésű (pl. Holcim) betonból	8,22 m ³	41 000,- Ft/m ³	337 020,- Ft
I 220-as jelű bontott acélgerenda	17,66 fm	4 700 Ft/fm	83 000,- Ft
I 200-as jelű bontott acélgerenda	73,05 fm	4 000 Ft/fm	292 200,- Ft
U 200-as jelű bontott acélgerenda	13,53 fm	3 780 Ft/fm	51 080,- Ft
Acélgerendák elhelyezése I szelvényű idomacélból	2,42 t	300 000 Ft/t	726 000,- Ft
Acélgerendák elhelyezése U szelvényű idomacélból	0,34 t	310 000 Ft/t	105 400,- Ft

Munkanem összesen:

3 848 100,- Ft

3. Falazatok, kőműves szerkezetek

<i>Tétel szövege</i>	<i>Menny. Egység</i>	<i>Anyagár, egységár</i>	<i>Összes anyag ára</i>
Pincefal készítése bontott pucolt kisméretű tömör égetett agyagtéglából 38 cm vastagságban (35 Ft/db) (www.bontott-tegla.net/bontott-tegla/)	139,43 m ²	7 500,- Ft/m ²	1 045 700,- Ft

<i>Tétel szövege</i>	<i>Menny. Egység</i>	<i>Anyagár, egységár</i>	<i>Összes anyag ára</i>
Belső teherhordó fal készítése bontott pucolt kisméretű tömör égetett agyagtéglából 25 cm vastagságban (35 Ft/db)	41,09 m ²	5 100,- Ft/m ²	209 600,- Ft
Belső válaszfal készítése bontott pucolt kisméretű tömör égetett agyagtéglából 12 cm vastagságban (35 Ft/db)	8,95 m ²	2 600,- Ft/m ²	23 270,- Ft
Szigetelést tartó fal készítése bontott pucolt kisméretű tömör égetett agyagtéglából 12 cm vastagságban (35 Ft/db)	20,24 m ²	2 600,- Ft/m ²	52 630,- Ft
Poroszsüveg boltozatos földém készítése bontott pucolt kisméretű tömör égetett agyagtéglából 12 cm vastagságban (35 Ft/db)	99,41 m ²	2 600,- Ft/m ²	258 470,- Ft
Belső válaszfal készítése kisméretű vályogtéglából 12 cm vastagságban (63,5 Ft/db) (forrastegla.hu)	379,91 m ²	4 000,- Ft/m ²	1 519 640,- Ft

Munkanem összesen:

3 109 310,- Ft

4. Ácsszerkezetek

<i>Tétel szövege</i>	<i>Menny. Egység</i>	<i>Anyagár, egységár</i>	<i>Összes anyag ára</i>
Földszinti felmenő fal 30 cm magasságú TJI fa anyagú I-tartókból (www.gyorshazak.extramobilhazak.hu)	252,96 fm	3 400,- Ft/fm	860 060,- Ft
15 mm vastag OSB lemez. 1 réteg külső és 1 réteg belső borítás a TJI tartókon (www.skandinavfatelelep.hu)	375,60 m ²	1 550,- Ft/m ²	582 180,- Ft
Gerendarács készítése a padlórétegrendbe 10/10-es gerendákból (www.skandinavfatelelep.hu)	3,94 m ³	89 800 Ft/m ³	354 040,- Ft
Gerendarács készítése a padlórétegrendbe 10/15-es gerendákból (www.skandinavfatelelep.hu)	2,3 m ³	89 800 Ft/m ³	206 090,- Ft
Gerendarács készítése a padlórétegrendbe 15/15-es gerendákból (www.skandinavfatelelep.hu)	1,15 m ³	89 800 Ft/m ³	103 050,- Ft
15 mm vastag OSB lemez 2 réteg felső és 2 réteg alsó borítás a padló szerkezetben (www.skandinavfatelelep.hu)	644,16 m ²	1 550,- Ft/m ²	998 450,- Ft
Fedélszerkezet előre gyártott szeglemezes szegezett és csavarozott kötésű tetőszerkezeti elemekből, szilárd földém nélkül, faanyagvédőszerrel kezelve	276,93 m ²	12 000,- Ft/m ²	3 323 160,- Ft
Fa lépcső készítése bontott tölgy vasúti talpfából (3.000 Ft/db, 3,00 m hosszban) kétoldalt 12 cm aláfalazással	1 db	113 300,- Ft/db	113 300,- Ft
Oromdeszkázat 2,5/10-es deszkákból	91,23 m ²	1 500,- Ft/m ²	136 850,- Ft

Munkanem összesen:

5 817 120,- Ft

5. Vakolatok, homlokzatbevonatok

<i>Tétel szövege</i>	<i>Menny. Egység</i>	<i>Anyagár, egységár</i>	<i>Összes anyag ára</i>
Mészhabarcs vakolat 1,5 cm vtg. (tégla felületre) (www.naturillo.hu)	207,25 m ²	1 900 Ft/m ²	393 780,- Ft
Vályogvakolat 1,5 cm vtg. (vályogtégla felületre) (www.naturillo.hu)	468,53 m ²	1 800 Ft/m ²	843 350,- Ft

Munkanem összesen: 1 237 130,- Ft

6. Tetőfedések

<i>Tétel szövege</i>	<i>Menny. Egység</i>	<i>Anyagár, egységár</i>	<i>Összes anyag ára</i>
Porhó elleni fólia (www.sicofol.hu)	346,70 m ²	150 Ft/m ²	52 000,- Ft
Ellenléc és cserépléc 30/50-es lécekből (www.skandinavfatelepl.hu)	1735 fm	105 Ft/fm	182 200,- Ft
Bontott egyenes vágású hornyolt natúr kerámiacserép (400x210mm) (19,2 db/m ²)	6657 db	25 Ft/db	166 430,- Ft

Munkanem összesen: 400 630,- Ft

7. Álmennyezetek

<i>Tétel szövege</i>	<i>Menny. Egység</i>	<i>Anyagár, egységár</i>	<i>Összes anyag ára</i>
Álmennyezet készítése 15 mm vastag gipszkarton lemezekből két rétegben	153,45 m ²	7 200 Ft/m ²	1 104 840,- Ft

Munkanem összesen: 1 104 840,- Ft

8. Burkolatok

<i>Tétel szövege</i>	<i>Menny. Egység</i>	<i>Anyagár, egységár</i>	<i>Összes anyag ára</i>
Tölgyfa szalagparketta, osztott fedőrétegű	88,85 m ²	8 000 Ft/m ²	710 800,- Ft
Mázás kerámialap, 30x30 cm, ágyazó habarcsba fektetve.	61,09 m ²	5 500 Ft/m ²	336 000,- Ft
Hajópadló félbevágott tölgy vasúti talpfából 8 cm vastagságban	7,10 m ²	3 500 Ft/m ²	24 850,- Ft
Kisméretű égetett agyagtégla padlóburkolat 6,5 cm vtg.	91,51 m ²	1 300 Ft/m ²	118 960,- Ft
Kisméretű égetett agyagtégla padlóburkolat 12 cm vtg.	42,00 m ²	2 600 Ft/m ²	109 200,- Ft
Ragasztott fehér csempelap 15x15 cm	74,93	5 000 Ft/m ²	374 650,- Ft
Falazott homlokzatburkolat bontott pucolt kisméretű tömör égetett agyagtéglából 12 cm vastagságban (35 Ft/db)	109,66 m ²	6 000 Ft/m ²	657 960,- Ft
Falazott lábazatburkolat bontott pucolt kisméretű tömör égetett agyagtéglából 6,5 cm vastagságban (35 Ft/db)	34,13 m ²	1 300 Ft/m ²	44 370,- Ft
Terméskő homlokzatburkolat 15 cm vastagságban	110,36 m ²	12 000 Ft/m ²	1 324 320,- Ft

Munkanem összesen: 3 701 110,- Ft

9. Bádогоzási munkák

<i>Tétel szövege</i>	<i>Menny. Egység</i>	<i>Anyagár, egységár</i>	<i>Összes anyag ára</i>
Függőeresz csatorna horganyzott acéllemezből 33-40 cm között	60,00 fm	3 500 Ft/fm	210 000,- Ft

Munkanem összesen: 210 000,- Ft

10. Asztalosszerkezetek

<i>Tétel szövege</i>	<i>Menny. Egység</i>	<i>Anyagár, egységár</i>	<i>Összes anyag ára</i>
Internorm ed(it)ion ablakok és se(le)ction típusú ajtók	11 db	500 000 Ft/db	5 500 000,- Ft

Munkanem összesen: 5 500 000,- Ft

11. Lakatosszerkezetek

<i>Tétel szövege</i>	<i>Menny. Egység</i>	<i>Anyagár, egységár</i>	<i>Összes anyag ára</i>
Billenős, motoros működtetésű garázkapu 4000x2100 mm	1 db	300 000 Ft/db	300 000,- Ft

Munkanem összesen: 300 000,- Ft

12. Felületképzések

<i>Tétel szövege</i>	<i>Menny. Egység</i>	<i>Anyagár, egységár</i>	<i>Összes anyag ára</i>
Vályogfesték	468,53 m ²	350 Ft/m ²	163 990,- Ft
Mészfesték	207,25 m ²	350 Ft/m ²	72 540,- Ft

Munkanem összesen: 236 530,- Ft

13. Hő-, hang- és vízszigetelések

<i>Tétel szövege</i>	<i>Menny. Egység</i>	<i>Anyagár, egységár</i>	<i>Összes anyag ára</i>
Befűvásos technológiával bejutattott cellulóz hőszigetelés, függőleges falszerkezetbe, 30 cm-es vastagságban (forelockbt.hu)	186,23 m ²	5380 Ft/m ²	1 001 920,- Ft
Befűvásos technológiával bejutattott cellulóz hőszigetelés, vízszintes födém szerkezetbe, 25 cm-es vastagságban (forelockbt.hu)	370,79 m ²	3000 Ft/m ²	1 112 370,- Ft
Kender hőszigetelő lap 5 cm vastagságban álmennyezet tartólécei közé illesztve	153,45 m ²	1680 Ft/m ²	257 800,- Ft
Kender hőszigetelő lap 6 cm födémbe elhelyezve	153,45 m ²	2010 Ft/m ²	308 440,- Ft
Egy réteg 1,5 mm vastag műanyag lemez vízszigetelés újrahasznosított műanyagból (www.sicofol.hu)	373,13 m ²	100 Ft/m ²	37 313,- Ft
Párazáró fólia újrahasznosított műanyagból (www.sicofol.hu)	560,68 m ²	200 Ft/m ²	112 136,- Ft

Munkanem összesen: 3 165 800,- Ft

Szerkezetkész épület számított értéke:

Összes anyag ára: 30 116 970,- Ft + ÁFA = 38 248 550,- Ft

Hasznos alapterület: 255,96 m²

Szerkezetkész épület m² ára: 149 430,- Ft

Eredeti épület szerkezetkész m² ára: 167 360,- Ft

Eredeti gépészet becsült bruttó bekerülési költsége: 6 000 000 Ft

Hőszivattyú bruttó bekerülési költsége:

(Forrás: Szerzői kollektíva: Bioépítészet 2006-2008. 108. oldal Komlós Ferenc: Igény a hőszivattyúra.)

11 kW-os teljesítményű kétkutas hőszivattyús rendszer beruházási költsége:

Hőszivattyú:	2 060 000 Ft
Gépészet:	380 000 Ft
Munkadíj:	170 000 Ft
2 db 15 m talpmélységű vízkút pár (termelő+elnyelő):	600 000 Ft
Kútgépészet:	460 000 Ft
Beszabályozás, beüzemelés:	<u>100 000 Ft</u>
Összes bruttó költség:	3 770 000 Ft

Bekerülési költség gépészettel együtt:

Eredeti épület teljes költsége: 48 837 200 Ft

Eredeti épület m² ára: 190 800 Ft

BIO-ÖKO ház teljes költsége: 46 021 600 Ft

BIO-ÖKO ház m² ára: 179 800 Ft

V. Építési anyagok építésökológiai és biológiai értékelése

Manapság a legtöbb energiatudatos épület esetében az energiafelhasználási mutatói alapján beszélünk egy adott épületről. Azonban egy épület energetikai mérlege nem az átadáskor kezdődik. A építőanyagok előállítás, helyszínre szállítása és beépítése során rengeteg energiát használunk fel. BIO-ÖKO épületemnél megvizsgáltam azt is, hogy jelen épületnél mennyi energiát használunk fel az épület átadásáig, azaz a valós energiamérlege hogy áll az átadás pillanatában. Azért, hogy legyen mihez hasonlítani az adatokat, kiszámoltam az eredeti terv ugyanezen értékeit is, hogy bemutathassam, a tervmódosításokkal mennyi energiafelhasználást spórolhatunk.

A számításban segítségemre volt egy, a Magyar Környezetgazdasági Központ megbízásából, a Tisztább Építési Anyagok Munkacsoport együttműködésével, a Független Ökológia Központban, az "Építési anyagok termékdíja" kutatás keretében készített elemzés. Ennek létrehozói: Medgyasszay Péter, a szakértői kutatás témavezetője és dr. Lányi Erzsébet, Novák Ágnes, Tiderenczl Gábor szakértők voltak. A kutatás 2000. október-november hónapjaiban készült. További információ, valamint a teljes kutatási adatsor az alábbi internetes oldalon található: <http://www.foek.hu/korkep/0-0-7-1-.html>

Mindenekelőtt az eredeti kutatás körülményeit mutatnám be a kutatási anyagból származó részletekkel:

Kutatás módszere

Az első lépcsős értékelés módszere

Az építőanyagok építésökológiai, -biológiai értékelési rendszereinek nemzetközi szakirodalmának tanulmányozása után a következő módszert dolgoztuk ki:

A kiválasztott termékcsoportokat jellemző alkalmazási területük, rétegvastagságuk, élettartamuk szerint vizsgáltuk.

Az általános technológiai adatok mellett feltüntettük az ökológiai alapadatokat is. Az ökológiai alapadatokat jellemzően a BauBioDataBank-ból vettük, figyelembe véve az egyéb nemzetközi adatokat is.

