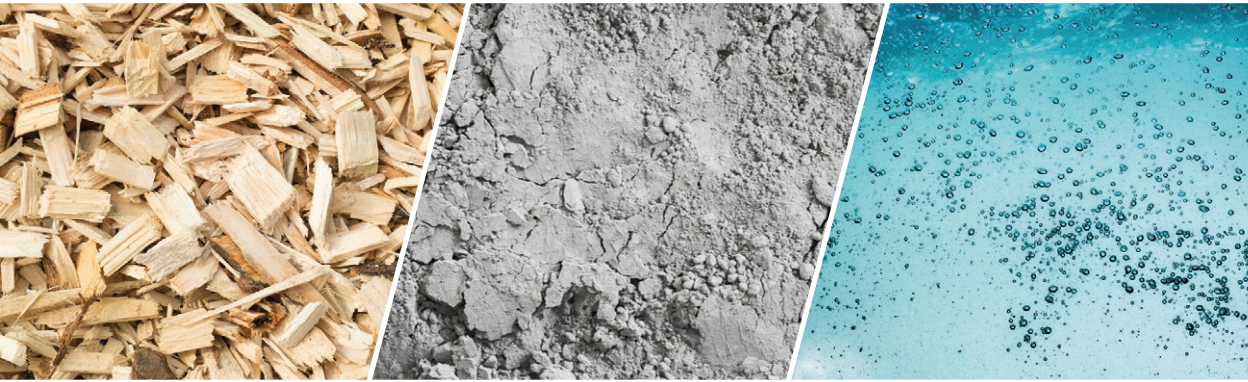


Dwrisol

ÉPÍTÉS FABETONNAL

BOZSAKY DÁVID - HORVÁTH TAMÁS



Dwtisol

ÉPÍTÉS FABETONNAL

Bozsaky Dávid - Horváth Tamás

Durisol – Építés fabetonnal
Első magyar nyelvű kiadás
Győr, 2019.

ISBN 978-615-5776-34-2

A könyv a Leier Hungária Kft.
megbízásából az
Universitas-Győr Nonprofit Kft.
közreműködésével készült
„Elemző tanulmány a Leier Durisol
kézi zsaluzóelemek magasépítési
felhasználási lehetőségeiről”
című tanulmány átdolgozott kiadása.

A szerzők
a Széchenyi István Egyetem oktatói:
Bozsaky Dávid PhD
építészmérnök, egyetemi docens
[1, 3.1-3.3, 3.7-3.15, 6. fejezetek] és
Horváth Tamás PhD
építészmérnök, egyetemi adjunktus
[2, 3.0, 3.4-3.6, 4, 5, 6. fejezetek]

Kiadja az UNIVERSITAS-GYŐR Nonprofit Kft.
Felelős kiadó: Tóth Eszter ügyvezető
Tervezte és szerkesztette: Horváth Tamás PhD
Készült a Palatia Nyomda és Kiadó Kft. nyomdájában.
Felelős vezető: Radek József

Leier



**UNIVERSITAS-GYŐR
NONPROFIT Kft.**



Tartalom

1. Durisol építőanyag	3
1.1. Alapötlet	3
1.2. Gyártás	3
1.3. Alapvető tulajdonságok	5
1.4. Felhasználási lehetőségek	7
1.4.1. Magasépítő kézi zsaluzóelemes falrendszerek	7
1.4.2. Mélyépítő termékek	9
1.4.3. Kertépítési termékek	12
2. Durisol kézi zsaluzóelemes falrendszer	15
2.1. Termékek, falkialakítási lehetőségek	15
2.1.1. Faltestek, falidomok	20
2.1.2. Áthidalások	21
2.1.3. Nyílászáró beépítések	23
2.1.4. Födémcsatlakozások	23
2.2. Tervezés	26
2.3. Kivitelezés előkészítés	28
2.4. Építési folyamat	30
3. Összehasonlító elemzés	35
3.1. Teherbírás	36
3.2. Földrengésállóság	38
3.3. Tűzvédelem	41
3.4. Hőszigetelés	43
3.5. Hőtárolás	47
3.6. Hangszigetelés	50
3.7. Vízfelvétel	53
3.8. Páraháztartás	54
3.9. Méretpontosság	55
3.10. Alakíthatóság	55