A termékcsoporthoz környezetre gyakorolt hatását teljes életciklusuk alatt végigtekintettük. Az elemzés a közel azonos jelentőségűnek tekintett, tulajdonságokról ad átfogó információt, úgy mint:

- belföldi elérhetőség,
- előállítás energiatartalma, káros anyag kibocsátása,
- beépítés energiatartalma, káros anyag kibocsátása,
- használat energiatartalma, káros anyag kibocsátása
- bontási folyamat alatti káros anyag kibocsátás,
- hulladék állapot újrahasznosíthatósága.

Az első lépcsős tájékoztató értékelésben az ismert kvantitatív adatok közlése mellett az anyagok ökológiai minőségét jellemző értékelést is adunk minden vizsgált életciklusra vonatkoztatva. A környezeti értékelést kvalitatívan minősítő sokszor szubjektív számot **kv_szám**-nak (kvalitatív, vagy "környezet védelemi" szám) neveztük el. Az egyes tényezők közötti súlyozás megalapozottabb kidolgozása meghaladja jelen kutatás kereteit, ezért az egyes tényezők mértani átlagából képezzük a kvalitatív jellegű összesítő kv_számot. Ez az elméleti egyszerűsítés nem vezet az értékelés torzulásához. Az értékelés során ugyanis ügyeltünk arra, hogy a lényegtelen aspektusok, "nem jellemző" besorolást kapjanak, így ezen tényezők nem módosítják az átlagot. Továbbá a gyakorlat azt mutatta, hogy az anyagok, életciklusukat tekintve, tendenciájukban pozitív, vagy negatív hatással vannak környezetükre.

Az áttekintő táblázat könnyebb megértése, az egyszerűbb összehasonlítás kedvéért a közelítő numerikus adatokat is minősítő értékeléssé degradáltuk, hogy összehasonlítható legyenek a nem numerikus adatokkal.

A kv számok alapján megállapított ajánlási fokozatok:

- 3: Kiemelten ajánlott
- 2: Kisebb hátrányai ellenére ajánlott
- 1: Jelentékeny hátrányai miatt nem ajánlott
- 0: Kerülendő
- n.j.: Nem jellemző paraméter
- n.a.: Közelítő információ sem ismert

Az adatok forrásai

A táblázat kvantitatív adatai az általános építőipari technológiai adatok mellett ökológiai indikátorokat is tartalmaznak (PET, CO_{2eq}, SO_{2eq}). Ezen adatok nagyrészt a Tisztább Építési Anyagok Munkacsoport (TEAM) tulajdonában lévő nemzetközi adatbázisból, a BauBioDataBank-ból származnak (GIBB, BauBioDataBank). (Egyéb információforrások felsorolását lásd az irodalomjegyzékben.)

A műszaki élettartamnál közölt értékek svájci mintát követve, névlegesen felvett, irányadó minimum értékek, átlagos körülményekre értelmezve.

A megjegyzések bekezdésben is hangsúlyozzuk, hogy a kutatócsoport szakértői véleménye szerint ezen adatok sok helyen vélhetőleg pontatlanok, nem tükrözik a tényleges magyar helyzetet. Az adatok pontosítása alapos alapkutatást igényel a hazai termékgyártók bevonásával.

Megjegyzések

- Megújulónak tekintjük azon forrásokat, melyek felelős gazdálkodást feltételezve, a természet által egy emberöltő alatt újratermelődnek (pl. fa), valamint a korlátlanul rendelkezésre álló forrásokat (pl. nap, szél).

- A primer energiatartalomba a forrásként használt BauBioDataBank háttérkutatása (Steiger, 1995) a SIA D 0123 dokumentum alapján az építési anyagok előállításának nyersanyag és energia igényét értjük. Az építési helyszínre szállítás és a beépítés, karbantartás és bontás energiaigénye nem képi e primer energia részét.

- A primer energia megújuló és nem megújuló energiafelhasználása része a használt adatbázis szerint egyrészt az előállításhoz használt áram forrásából (víz, szél stb.), valamint a CO₂ sem-leges anyaghasználatból adódik. Az elektromos áram megújuló/nem megújuló hányada tekintetében a használt BauBioDataBank európai átlag áramarányra vonatkozó adatait vettük figyelembe. (Hangsúlyozandó, hogy a Magyarországi megújuló energiaforrásból származó áramtermelés az EU átlagértéke alatt van!)

- A CO_{2eq} érték a szakirodalom szerint (Steiger, 1995) az üvegházhatást okozó gázokat jellemzi. A CO₂ gázon kívül más gázok is üvegházhatást okoznak, a CO₂-höz képest, az alábbi táblázat szerinti súlyozással. Minél nagyobb egy anyag előállításához szükséges CO_{2eq} érték, annál inkább járul hozzá a globális üvegházhatáshoz.

Emisszió	Súlyozás
CO ₂ - széndioxid	1
CH ₄ - metán	24,5
N ₂ O - generátorgáz	320
R134a - FKW	1300
R22 - FCKW	1700
H 1301 - halon	5600

- Az SO_{2eq} érték a szakirodalom szerint (Steiger, 1995) a kénesedést okozó gázokat jellemzi. Az alább felsorolt gázok a légkör nedvesség-tartalmával képesek kémiai reakcióba. A nedvesség kicsapódása során az így keletkező csapadék az épített, művelt és természeti környezetet károsítja. Az itt felsorolt gázok hatása SO_{2eq} értékre van átszámítva.

Emisszió	Súlyozás
NO _x - nitrogén-oxidok	0,7
HCl - sósav	0,88
SO _x - kén-oxidok	1
HF - floursav	1,6
NH ₃ - ammónia	1,88

- A kutatócsoport hangsúlyozza, hogy az alacsony és magas frekvenciájú sugárzások elnyelő képességével is foglalkozni kell, azonban jelenleg ezen adatok kutatás alatt állnak, az értékelő, minősítő szemléletű szempontrendszerbe nem illeszthetők bele. (Egyes háttérsugárzások káros, más sugárzások pozitív hatással vannak az emberi szervezetre. Az elnyelő képességet ezért nem lehet pozitívan vagy negatívan értékelni.)

- Egyes adatok a szakértői ismeretekkel, közelítésekkel, egyéb szakirodalmi adatokkal ellen-tétben állnak, az összehasonlíthatóság végett azonban egy, az ismereteink szerint legbővebb adatbázis adatait használtuk (pl. a BauBioDataBank adatai szerint a vályogfalak PET értéke kg-onként 60%-a, m²-enként 115%-a vázkerámia falazatok primer energia tartalmának).

BIO-ÖKO ház építőanyagainak építésökológiai és biológiai értékelése

1. Alapozás											
Anyag megnevezése	Technikai adatok			Ökológiailag fontos alapadatok				Előállításba fektetett energia, káros anyag kibocsátás			Összesítő ökológiai értékelés (kv_alszám)
	Beépített mennyiség (m³)	Testsűrűség (kg/m³)	Beépített tömeg (kg)	PET (kWh/kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)	Energia	Környezetterhelés		
								PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
Úsztatott beton	60,13	2200	132.286	0,13	79	0,28	80	17 198	10 451	37,04	2,33
Beton	60,13	2200	132.286	0,22	132	0,46	80	29 103	17 462	60,85	1,92

2. Vízszigetelés											
Anyag megnevezése	Technikai adatok			Ökológiailag fontos alapadatok				Előállításba fektetett energia, káros anyag kibocsátás			Összesítő ökológiai értékelés (kv_alszám)
	Beépített mennyiség (m³)	Testsűrűség (kg/m³)	Beépített tömeg (kg)	PET (kWh/kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)	Energia	Környezetterhelés		
								PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
Műanyag lemez	373,13	1000	746	14,4	2161	15	n.a.	10 742	1 612	11,19	1,58
Bitumenes lemez	373.13	1000	1866	14	1048	6.49	25	26 124	1 956	12.11	1,58

3. Pincefal											
Anyag megnevezése	Technikai adatok			Ökológiailag fontos alapadatok				Előállításba fektetett energia, káros anyag kibocsátás			Összesítő ökológiai értékelés (kv_alszám)
	Beépített mennyiség (m³)	Testsűrűség (kg/m³)	Beépített tömeg (kg)	PET (kWh/kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)	Energia	Környezetterhelés		
								PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
Bontott kisméretű tömör téglá (újonnan gyártott)	79,98	1800	143.964	0 (0,75)	0 (247)	0 (0,94)	80	0 (107 973)	0 (35 559)	0 (135,33)	3,00 (2,00)
Vasbeton	75.81	2400	181.944	0,22	132	0,46	n.a.	40.028	24.017	83,69	1,93

4. Földszinti felmenő fal											
Anyag megnevezése	Technikai adatok			Ökológiailag fontos alapadatok				Előállításba fektetett energia, káros anyag kibocsátás			Összesítő ökológiai értékelés (kv_alszám)
	Beépített mennyiség (m³)	Testsűrűség (kg/m³)	Beépített tömeg (kg)	PET (kWh/kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)	Energia	Környezetterhelés		
								PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
TJI tartó (fa)	2,12	2000	4.240	1,3	-1042	2,21	50	5.512	-4.418	9,37	2,63
OSB lap	5,63	640	3.603	1,5	603	2,85	n.a.	5.405	2.173	10,27	1,88
Vályogtégla	45,59	1600	70.944	0,5	208	0,88	n.a.	35.472	14.756	62,43	2,38
Korszerű kerámia falazóblokk és válaszfal lap	94,51	800	75.608	0,75	247	0,94	80	56.706	18.675	71,07	2,10

5. Pincefödém											
Anyag megnevezése	Technikai adatok			Ökológiailag fontos alapadatok				Előállításba fektetett energia, káros anyag kibocsátás			Összesítő ökológiai értékelés (kv_alszám)
	Beépített mennyiség (m³)	Testsűrűség (kg/m³)	Beépített tömeg (kg)	PET (kWh/kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)	Energia	Környezetterhelés		
								PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
Bontott kisméretű tömör téglá (újonnan gyártott)	9,72	1800	17.492	0 (0,75)	0 (247)	0 (0,94)	80	0 (13.119)	0 (4.321)	0 (16,44)	3,00 (2,00)
Bontott acélgerendák (újonnan gyártott)	0,36	7900	2.868	0 (3,6)	0 (768)	0 (3,6)	n.a.	0 (10.325)	0 (2.203)	0 (10,33)	3,00 (1,25)
Vasbeton koszorú	8,22	2400	19.728	0,22	132	0,46	n.a.	4.340	2.604	9,07	1,93
Vasbeton	25,96	2400	62.304	0,22	132	0,46	n.a.	13.707	8.224	28,66	1,93

6. Talajon fekvő padló											
Anyag megnevezése	Technikai adatok			Ökológiailag fontos alapadatok				Előállításba fektetett energia, káros anyag kibocsátás			Összesítő ökológiai értékelés (kv_alszám)
	Beépített mennyiség (m³)	Testsűrűség (kg/m³)	Beépített tömeg (kg)	PET (kWh/kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)	Energia	Környezetterhelés		
								PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
Vasalt aljzatbeton	11,92	2400	28.608	0,22	132	0,46	n.a.	6.294	3.776	13,16	1,93
Gerendarács	7,39	600	4.434	1,3	-1042	2,21	50	5.764	-4.620	9,80	2,63
OSB lap	9,66	640	6.182	1,5	603	2,85	n.a.	9.273	3.728	17,62	1,88
Kender	9,21	40	368	1,3	-1066	1,81	n.a.	478	-392	0,67	2,75
Vasbeton	23,84	2400	57.216	0.22	132	0.46	n.a.	12.588	7.553	26.32	1.93

7. Zárófödém											
Anyag megnevezése	Technikai adatok			Ökológiailag fontos alapadatok				Előállításba fektetett energia, káros anyag kibocsátás			Összesítő ökológiai értékelés (kv_alszám)
	Beépített mennyiség (m³)	Testsűrűség (kg/m³)	Beépített tömeg (kg)	PET (kWh/kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)	Energia	Környezetterhelés		
								PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
Lécváz 5/5-ös	1,43	600	858	1,3	-1042	2,21	50	1.115	-894	1,90	2,63
Kender	7,67	40	307	1,3	-1066	1,81	n.a.	399	-327	0,56	2,75
Gipszkarton	4,60	925	4.255	1,47	1322	5,26	n.a.	6.255	5.625	22,38	2,00
Vasbeton	34,27	2400	82.248	0,22	132	0,46	n.a.	18.095	10.857	37,83	1,93

8. Lépcső											
Anyag megnevezése	Technikai adatok			Ökológiailag fontos alapadatok				Előállításba fektetett energia, káros anyag kibocsátás			Összesítő ökológiai értékelés (kv_alszám)
	Beépített mennyiség (m³)	Testsűrűség (kg/m³)	Beépített tömeg (kg)	PET (kWh /kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)	Energia	Környezetterhelés		
								PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
Bontott vasúti talpfa tölgy (újjonnan gyártott)	2,22 m³	800	1.776	0 (1,3)	0 (-1042)	0 (2,21)	50	0 (2.309)	0 (-1.851)	0 (3,92)	3,00 (2,40)
Vasbeton	1,62 m³	2400	3.888	0,22	132	0,46	n.a.	855	513	1,79	2,00

9. Tetőszerkezet											
Anyag megnevezése	Technikai adatok			Ökológiailag fontos alapadatok				Előállításba fektetett energia, káros anyag kibocsátás			Összesítő ökológiai értékelés (kv_alszám)
	Beépített mennyiség (m ³)	Testsűrűség (kg/m ³)	Beépített tömeg (kg)	PET (kWh/kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)	Energia	Környezetterhelés		
								PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
Szeglemezés tartók	5,91	600	3.546	1,3	-1042	2,21	50	4.610	-3695	7,84	2,63
Hagyományos fedélszék	8,31	600	4.986	1,3	-1042	2,21	50	6.481	-5195	11,02	2,63

10. Tetőhéjazat											
Anyag megnevezése	Technikai adatok			Ökológiailag fontos alapadatok				Előállításba fektetett energia, káros anyag kibocsátás			Összesítő ökológiai értékelés (kv_alszám)
	Beépített mennyiség (m³)	Testsűrűség (kg/m³)	Beépített tömeg (kg)	PET (kWh/kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)	Energia	Környezetterhelés		
								PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
Bontott égetett cserép	346,70	48	16.642	0	0	0	45	0	0	0	3,00
Égetett cserép	346.70	48	16.642	1	350	1.22	45	16.642	5.825	20,30	2.40

11. Nyílászárók											
Anyag megnevezése	Technikai adatok			Ökológiailag fontos alapadatok				Előállításba fektetett energia, káros anyag kibocsátás			Összesítő ökológiai értékelés (kv_alszám)
	Beépített mennyiség (m ³)	Testsűrűség (kg/m ³)	Beépített tömeg (kg)	PET (kWh/kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)	Energia	Környezetterhelés		
								PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
Fa anyagú	35,79	9	322	3,16	-922	4,81	n.a.	1018	297	1,55	2,50
Műanyag	35,79	5,5	197	14,64	2161	14,99	n.a.	2884	426	2,95	1,33

12. Padlóburkolatok											
Anyag megnevezése	Technikai adatok			Ökológiailag fontos alapadatok				Előállításba fektetett energia, káros anyag kibocsátás			Összesítő ökológiai értékelés (kv_alszám)
	Beépített mennyiség (m ³)	Testsűrűség (kg/m ³)	Beépített tömeg (kg)	PET (kWh/kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)	Energia	Környezetterhelés		
								PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
6,5 cm bontott tégla burkolat (újonnan gyártott)	102,51	117	11.994	0 (0,75)	0 (247)	0 (0,94)	n.a.	0 (8996)	0 (2.963)	0 (11,27)	2,23
12 cm bontott tégla burkolat (újonnan gyártott)	25,98	216	5.612	0 (0,75)	0 (247)	0 (0,94)	n.a.	0 (4.209)	0 (1.386)	0 (5,28)	2,23
Mázás kerámia	61,09	11,2	684	0,97	350	1,22	n.a.	663	239	0,83	2,30
Szalagparketta	88,85	12	1066	1	-1154	1,95	n.a.	1066	-1.230	2,08	2,50
Hajópadló	7,10	48	341	1	-1154	1,95	n.a.	341	-394	0,66	2,50

13. Homlokzatburkolat											
Anyag megnevezése	Technikai adatok			Ökológiailag fontos alapadatok				Előállításba fektetett energia, káros anyag kibocsátás			Összesítő ökológiai értékelés (kv_alszám)
	Beépített mennyiség (m ³)	Testsűrűség (kg/m ³)	Beépített tömeg (kg)	PET (kWh/kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)	Energia	Környezetterhelés		
								PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
Bontott téglá (újonnan gyártott)	109,66	216	23.687	0 (0,75)	0 (247)	0 (0,94)	80	0 (17.765)	0 (5.851)	0 (22,27)	3,00 (2,08)
Természetes kő	110,36	360	39.730	0,36	88	0,33	80	14.303	3.496	13,11	2,43
Mészvakolat	207,25	27	5.596	0,41	195	0,71	35	2.294	1.091	3,97	2,08
Vályogvakolat	468,53	24	11.245	0,5	208	0,88	n.a.	5.623	2.339	9,90	2,38
Vakolat	675,78	27	18.246	0,41	195	0,71	35	7.481	3.558	12,95	2,08
Vékonyvakolat	109,66	9	987	0,41	195	0,71	35	405	192	0,7	2,08

14. Hőszigetelés											
Anyag megnevezése	Technikai adatok			Ökológiailag fontos alapadatok				Előállításba fektetett energia, káros anyag kibocsátás			Összesítő ökológiai értékelés (kv_alszám)
	Beépített menny. (m ³)	Testsűrűség (kg/m ³)	Beépített tömeg (kg)	PET (kWh/kg)	CO _{2eq} (g/kg)	SO _{2eq} (g/kg)	Élettartam (év)	Energia	Környezetterhelés		
								PET (kWh)	CO _{2eq} (kg)	SO _{2eq} (kg)	
Cellulóz	148,57	50	7.429	0,77	112	1,4	40	5.720	832	10,40	2,58
Expandált polisztirol	113,07	20	2.261	26	2312	20	40	58.786	5.227	45,22	1,15

Jelmagyarázat:

A **dőlt vastagon** szedett betűtípussal írt anyagok képezik a BIO-ÖKO házban felhasznált építőanyagokat. Némelyeknél zárójelben szerepel az (újonnan gyártott) kiegészítés. Ezek azoknál az anyagoknál szerepelnek, melyen bontott építőanyagként kerülnek beépítésre, tehát gyártási energiaigényük és káros anyag kibocsátásuk egyaránt 0. Viszont kiszámoltam ezeknél az anyagoknál, hogy újonnan gyártott anyagok felhasználása esetén mennyi lenne ezen adatok értéke. Ezeket az eredményeket zárójelesen közöltem a táblázatban.

A normál stílusban szedett anyagok az eredeti épületben felhasznált anyagok.

A számítás a Magyar Környezetgazdasági Központ megbízásából, a Tisztább Építési Anyagok Munkacsoport együttműködésével, a Független Ökológia Központban, az "Építési anyagok termékdíja" kutatás keretében készített elemzésben szereplő táblázatok alapján készült. A szakértői kutatást Medgyasszay Péter vezetésével dr. Lányi Erzsébet, Novák Ágnes és Tiderenczl Gábor készítették 2000. október-november hónapjaiban. További információ, valamint a teljes táblázatok az alábbi internetes oldalon találhatóak: <http://www.foek.hu/korkep/0-0-7-1-.html>

Építésökológiai és biológiai értékelés összegzése

Alapadatok:

Épület helye: Gyarmat, Józanhegyi utca hrsz.: 359/2

Épület típusa: Lakóház

Kialakítása: - Fűtetlen pinceszint :102,51 m²

- Fűtött földszint :153,45 m²

Épület hasznos alapterülete: 255,96 m²

Ökológiai számítás az eredeti terv szerint alkalmazott építőanyagok esetén:

Építőanyagok gyártásához felhasznált energia: 291.955 kWh

Környezetterhelés: CO_{2eq} (kg): 97.905 kg

SO_{2eq} (kg): 406,08kg

1 m²-re jutó gyártási energiafelhasználás: 1.140,63 kWh/m²

Ökológiai számítás a BIO-ÖKO ház terve szerint alkalmazott építőanyagok esetén:

Építőanyagok gyártásához felhasznált energia: 144.363 kWh

Környezetterhelés: CO_{2eq}: 35.438 kg

SO_{2eq}: 256,47 kg

1 m²-re jutó gyártási energiafelhasználás: 564,01 kWh/m²

Ökológiai számítás a BIO-ÖKO ház terve szerint újonnan gyártott építőanyagok esetén:

Építőanyagok gyártásához felhasznált energia: 325.193 kWh

Környezetterhelés: CO_{2eq}: 82.934 kg

SO_{2eq}: 480,90 kg

1 m²-re jutó gyártási energiafelhasználás: 1270,48 kWh/m²

VI. Energetikai elemzés

Az energetikai elemzés WINWATT program használatával készült:

Energetikai minőségtanúsítvány

1

Energetikai minőségtanúsítvány összesítő

Épület: gyarmat

Megrendelő:

Tanúsító:

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása:

21.8 kWh/m²a

Követelményérték (viszonyítási alap):

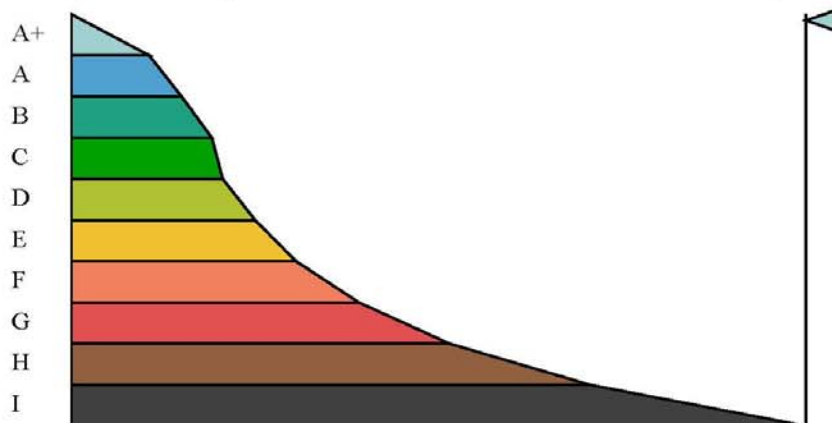
203.9 kWh/m²a

Az épület energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva:

10.7 %

Energetikai minőség szerinti besorolás:

A+ (fokozottan energiatakarékos)



A nyári felmelegedés olyan mértékű, hogy gépi hűtést igényel.

Tanúsítvány azonosító tanúsítónál:

Kelt: 2012.11.10.

Aláírás

Szerkezet típusok:**150/150**

Típusa: ablak (külső, fa és PVC)
 x méret: 1.5 m
 y méret: 1.5 m
 Hőátbocsátási tényező: 0.68 W/m²K
 Megengedett értéke: 1.60 W/m²K

A hőátbocsátási tényező megfelelő.

240/240

Típusa: ablak (külső, fa és PVC)
 x méret: 2.4 m
 y méret: 2.4 m
 Hőátbocsátási tényező: 0.68 W/m²K
 Megengedett értéke: 1.60 W/m²K

A hőátbocsátási tényező megfelelő.

400/150

Típusa: ablak (külső, fa és PVC)
 x méret: 4.0 m
 y méret: 1.5 m
 Hőátbocsátási tényező: 0.68 W/m²K
 Megengedett értéke: 1.60 W/m²K

A hőátbocsátási tényező megfelelő.

70/240

Típusa: ablak (külső, fa és PVC)
 x méret: 0.7 m
 y méret: 2.4 m
 Hőátbocsátási tényező: 0.68 W/m²K
 Megengedett értéke: 1.60 W/m²K

A hőátbocsátási tényező megfelelő.

90/240

Típusa: ablak (külső, fa és PVC)
 x méret: 0.9 m
 y méret: 2.4 m
 Hőátbocsátási tényező: 0.68 W/m²K
 Megengedett értéke: 1.60 W/m²K

A hőátbocsátási tényező megfelelő.

90/60

Típusa: ablak (külső, fa és PVC)
 x méret: 0.9 m
 y méret: 0.6 m
 Hőátbocsátási tényező: 0.68 W/m²K
 Megengedett értéke: 1.60 W/m²K

A hőátbocsátási tényező megfelelő.

180/240

Típusa: ajtó (külső)
 x méret: 1.1 m
 y méret: 2.4 m
 Hőátbocsátási tényező: 0.73 W/m²K
 Megengedett értéke: 1.80 W/m²K

A hőátbocsátási tényező megfelelő.

90/240

Típusa: üvegezett ajtó (külső, fa és PVC)
 x méret: 0,9 m
 y méret: 2,4 m
 Hőátbocsátási tényező: 0,68 W/m²K
 Megengedett értéke: 1,60 W/m²K

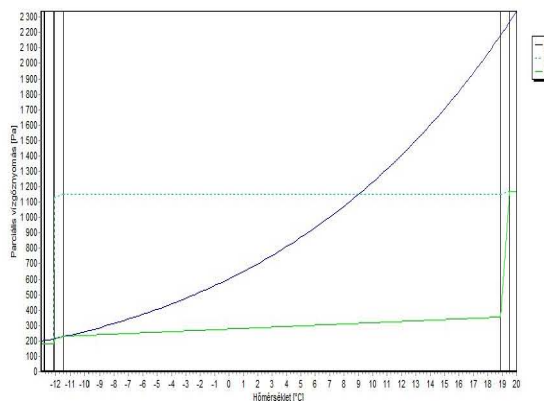
A hőátbocsátási tényező megfelelő.

külső fal

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0,12 W/m²K
 Megengedett értéke: 0,45 W/m²K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0,16 W/m²K
 Fajlagos tömeg: 277 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 63 kg/m²

**Rétegek belülről kifelé**

Réteg	No	d	λ	κ	R	δ	R_v	μ	c	ρ	kiszell.
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	-	[m ²	-	[kJ/kgK]	[kg/m ³]	réteg?
faforgácslap 2	1	3	0,19	-	0,15789	0,032	0,9375	-	2,34	750	-
cellulóz	2	30	0,039	-	7,6923	2	0,15	-	1,55	50	-
faforgácslap 2	3	3	0,19	-	0,15789	0,032	0,9375	-	2,34	750	-
Isover FLAMEX párafékező	4	0,1	0,2	-	0,005	-	50	-	-	-	-
könnyűvályog (szalma) -	5	12	0,73	-	0,16438	-	-	-	1	1600	-
agyagvakolat	6	1,5	1,1	-	-	-	0,024	-	-	1650	-

Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 0 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

2. (cellulóz)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

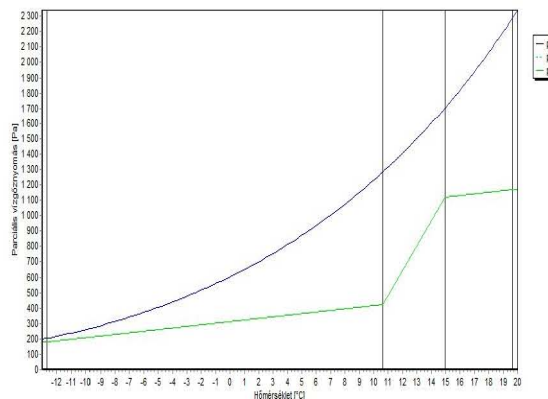
3. (faforgácslap 2)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

5. (könnyűvályog (szalma) - 1600)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

6. (agyagvakolat)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

padlásfödém

Típusa: padlásfödém
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.11 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Fajlagos tömeg: 20 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: $1 / 1 \text{ kg/m}^2$