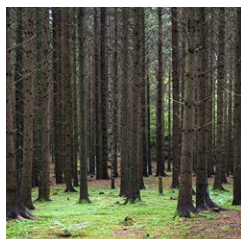
3.11. Szerelvényezhetőség	56
3.12. Felületképzés	57
3.13. Építési idő és költség	59
3.14. Környezeti hatások	61
3.15. Újrahasznosítási lehetőségek	65
4. Előregyártott Durisol falelemek	66
4.1. A falelemek előregyártásának előnyei	66
4.2. Tervezés előregyártott falelemekkel	69
4.3. Kivitelezés előkészítés	70
4.4. Építés előregyártott falelemekkel	73
4.4.1. Falelem kialakítások	75
4.4.2. Falelem csatlakozások	76
5. Referenciaprojektek	79
5.1. Kilenc évtizedes nemzetközi múlt	79
5.2. Kisebb lakóépületek	83
5.3. Többlakásos lakóépületek	85
5.4. Ipari és mezőgazdasági épületek	89
Felhasznált irodalom	92
Képforrások	95

1. Durisol építőanyag

1.1. Alapötlet

A Durisol építőanyag története 1932-ben kezdődött, mikor a hollandiai Richard Handl szabadalmaztatott egy újfajta könnyűbeton készítési módszert faipari hulladék és cement felhasználásával. Handl később eladta a szabadalmi jogot, így került a technológia Svájcba, ahol 1938-ban megalakult a Durisol AG. A második világháborút követő újjáépítés során Ausztriában is megjelent a technológia, az első fabeton zsaluelemes falrendszerű épület 1955-ben készült Bécsben. A fabeton elemek előállításával foglalkozó gyárak kezdetben a Herzog von Cumberland, 1970-től pedig a Hatschek alapítvány kezében voltak. A Leier cégcsoport ez utóbbtól vásárolta meg 2010-ben a szabadalmat és az ausztriai Achau és Mautern, valamint a szlovákiai Pozsony városában található Durisol gyárakat, melyek átépítve és továbbfejlesztve jelenleg is sikeresen üzemelnek.

1.1. ábra
Az alapanyag és
a Durisol termék



1.2. Gyártás

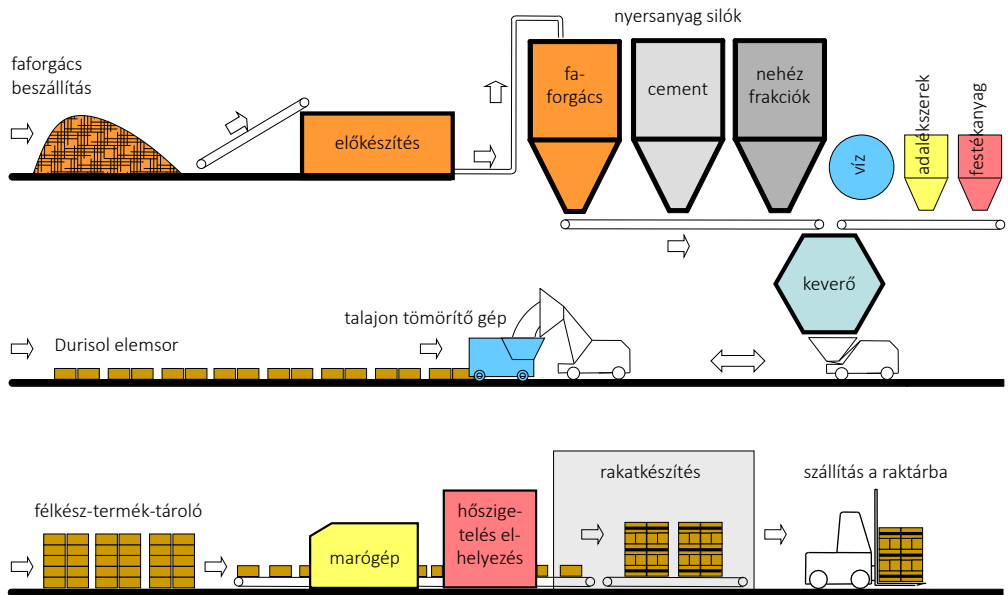
A Durisol termékek **természetesen megújuló alapanyag**a a faforgács (rendszerint lucfenyő). A gyártáshoz szinte kizárólag másodlagos faipari nyersanyagot használnak. A faforgácsot először megőrlik, majd különféle vegyi anyagok segítségével mineralizálják. Az így kapott nyersanyag-halmazt portlandcementtel és vízzel (esetleg festékanyaggal) keverik. Bizonyos termékek esetében a nagyobb testsűrűség, teherbírás vagy léghanggátlás elérésének érdekében a receptúra 2 mm szemnagyságú homokot is tartalmaz. Az így kapott masszát egy speciális, **talajon tömörítő módszerrel** működő, cserélhető sablonnal ellátott zsaluzóelem gyártó vibroprésbe (tojógép) töltik. Az eszköz egy beton aljzaton haladva készíti a nyers elemeket,