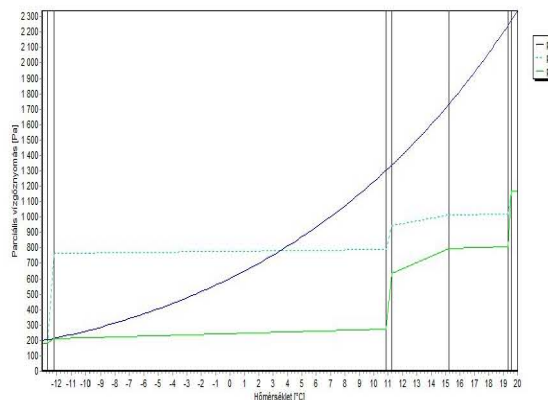


Rétegek belülről kifelé	No	d	λ	κ	R	δ	R_v	μ	c	ρ	kiszell. réteg?
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]		[m ²	-	[kJ/kgK]	[kg/m ³]	
LB-KNAUF Glättputz	1	5	0,039	-	1,2821	2	0,025	-	2,34	42	-
kender	2	5	0,042	-	1,1905	0,14	0,35714	-	0,75	100	-
cellulóz	3	25	0,039	-	6,4103	2	0,125	-	1,55	50	-

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

pincefödém

Típusa: pincefödém
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.08 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Fajlagos tömeg: 263 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: $184 / 39 \text{ kg/m}^2$



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No	d	λ	κ	R	δ	R_v	μ	c	ρ	kiszell.
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	-	[m ²]	-	[kJ/kgK]	[kg/m ³]	réteg?
tölgyfa (rostokra merőlegesen)	1	1,5	0,22	-	-	0,016	0,9375	-	2,72	750	-
faforgácslap 2	2	6	0,04	-	1,5	2	0,03	-	2,34	42	-
kender	3	6	0,042	-	1,4286	0,14	0,42857	-	0,75	100	-
faforgácslap 2	4	3	0,19	-	0,15789	0,032	0,9375	-	2,34	750	-
cellulóz	5	32,5	0,039	-	8,3333	2	0,1625	-	1,55	50	-
kism. tömör agyagtégla	6	12	0,72	-	0,16667	0,033	3,6364	-	0,88	1700	-

Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 14 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

5. (cellulóz)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

6. (kism. tömör agyagtégla) a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; a nedvességtartalom a MEGENGEDETT NÉL MAGASABB!

taljon fekvő padló

Tipusa: padló (talajra fektetett)
 Rétegtípusi hőátbocsátási tényező: 0,11 W/m²K
 Megengedett értéke: 0,50 W/m²K

A rétegtípusi hőátbocsátási tényező megfelelő.

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 0,85 W/mK
 Fajlagos tömeg: 671 kg/m²
 Fajlagos hőátviteli tényező: 72 kg/m²

Rétegek belülről kifelé

Réteg	No	d	λ	κ	R	δ	R_v	μ	c	ρ	kiszell.
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	-	[m ²]	-	[kJ/kgK]	[kg/m ³]	réteg?
tölgyfa (rostokra merőlegesen)	1	1,5	0,22	-	-	0,016	0,9375	-	2,72	750	-
faforgácslap 2	2	3	0,19	-	0,15789	0,032	0,9375	-	2,34	750	-
kender	3	6	0,039	-	1,5385	2	0,03	-	2,34	42	-
faforgácslap 2	4	3	0,19	-	0,15789	0,032	0,9375	-	2,34	750	-
cellulóz	5	25	0,039	-	6,4103	2	0,125	-	1,55	50	-
vasbeton	6	10	1,55	-	-	0,008	12,5	-	0,84	2400	-
kavicsfeltöltés	7	20	0,35	-	0,57143	0,072	2,7778	-	0,84	1800	-

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m²K]	A [m²]	Ψ [W/mK]	L [m]	A ₀ [m²]	Q _{sd} [W]	Q _{sd} [kWh/a]	Q _{sdnyár} [W]
külső fal ÉK	ÉK	függőleges	0,16	22,2	-	-	-	-	-	-
külső fal DK	DK	függőleges	0,16	30,5	-	-	-	-	-	-
240/240 DK	DK	függőleges	0,68	11,7	-	-	9,7	261	966,4	1516
90/240 DK	DK	függőleges	0,68	6,5	-	-	4,4	119	440,7	692
90/240 terasz ajtó DK	DK	függőleges	0,68	6,5	-	-	3,8	102	377,9	593
külső fal DNY	DNY	függőleges	0,16	13,9	-	-	-	-	-	-
150/150 DNY	DNY	függőleges	0,68	2,3	-	-	1,6	44	163,8	252
400/150 DNY	DNY	függőleges	0,68	6,0	-	-	4,8	131	483,7	744
külső fal ÉNY	ÉNY	függőleges	0,16	49,2	-	-	-	-	-	-
70/240 ÉNY	ÉNY	függőleges	0,68	1,7	-	-	1,0	28	104,7	123
90/60 ÉNY	ÉNY	függőleges	0,68	1,6	-	-	0,8	21	77,8	91
180/240 bjáratí ajtó ÉNY	ÉNY	függőleges	0,73	2,6	-	-	-	-	-	-
taljon fekvő padló			-	121,6	0,85	-	-	-	-	-
padlásfödém			0,12	167,8	-	-	-	-	-	-
pincefödém			0,1	46,2	-	-	-	-	-	-

Épület tömeg besorolása: könnyű (mt ≤ 400 kg/m²)

ε:	0.50	(Sugárzás hasznosítási tényező)
A:	490.3 m²	(Külső felület)
V:	453.1 m³	(Fűtött épület térfogat)
A/V:	1.082 m²/m³	(Felület-térfogat arány)
Q _{sd} +Q _{sid} :	(2615 + 0) * 0,5 = 1307 kWh/a	(Sugárzási hőnyereség)
ΣAU + ΣΨL:	68.5 W/K	
q = [ΣAU + ΣΨL - (Q _{sd} + Q _{sid})/72]/V =	(68,5 - 1307 / 72) / 453,087	
q:	0.111 W/m³K	(Számított fajlagos hővesztégtényező)
q _{max} :	0.497 W/m³K	(Megengedett fajlagos hővesztégtényező)

Az épület fajlagos hővesztégtényezője megfelel.

Energia igény tervezési adatok

Épület jellege: Lakóépület

A _N :	167.8 m²	(Fűtött alapterület)
n:	0.50 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időben)
n _{L,T} :	0.50 1/h	(Légcsereszám a használati időben)
n _{inf} :	0.50 1/h	(Légcsereszám a használati időn kívül)
σ:	1.00	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
Q _{sd} +Q _{sid} :	(0,71 + 0) * 0,5 = 0,35 kW	(Sugárzási nyereség)
q _b :	5.00 W/m²	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
E _{vil,n} :	0.00 kWh/m²a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
q _{HMV} :	30.00 kWh/m²a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
n _{nyár} :	3.00 1/h	(Légcsereszám a nyári időben)
Q _{sdnyár} :	4,01 kW	(Sugárzási nyereség)

Fajlagos értékekből számolt igények

$Q_b = \sum A_N Q_{b,N}$	839 W	(Belső hőnyereségek összege)
$\sum E_{vil,n} = \sum A_N E_{vil,n}$	0 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
$Q_{HVM} = \sum A_N Q_{HVM,N}$	5034 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
$V_{\text{átl}} = \sum V_n$	226.5 m ³ /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési időben)
$V_{LT} = \sum V_{n,LT} \cdot Z_{LT}/Z_F$	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
$V_{inf} = \sum V_{n,inf} \cdot (1 - Z_{LT}/Z_F)$	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
$V_{dt} = \sum (V_{\text{átl}} + V_{LT}(1 - \eta) + V_{inf})$	226.5 m ³ /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
$V_{nyár} = \sum V_{n,nyár}$	1359.3 m ³ /h	(Levegő térfogatáram nyáron)

Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása

$$\Delta t_b = (Q_{sd} + Q_{sid} + Q_b) / (\sum AU + \sum \Psi + 0,35 V_{dt}) + 2$$

$$\Delta t_b = (353 + 839,05) / (68,5 + 0,35 \cdot 226,544) + 2 = 10,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_i: \quad 20,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

$$H: \quad 68419 \text{ hK/a} \quad (\text{Fűtési hőfokhíd})$$

$$Z_F: \quad 4056 \text{ h/a} \quad (\text{Fűtési idő hossza})$$

$$Q_F = H(V_q + 0,35 V_{\text{átl}}) \sigma - Z_F Q_b$$

$$Q_F = 68,419 \cdot (453,087 \cdot 0,111 + 0,35 \cdot 226,5) \cdot 1 - 4,056 \cdot 839,05 = 5,463 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: \quad 32,55 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + Q_b) / (\sum AU + \sum \Psi + 0,35 V_{nyár})$$

$$\Delta t_{bnyár} = (4010 + 839,05) / (68,5 + 0,35 \cdot 1359,26) = 8,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{bnyár\text{max}}: \quad 2,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{A nyári felmelegedés elfogadható értéke})$$

A nyári felmelegedés olyan mértékű, hogy gépi hűtést igényel.

Fűtési rendszer

A_N : 167.8 m² (a rendszer alapterülete)

q_F : 32.55 kWh/m²a (a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye)

Elektromos üzemű hőszivattyú, víz hőforrással, fűtővíz hőmérséklet 55/45

e_F : 0.00 (megújuló)

C_k : 0.23 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

$q_{k,v}$: 0.00 kWh/m²a (segédenergia igény)

Kétsőves radiátoros és beágyazott fűtés, egy központi szabályozóval

$q_{F,h}$: 9.60 kWh/m²a (a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, vízhőmérséklet 70/55

$q_{F,v}$: 2.40 kWh/m²a (az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége)

Állandó fordulatszámú szivattyú, hőlépcső 15 K

E_{FSz} : 1.43 kWh/m²a (a keringtetés fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött téren kívül, vízhőmérséklet 55/45

$q_{F,t}$: 1.70 kWh/m²a (a hőátvitel fajlagos vesztesége és segédenergia igénye)

E_{FT} : 0.39 kWh/m²a

$$E_F = (q_F + q_{F,h} + q_{F,v} + q_{F,t}) \sum (C_k \alpha_k e_k) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v$$

$$E_F = (32,55 + 9,6 + 2,4 + 1,7) * 0 + (1,43 + 0,39 + 0) * 2,5 = 4,55 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Melegvíz-termelő rendszer

A_N : 167.8 m² (a rendszer alapterülete)

q_{HMV} : 30.00 kWh/m²a (a melegvíz készítés nettó energia igénye)

Elektromos üzemű hőszivattyú, távozó levegő/friss levegő hővisszanyerővel (hatásfok 80 %)

α_k : 0.55 (a hőtermelő által lefedett energiaarány)

ϵ_{HMV} : 0.00 (megújuló)

C_k : 0.31 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

E_k : 0.00 kWh/m²a (segédenergia igény)

Elektromos fűtőpatron

α_k : 0.15 (a hőtermelő által lefedett energiaarány)

ϵ_{HMV} : 2.50 (elektromos áram)

C_k : 1.00 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

E_k : 0.00 kWh/m²a (segédenergia igény)

napkollektor

α_k : 0.30 (a hőtermelő által lefedett energiaarány)

ϵ_{HMV} : 0.00 (megújuló)

C_k : 1.00 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

E_k : 0.22 kWh/m²a (segédenergia igény)

cirkulációval

$q_{HMV,v}$: 18.00 % (a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)

E_C : 0.72 kWh/m²a (a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

indirekt fűtési tároló

$q_{HMV,t}$: 18.00 % (a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)

$$E_{HMV} = q_{HMV}(1 + q_{HMV,v}/100 + q_{HMV,t}/100) \sum (C_k \alpha_k \epsilon_{HMV}) + (E_C + E_k) \epsilon_v$$

$$E_{HMV} = 30 * (1 + 0,18 + 0,18) * 0,375 + (0,72 + 0,066) * 2,5 = 17.26 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Világítási rendszer

A_N : 167.8 m² (a rendszer alapterülete)

u : 1.00 (a világítás korrekciós szorzója)

$$E_{vil} = (\sum E_{vil,i} / A_N) \epsilon_v$$

$$E_{vil} = 0 * 1 * 2,5 = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az épület összesített energetikai jellemzője

$$E_P = E_F + E_{HMV} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hű} + E_{+} = 4,55 + 17,26 + 0 + 0 + 0 + 0$$

E_F : 21.81 kWh/m²a (az összesített energetikai jellemző számított értéke)

E_{Pmax} : 203.87 kWh/m²a (az összesített energetikai jellemző megengedett értéke)

A számítás a 7/2006. (V.24.) TNM rendelet szerint készült.

.....
aláírás

VII. Összefoglalás – Konklúzió

A kapott eredmények megfelelnek a várt értékeknek. Ebből láthatjuk, hogy lehet alacsony energia-befektetéssel épülő alacsony energiafelhasználású házat úgy létrehozni, hogy az minden jelenkori követelménynek maradéktalanul megfeleljen. Továbbá költségek terén is kedvező, ha bontott építőanyagokat is felhasználunk épületünkhöz.

Az építésökológiai számítás érdekessége, hogy abban az esetben, ha BIO-ÖKO házunkat teljes mértékben újonnan gyártott építőanyagokból építjük fel, több energiába telik az épület megépítése, mint az eredeti építőanyagok felhasználásakor. A befektetett energia mutatója a téglát égetésébe fektetett hatalmas mennyiségű energia miatt tolódik el ennyire. Ebből levonhatjuk, hogy az újonnan gyártott kisméretű téglából készült falak helyet válasszuk inkább a korszerű falazóblokkokat, hiszen ott kevesebb tömegű kerámia kiégetése révén érünk el jobb hőtechnikájú falazatot.

Jól látszik a tervekből és a számításokból, hogy jól átgondolt szerkezetekkel és megfelelő építőanyag-választékkal igazán környezetbarát épületet tudunk létrehozni. A jelen épületnél alkalmazott anyagok és szerkezeti megoldások, csak egy példát mutatnak be. Azt, hogy mik az optimális építőanyagok és szerkezeti kialakítások, mindig az adott tervezési körülmények szabják meg.



16. kép: Gyarmati BIO-ÖKO ház

Végzőként szeretnék bemutatni egy megvalósult épületet példaként, bizonyítva, hogy az általam megfogalmazott elvek nem csak elméletben, hanem gyakorlatban is tökéletesen működnek.

VIII. Példaépület

Nem kell messze menni, hogy megvalósult példát is láthassunk egy BIO-ÖKO házra. Kis hazánkban és épült már hasonló épület, ugyanezen elvek szerint. 2007-ben egy budapesti építész házaspár, Bártfai-Szabó Gábor és felesége Bártfai-Szabó Orsolya tervezett ökológikus gondolkodású alacsony energiafelhasználású épületet, méghozzá saját használatra. Az épület 2008-2009-ben el is készült, azóta pedig tökéletesen működik, kiszolgálva tulajdonosait.



17. kép: a budakeszi öko ház és telekelrendezése

Az épület Budakeszi-Makkosmárián egy külterületi részben közművesített telken épület. Az 1200 m² alapterületű telken 3%-os beépíthetőség és 3,5 méteres maximális építménymagasság mellett egy kicsi de igazán jól működő épületet kellett tervezniük. A telek dél-nyugati lejtésű, tehát az épület déli oldalán a lehető legnagyobb



üvegfelületeket alakították ki a benapozás kihasználása érdekében. Nyáron egy jól szerkesztett előtető gátolja a felmelegedést, télen viszont az alacsonyan vonuló nap bevilágítja az épület belső tereit. Keleti és nyugati irányban kisebb nyílásokat nyitottak, az északi falon pedig nincs nyílás.

A tervezők alapszemlélete az volt, hogy akkora épületet építsenek, amekkorára az adott életszakaszban szükségük van, de a később a ház bővíthető legyen. Anyaghasználat terén igyekeztek minél több bontott, újrahasznosított illetve természetes

anyagot beépíteni, de úgy, hogy a legkorszerűbb műszaki paramétereknek is megfeleljen az épület. Ezek mellett a gépészet méretét is minimalizálták.



18. kép: bontott cserép héjazat

Az épület tetejének fedéséhez bontott hódfarkú cserepet alkalmaztak. A jó állapotú tetőcserepet Mátyásföldről szerezték be. A tarka felület megfelelő műszaki paraméterekkel rendelkezik, ugyanakkor rusztikusabb felületet ad, mint egy homogén tetőfedés.

A tetőszerkezet fafödémrel egybeépített, úgynevezett ollóágas fedélszék. Ennek fő előnye, hogy a falakra csak függőleges erőket továbbít, valamint jól kihasználható padlásteret biztosít.

Az épület teherhordó fala, valamint a homlokzatburkolat bontott kisméretű tömör téglából készült. A beépített építőanyag a karcagi üveggyár bontásából származik. A teherhordó fal 25 cm-es vastagságban készült. A teherhordó fal és a 12 cm vastag homlokzatburkolat közé 30 cm vastagságban cellulóz hőszigetelés került. Az épület homlokzati felületébe 1 tonna újságpapír került beépítésre. A cellulóz hőszigetelést a veszprémi Isocell készítette befúvásos technológiával. A nyílászárók tekintetében nagy hangsúlyt fektettek a megfelelő hőszigetelő üvegezés kiválasztásába. $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ U-értékű 3 rétegű hőszigetelő üvegezésű fa nyílászárókat építettek be. A három rétegből kettő hővisszaverő fóliával van ellátva.



19. kép: téglaburkolat

A belső felületkezelés során használt anyagokat is megválogatták. A glettanyagok, festékek, lazúrok választásánál elsősorban az vették figyelembe, hogy az adott anyag ne rendelkezzen kellemetlen szaggal, és később se párologtasson magából mérgező kemikáliákat. A német Auro termékcsaládot választották. A glett- és a festékanyag természetes gyantaalapú, és jó páraáteresztő tulajdonsággal bír. Az épületen belül sok helyen megjelenik a fa, ezeket a felületeket narancshéj-, ricinus-, napraforgó- és lenolajok keverékéből származó lakkokkal felületkezelték.

A gépészet tekintetében is a lehető legkevesebb épületgépészet beépítésére törekedtek. Mivel a telekre nincs bevezetve a gáz, eredetileg levegős hőszivattyús felületfűtést terveztek, azonban a ház kis mérete miatt nem volt várható belátható időn belül a rendszer árának megtérülése. Ezért döntöttek egy 7,12 kW-os pelletkályha

beépítése mellett, mely 90-95%-os hatásfokkal égeti el a pelletet. A jó hőszigetelésnek köszönhetően, a tulajdonosok elmondása szerint a hideg téli hónapokban is elég a kazán napi 1-2 órás működtetése, hogy az épületben megfelelő hőmérsékletet tartsanak.



A teleknek a csatornahálózattal sincs kapcsolata. Ezt egy előregyártott beton aknás rendszerű házi szennyvíztisztító telepítésével oldották meg, melyben baktériumok bontják le a szennyvizet, majd a víztisztaságú folyadékot elszikkasztják. Az ivóvízhasználatot is próbálták korlátozni olyan mód, hogy öntözésre, kerti zuhanyzásra a telken található ásott kútból veszik a vizet. Az épület elektromos energia fogyasztása nem jelentős, viszont a pelletkályha áramfogyasztását a jövőben napelem telepítésével kívánják fedezni.



21. kép: külső és belső terek

igyekeztek pontosan kalkulálni. A megmaradt téglákból kerti támfalak készülnek. A felhasználásra nem került faanyag, a ház bővítésekor lesz majd beépítve.

Ez az épület jó példája annak, hogy ökológikus szemmel is lehet modern, jól működő komfortos épületeket tervezni. Külön jó ötletnek tartom az esetleges bővítés lehetőségét. Jelenleg alul lakókonyha, fürdő, wc, a felső szinten pedig gardrób és háló helyezkedik el, de mindkét szinten lehetőség van a jelenlegi alapterület megduplázására.

A hulladékkezelés mind az építés, mind a használat során fontos szempont volt. Próbáltak olyan építőanyagokat választani, melyekből kevés hulladék keletkezik, és esetenként újra lehet azt is hasznosítani. Például a cellulóz hőszigetelés maradék anyagát a cég magával vitte, melyet máshol fel tudott használni. A téglaszükségletet is

IX. Bibliográfia, képjegyzék

DÉRY Attila: Öt könyv a régi építészetéről

Terc Kiadó, 2010

ISBN: 978 963 9968 04 2

Gemeinschaft Dämmstoff Industrie: Passzívház csomópontok felhasználóknak

Passzívház akadémia Kft., 2009

ISBN: 978 963 06 6706 7

GRASREINER, Wolfgang: Ökoházak

Cser Kiadó 2005

ISBN 963 7418 10 5

HORVÁTH Tamás: 9126 Gyarmat, József utca, hrsz.: 359/2 cím alatti lakóház engedélyezési tervének műszaki leírása

Győr, 2011

HUMM, Othmar: Alacsony energiájú épületek

Dialóg Campus, 2000

ISBN 963 9123 77 3

KOLLARICS Tímea: Megújuló energiák a mindennapokban

Kiadó: MVA hálózat

Zalaegerszeg 2011

KÖNIGSTEIN, Thomas: Az energiatakarékos építkezés kézi könyve

Z-Press kiadó Kft., 2006

ISBN 963 9493 32 5

MEDGYASSZAY Péter:

Építési anyagok építésökológiai és biológiai értékelése

Készült: a Magyar Környezetgazdasági Központ megbízásából, a Tisztább Építési Anyagok Munkacsoport együttműködésével, a Független Ökológia Központban, az "Építési anyagok termékdíja" kutatás keretében. Szakértők: dr. Lányi Erzsébet, Novák Ágnes és Tiderenczi Gábor.

2000. október – november

<http://www.foek.hu/korkep/0-0-7-1-.html>

NOVÁK Ágnes: Zöld anyagok Ökológus építészet jegyzetsorozat

Ybl Miklós Műszaki Főiskola 1998

ISBN: 963 7169 02 4

Passivhaus-Bauteilkatalog | Details for Passive Houses

SpringerWienNewYork, 1999

ISBN 978 3 211 99496 2

PATAKY Rita: Bioépítéset: építkezés a természet anyagaival

Környezetvédelmi füzetek

Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár, Budapest, 1994

ISSN 0866-6091

PEARSON, David: A természetes ház könyve

Park Kiadó 1998

ISBN 963 530 449 8

SOMMER, Adolf-W.: Passzívházak Tervezés-szerkezet-csomópontok-példák

Passzívházak Mindenkinék Kft. 2010

ISBN 978-963-06-8421-7

SZÁSZ János: Bioépítészet környezetbarát építőknek. Biofüzetek

Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1986

ISBN 963 232 236 8

ISSN 0231-486X

Szerzői kollektíva: Bioépítészet 2003

Bába kiadó Kft., 2005

ISBN: 963 7337 18 0

Szerzői kollektíva: Bioépítészet 2004-2005

Bába kiadó Kft., 2007

ISBN 978 963 9717 39 8

Szerzői kollektíva: Bioépítészet 2006-2008

Bába kiadó Kft., 2009

ISBN 978 963 9881 73 0

A. TERRANOVA, G. SPIRITO, S. LEONE & L. SPITA: A környezettudatos építészet lehetőségei: Ökoépítészet

Alexandra Könyvkiadó, Pécs 2010

ISBN 978 963 297 267 1

ZÖLD András: Energiatudatos építészet

Műszaki Könyvkiadó, 1999

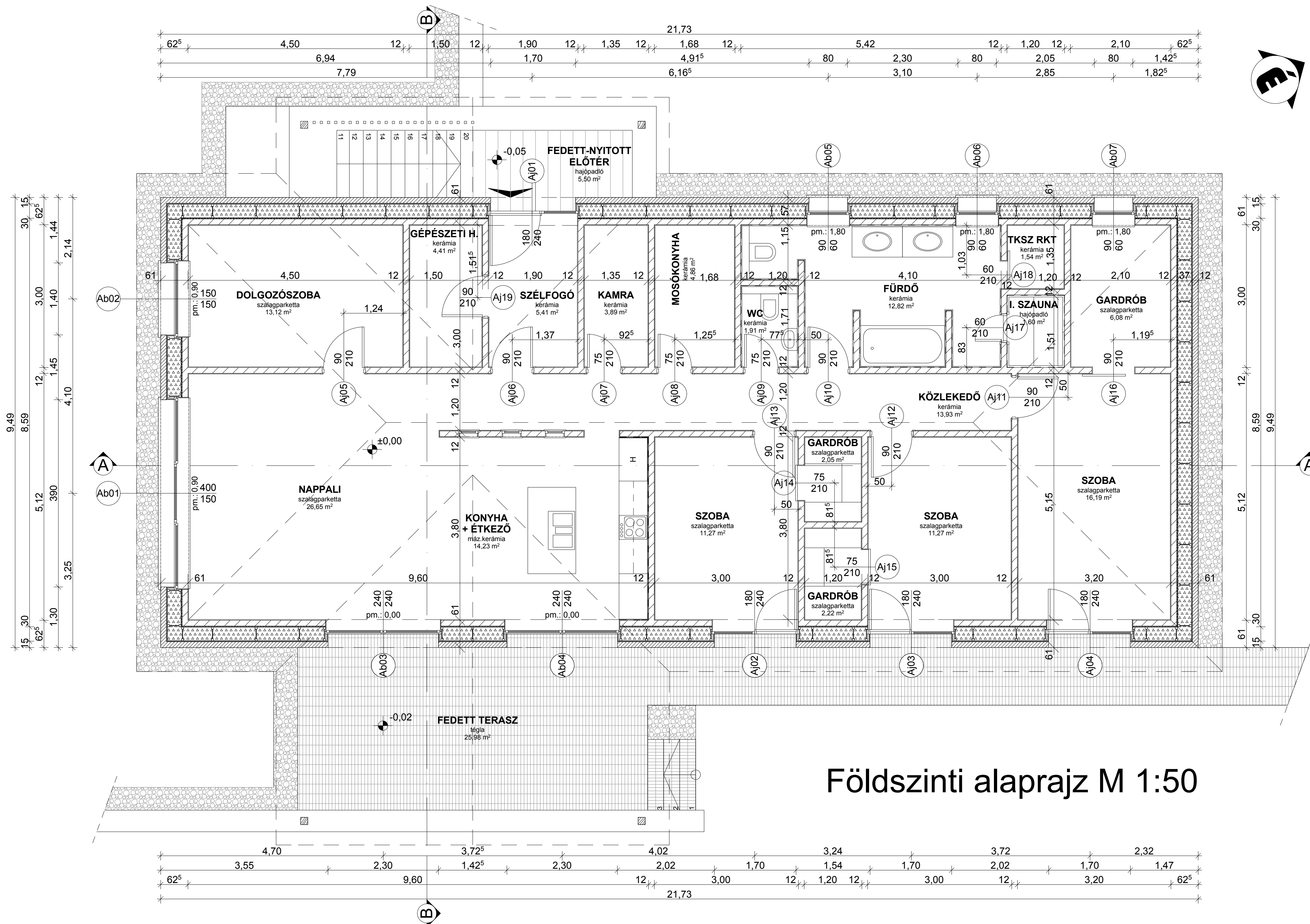
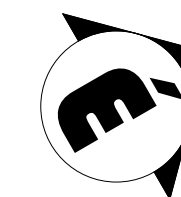
ISBN 963 16 3019 6

Képjegyzék:

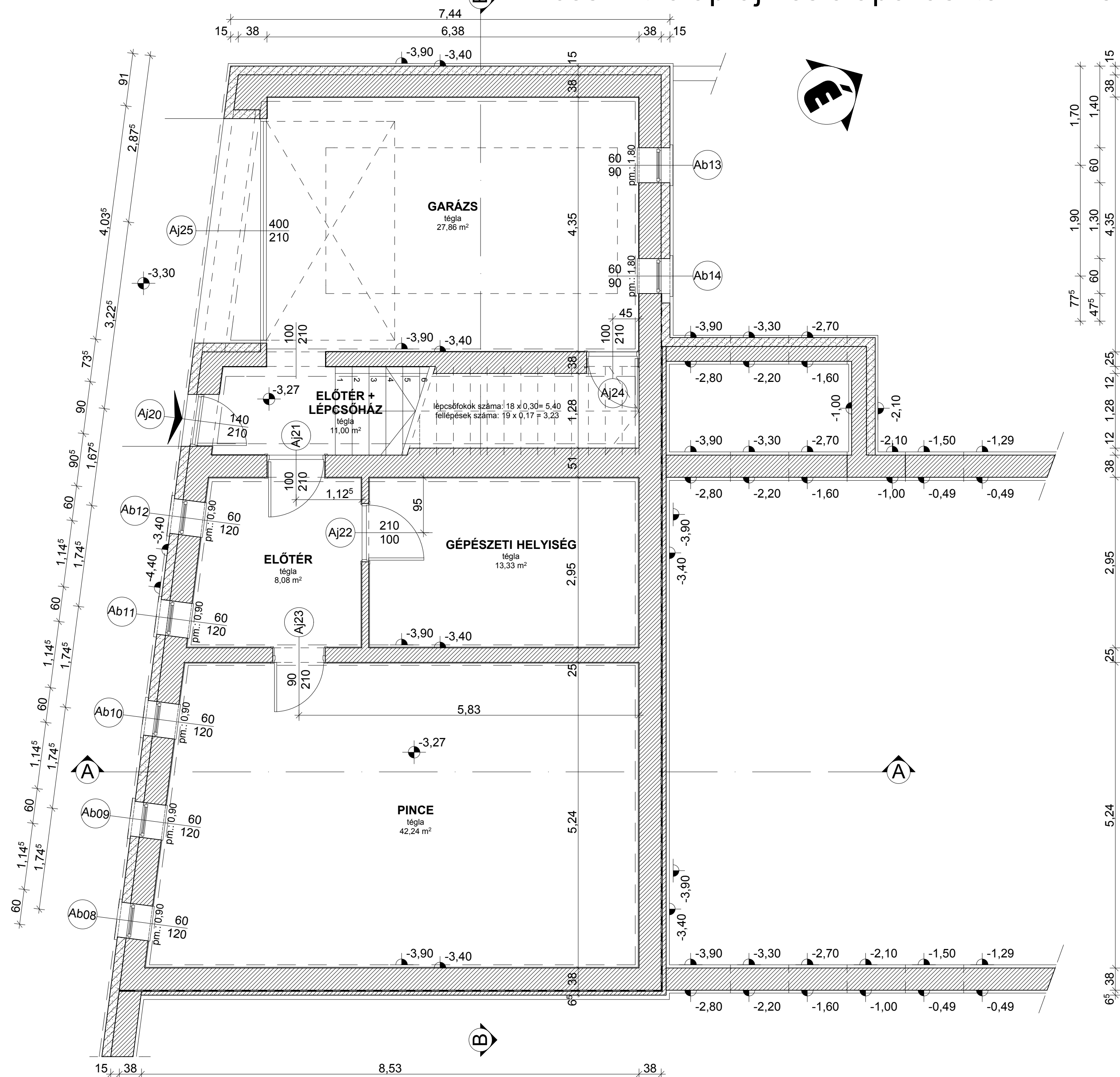
Horváth Tamás: 1., 2., 3., 4., 5., 16.

Lekics Gábor: 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 13., 14., 15.,

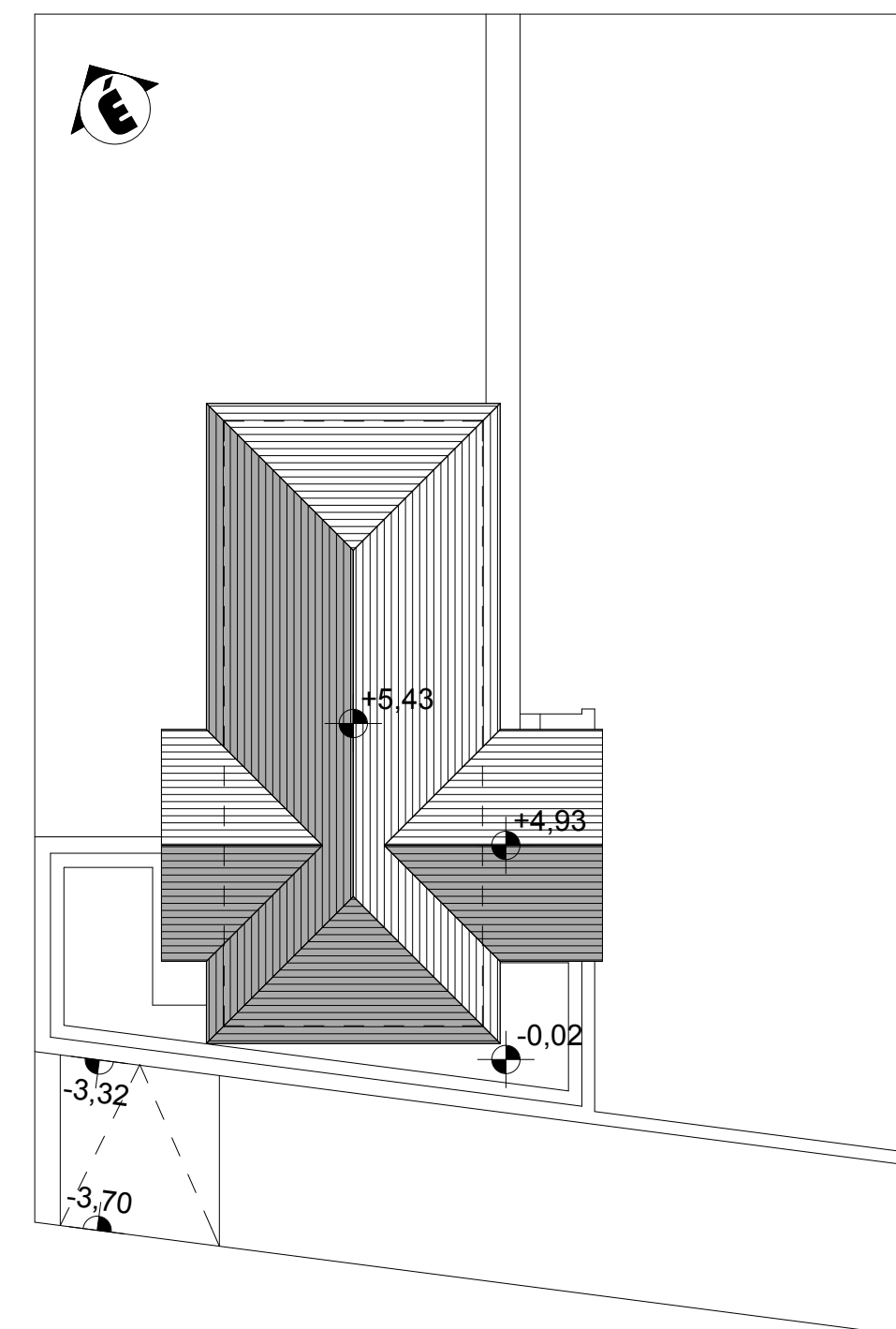
Bártfai-Szabó Gábor: 17., 18., 19., 20., 21.,



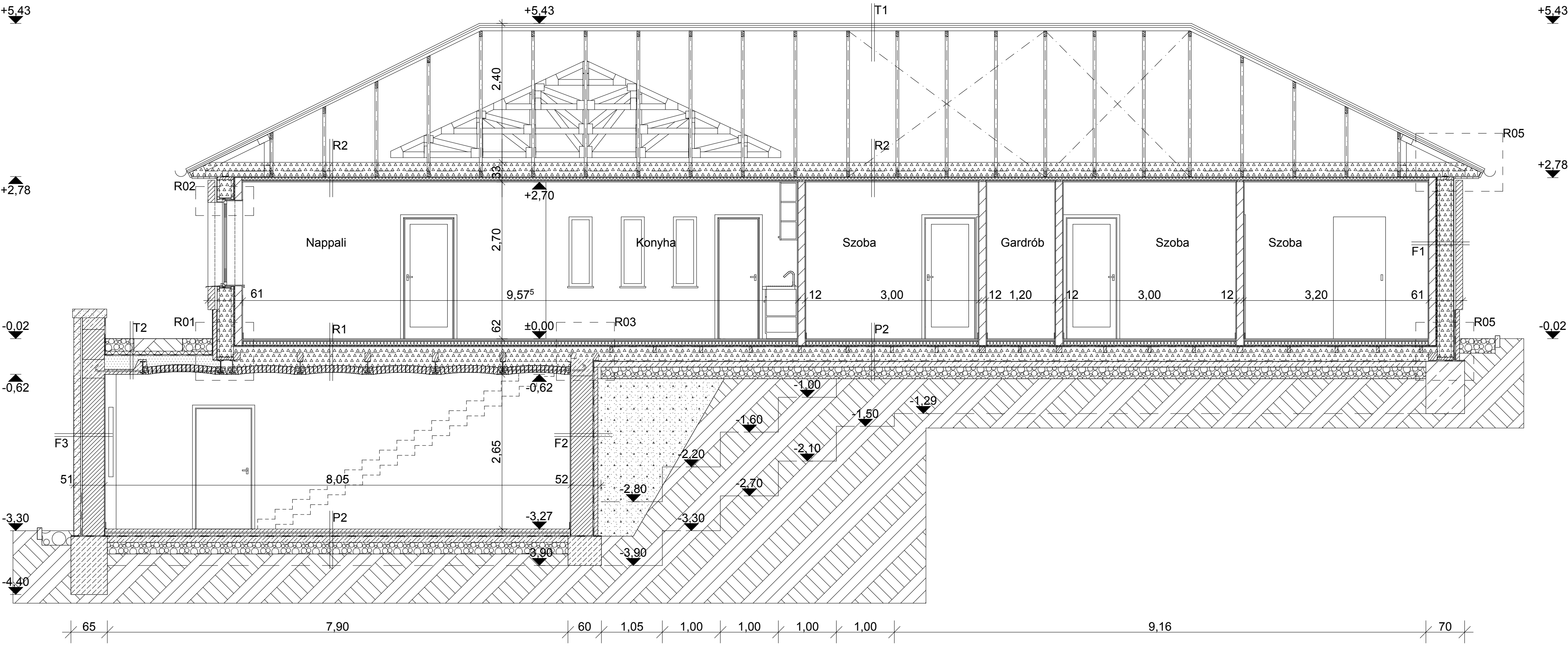
Pinceszinti alaprajz és alapozási terv M 1:50



Helyszínrajz M 1:500

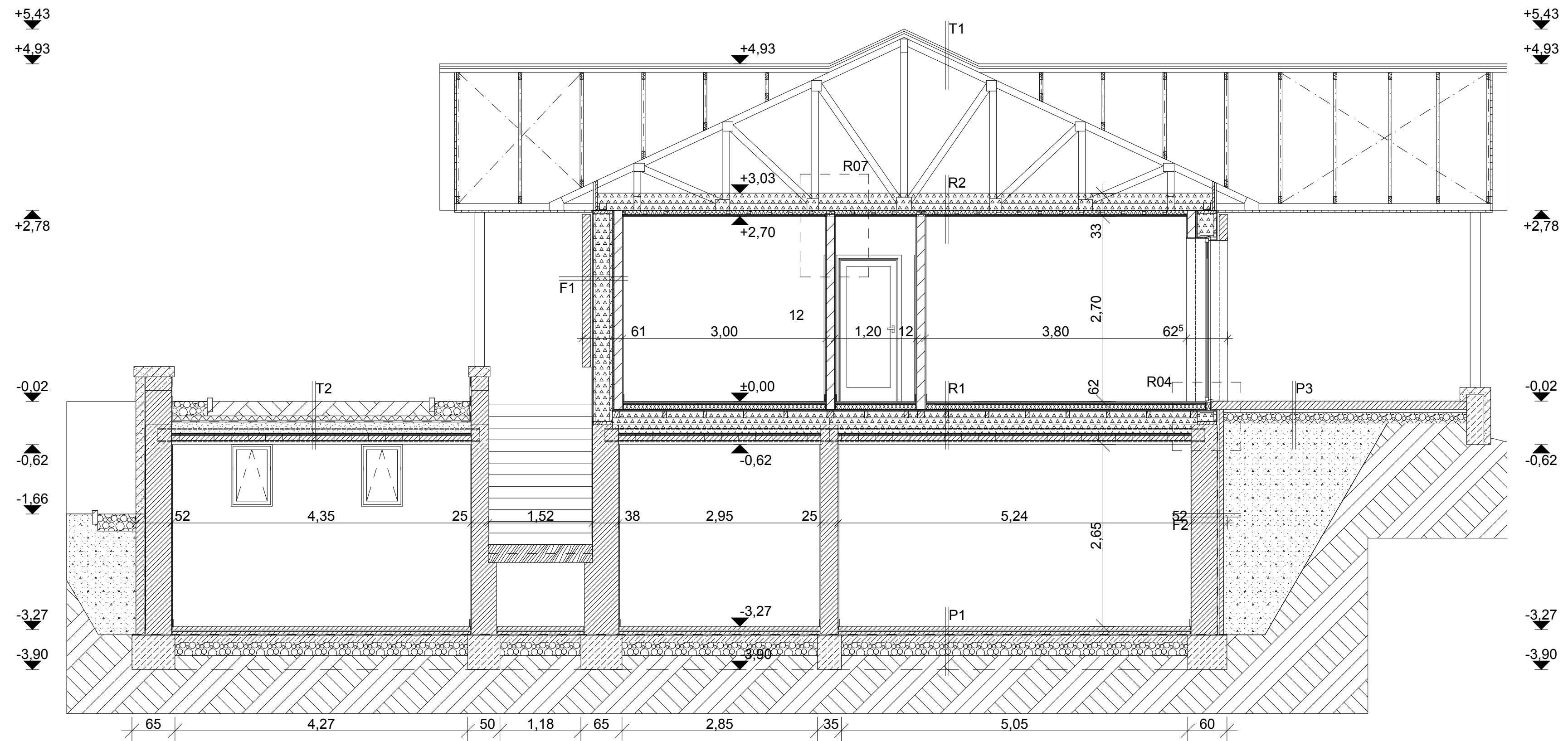


A-A metszet M 1:50



- Anyagjelölések:**
- | | | | |
|--|--|--|--------------------------------|
| | Talaj | | Bontott kisméretű tömör téglá |
| | Kavics feltöltés | | Kisméretű tömör vályogtégla |
| | Úsztatott beton bontott beton darabok felhasználásával | | Terméskő homlokzatburkolat |
| | Vasbeton | | Cellulóz hőszigetelés |
| | 2 réteg műanyag lemezes vízszigetelés | | Tekerceses kender hőszigetelés |

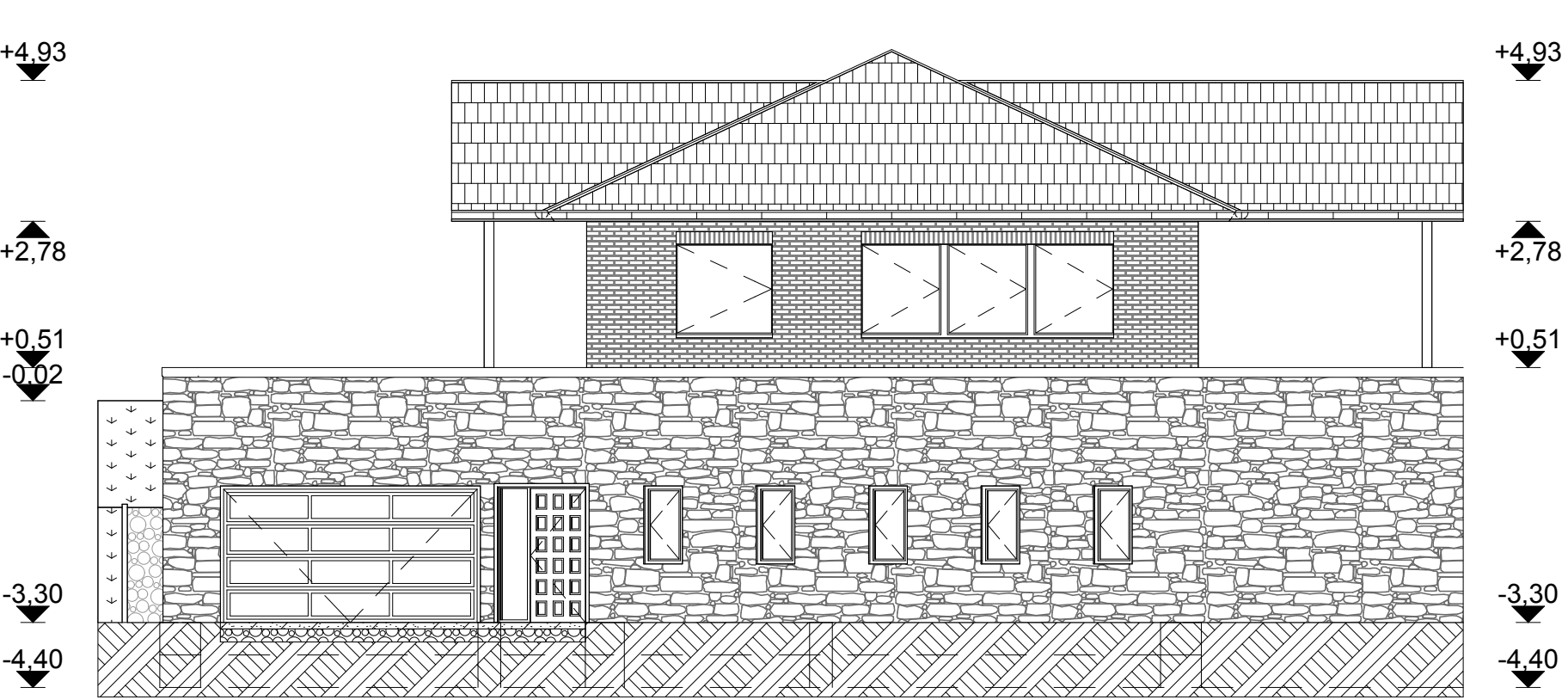
B-B metszet M 1:50



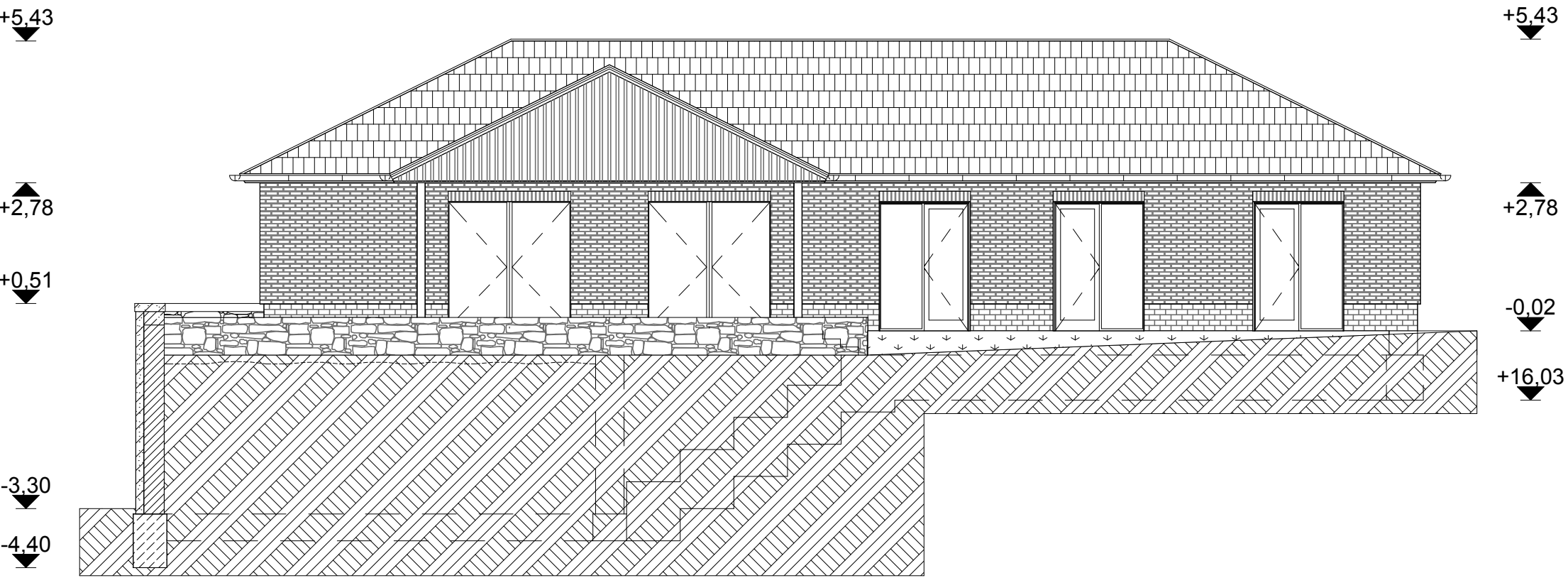
Anyagjelölések:

	Talaj		Bontott kisméretű tömör téglá
	Kavics feltöltés		Kisméretű tömör vályogtégla
	Úsztatott beton bontott betondarabok felhasználásával		Terméskő homlokzatburkolat
	Vasbeton		Cellulóz hőszigetelés
	2 réteg műanyag lemezes vízszigetelés		Tekercses kender hőszigetelés

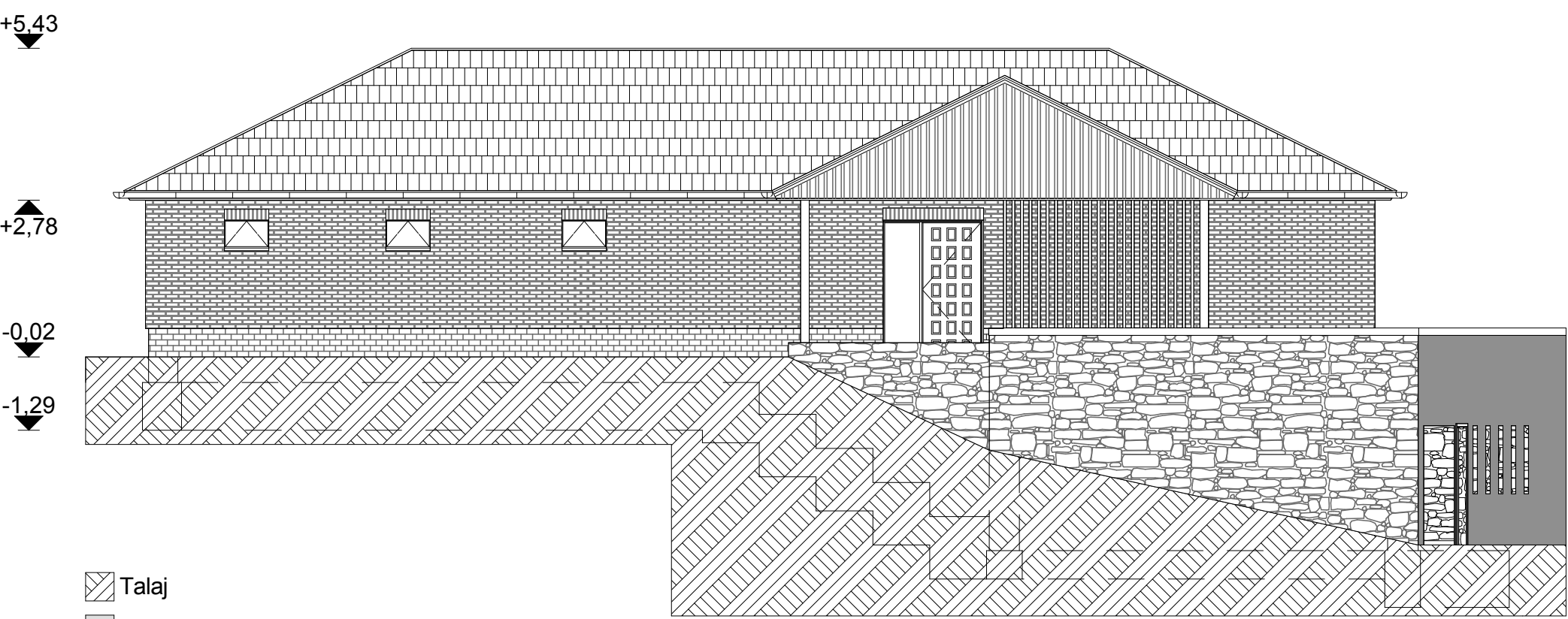
Déli homlokzat M 1:100



Nyugati homlokzat M 1:100

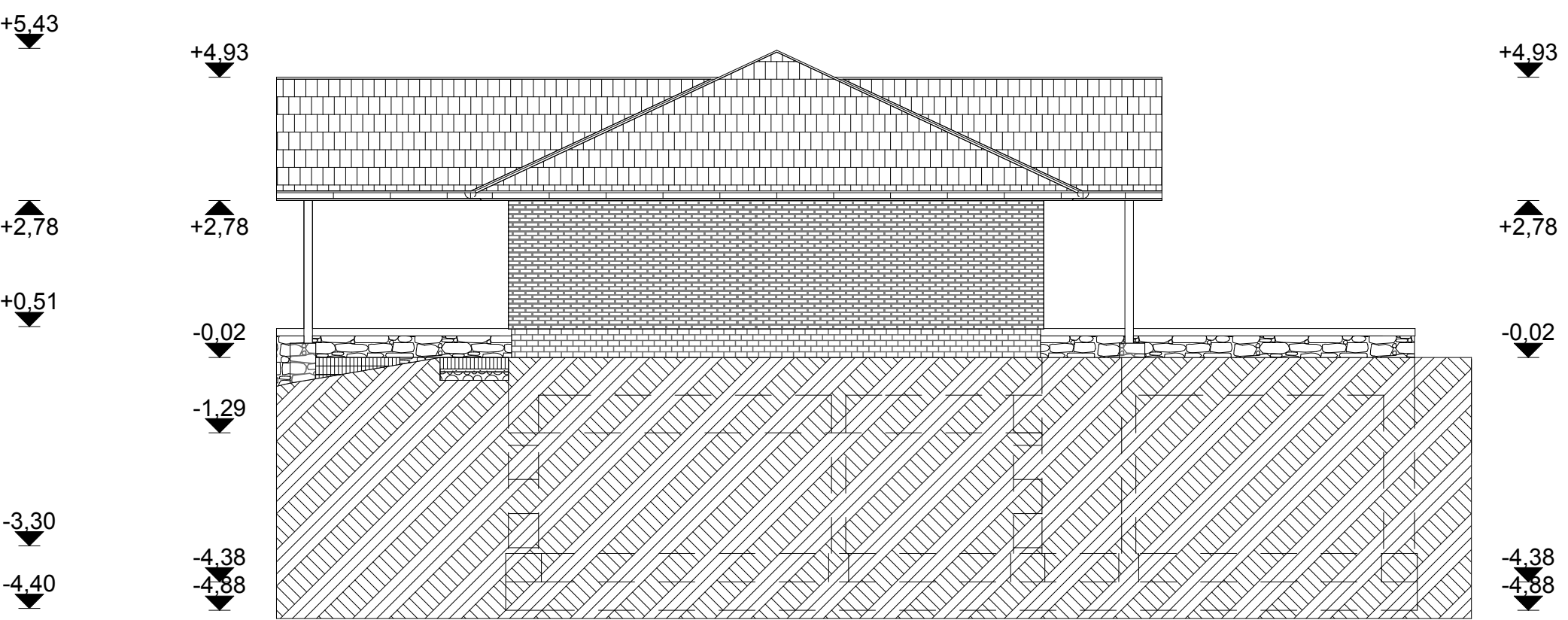


Keleti homlokzat M 1:100

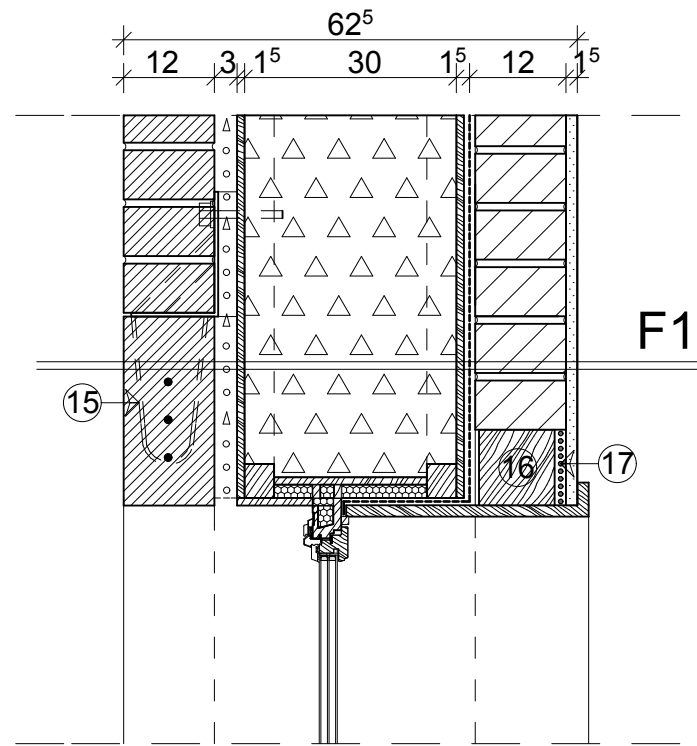


- Talaj
- Fenyő oszlopok és deszkázat
- Bontott téglá homlokzatburkolat
- Élére állított bontott téglá szigetelést védő lábzetburkolat
- Bontott hornyolt tetőcserép
- Terméskő homlokzatburkolat

Északi homlokzat M 1:100

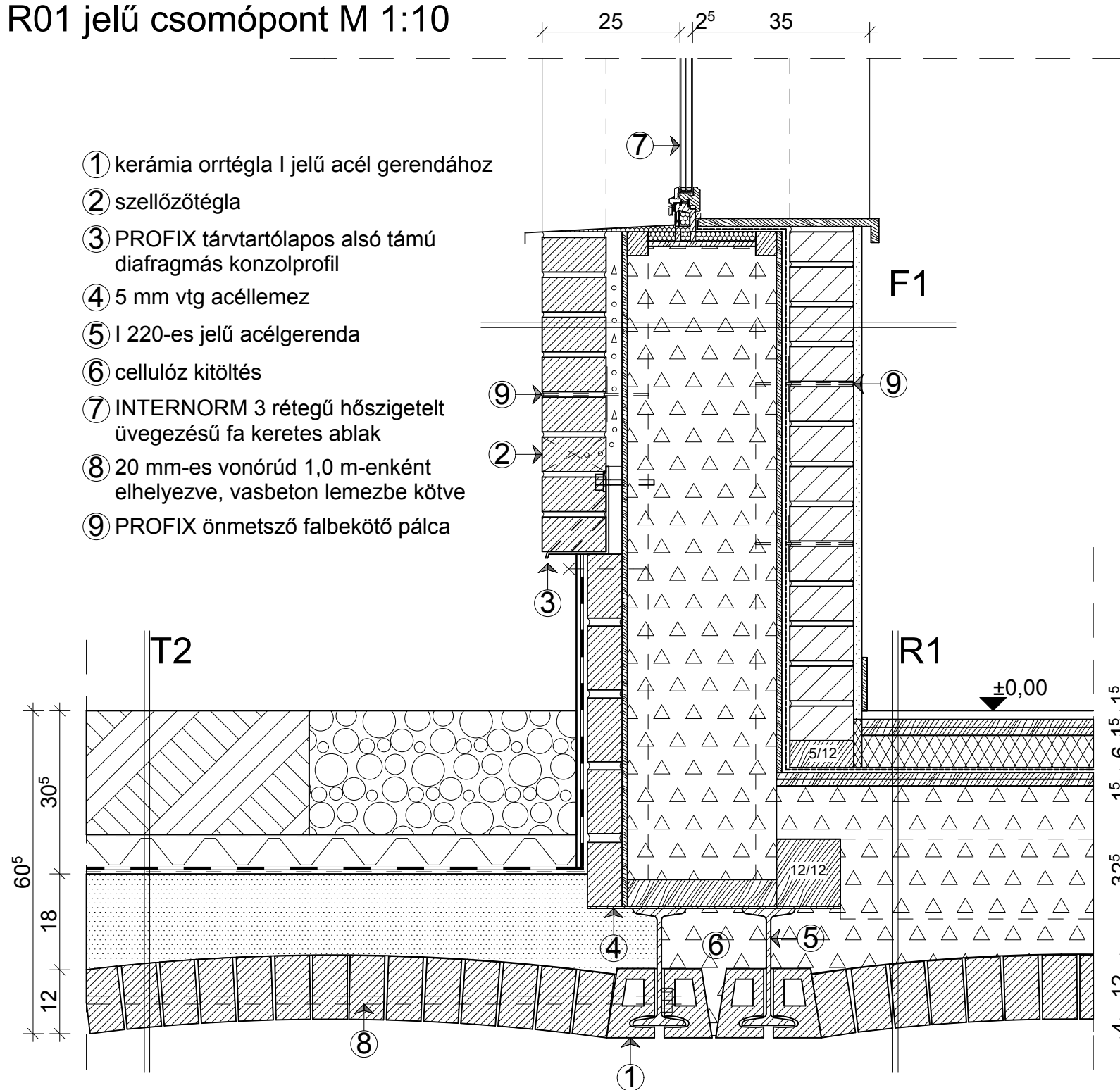


R02 jelű csomópont M 1:10



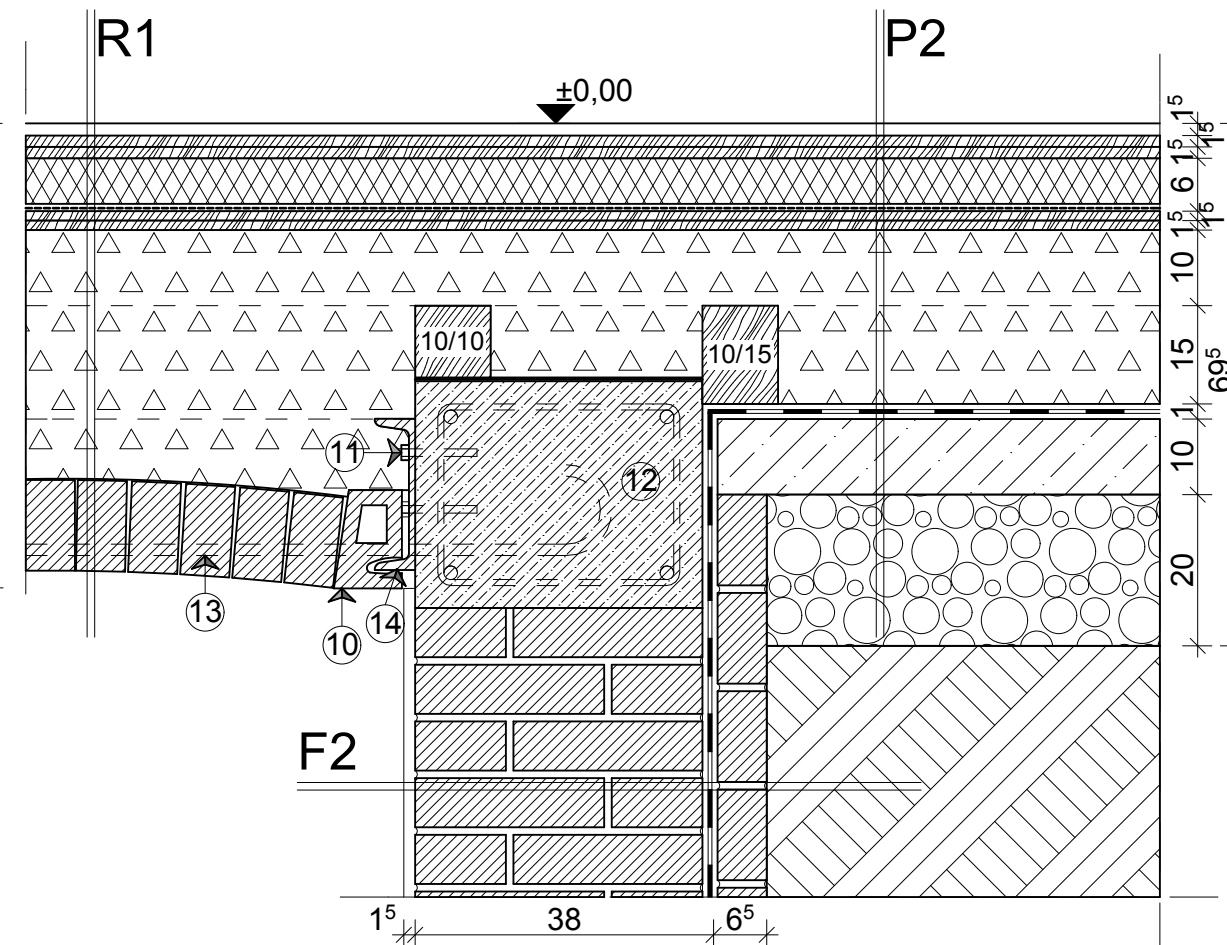
- 15 PROFIX kengyelfuratos diafragmás konzolprofil függesztő kengyellel
- 16 10/10-es fa gerenda áthidaló
- 17 nádazás

R01 jelű csomópont M 1:10



R03 jelű csomópont M 1:10

- 10 kerámia ortógla I jelű acél gerendához
- 11 100 mm-es M10-es hatlapfejű csavar
- 12 vasbeton koszorú C20-24-es betonból
- 13 20 mm-es vonórúd 1,0 m-enként elhelyezve visszahajlított lehorganyzással vasbeton koszorúba kötve
- 14 U 200-as jelű acélgerenda



Rétegrendek:

- R1** 1,5 cm ragasztott szalagparketta
2 x 1,5 cm OSB lap
6 cm lépésálló kender szigetelőlap
1 réteg párazáró fólia
2 x 1,5 cm OSB lap
10/15 +15/15 gerendarács 25 cm cellulóz hőszigeteléssel kitöltve
7,5-10 cm cellulóz feltöltés
I-200 jelű acélgerendák közti poroszszüveg boltozat

- R2** szeglemezes tartókból álló tetőszerkezet
25 cm szórt cellulóz hőszigetelés
1 réteg párazáró fólia
50/50-es lécváz közte 5 cm táblás kender hőszigetelés
2 réteg gipszkarton álmennyezet
glettelés, festés

- | | |
|----|--|
| P1 | 6,5 cm téglaburkolat
2 cm homokágy
5 cm teherelosztó aljzatbeton
1 réteg műanyag lemezes vízszigetelés
10 cm vasalt aljzatbeton
20 cm kavicságy |
|----|--|

- P2** 1,5 cm parketta
2 x 1,5 cm OSB lap
6 cm lépésálló kender szigetelőlap
1 réteg párazáró fólia
2 x 1,5 cm OSB lap
10/15 +15/15 gerendarács 25 cm cellulóz hőszigeteléssel kitöltve
2 réteg műanyag lemezes vízszigetelés
10 cm vasalt aljzatbeton
20 cm kavicságy
termett talaj

- P3** 12 cm kisméretű tömör téglá burkolat
5 cm homokágy
15 cm kavicságy
termett talaj

- F1** 12 cm kisméretű tömör égetett agyagtégla homlokzatburkolat
3 cm átszellőző réteg
1,5 cm OSB lap
30 cm TJI csökkentett gerincű tartó,
közei szórt cellulóz hőszigeteléssel töltve
1,5 cm OSB lap
1 réteg párazáró fólia
12 cm kisméretű vályogtégla
1,5 cm vályogvakolat

- F2** földvisszatöltés
12 cm szigetelést tartó fal kisméretű tömör téglából rakva
1 réteg műanyag vízszigetelés
38 cm kisméretű tömör téglafalazat
1,5 mészvakolat

- T1** Hornyolt egyenesvágású kermáia tetőcserép 21x40 cm
cseréplec 30/50
ellenléc 30/50
kiszellőztető réteg 5 cm
porhó elleni fólia
szeglemez tartókból álló tetőszerkezet

- | | |
|----|--|
| T2 | 20-25 cm talajkeverék extenzív zöldtetőhöz
alátét-elválasztó polipropilén filc réteg
drénlemez
1 réteg műanyag vízszigetelés (a széleken mechanikai rögzítéssel)
alátét-elválasztó polipropilén filc réteg
15-22 cm homokfeltöltés
I-200 jelű acélgerendák közti poroszcsüveg boltozat |
|----|--|

Poroszsüveg boltozatos földém terve M 1:50

Poroszsüveg boltozatos földém anyagszükséglete						
Megnevezés	Km-i méret	Hosszméret	Darabszám	kg/m	kg/db	össz. kg
I 220-as jelű acélgerenda	220 x 98 mm	5,57 m	2 db	30,51	169,94	339,88
		3,26 m	2 db	30,51	99,43	198,86
I 200-as jelű acélgerenda	200 x 90 mm	5,57 m	5 db	25,80	143,71	718,55
		3,26 m	5 db	25,80	84,11	420,55
		1,80 m	3 db	25,80	46,44	139,32
		4,70 m	5 db	25,80	121,26	606,30
U 200-as jelű acélgerenda	200 x 75 mm	5,57 m	1 db	24,82	138,25	138,25
		3,26 m	1 db	24,82	80,91	80,91
		4,70 m	1 db	24,82	116,65	116,65
20 mm-es acél vonórúd	20 mm	1,60 m	6 db	2,46	3,94	23,62
		1,70 m	6 db	2,46	4,18	25,08
		1,80 m	1 db	2,46	4,43	4,43
		1,90 m	1 db	2,46	4,67	4,67
		1,95 m	1 db	2,46	4,80	4,80
		2,05 m	1 db	2,46	5,04	5,04
		2,20 m	1 db	2,46	5,41	5,41
		2,30 m	1 db	2,46	5,66	5,66
		2,45 m	1 db	2,46	6,03	6,03
		2,55 m	1 db	2,46	6,27	6,27
		3,60 m	1 db	2,46	8,86	8,86
Összes, a földembe beépített acélmennyiség kg-ban kifejezve:						2868,14
Összes, a földembe beépített téglamennyiség darabszámban kifejezve:						5070
Összes, a koszorúba beépített vasbeton mennyisége m ³ -ben kifejezve:						8,22

Lemezjelölések:

- (L1) vasbeton lemez; vtg: 10 cm; e.sz.: -0,62
- (L2) vasbeton lemez; vtg: 10 cm; e.sz.: -0,62
- (L3) vasbeton lemez; vtg: 10 cm; e.sz.: -0,62
- (L4) vasbeton lemez; vtg: 10 cm; e.sz.: -0,62