1.2. ábra
A pozsonyi Durisol
üzem madártávlatból

melyeket a cement kötési folyamatának végéig fóliával letakarnak. Ezt követően a Durisol elemekből rakatokat képeznek és 5-8 napig zárt, fedett térben pihentetik őket. Az alapanyag tulajdonságaiból adódóan a nyers termékek a száradás és szilárdulás során viszonylag nagy méretváltozáson mennek keresztül, s így meglehetősen pontatlanok a méretei. Éppen ezért a kellő szilárdság elérése után az **elemek méretre marása** történik egy automatizált gépsor segítségével. Ez a fontos művelet az oka, hogy a nyers elemeket szándékosan 2-3 cm-rel nagyobbra készítik a névleges méretüknél, a késztermék tehát csak a maró gépsoron történő áthaladás során nyeri el végleges méretét. Ennek során első lépésben a durva magassági beállítás történik, melyet a finommegmunkálás, a vízszintes irányú üregek marása (a betonbordák számára), majd a szélességi méret finombeállítása követ. A folyamat végén **a rakatképzés és a csomagolás** történik. Ezt követően a késztermék már kültérben tárolható. Néhány speciális termék készítése során kézi megmunkálás is történik (pl. magasságás elemek furat-, és sarokképzései). A gyártás utolsó fázisában történik a hőszigetelő betétek elhelyezése.

A gyártási folyamat (adagolás, keverés, öntés, csiszolás) rendkívül **alacsony energifelhasználással** történik. Csupán a kötőanyag (cement) előállítása során zajlik égés, a Durisol termékek gyártása során már nincs égési folyamat és nincsenek káros kibocsátások. A gyártás anyaghatékonysága rendkívül magas, hiszen a méretre



alakítás során keletkező törmelékot visszaadagolják a gyártási folyamatba, így elkerülük a hulladékképződést. A gyártás során felhasznált víz nagy része ugyancsak visszavezethető a természetbe, hiszen a termék kiszáradása során a víz nagy része tiszta vízgőzként elpárolog. A Durisol termékek csomagolási anyagszükséglete szintén alacsony, például a magasépítési termékek tárolásához és mozgatásához sem csomagolóanyag, sem raklap nem szükséges, rakatképzéskor csupán pántolni kell.

1.3. ábra
A Durisol termékek gyártástechnológiája

1.3. Alapvető tulajdonságok

A Durisol zsaluzóelemek előnyös tulajdonsága a fokozott hőszigetelő képesség, jó hangszigetelő és hangelnyelő képesség, jó páraáteresztő képesség és a kis térfogatsúly. A termék nem penészesedik, nem korrodálódik, vegyileg semleges, környezetbarát alapanyagokból készül, ellenáll az időjárás és a környezet egyéb káros hatásainak.

További fontos tulajdonságai:

- Jelentős részben megújuló nyersanyagból készül, és teljes mértékben újrahasznosítható.
- Fokozott hőszigetelő és nagy hőtároló képességének köszönhetően biztosítani tudja a belső tér hővédelmét a téli és nyári időszakban is (télen lassabban hűl le, nyáron nehezebben melegszik fel az épületek belső tere).



1.4. ábra
A Durisol termékek
gyártásának főbb
eseményei képekben

- Alacsony vízfelvétele miatt hőszigetelő képessége még alacsony hőmérsékleten és magas páratartalom mellett sem változik.
- A beton belső magnak köszönhetően nagyobb teherbírású az égetett kerámia termékeknél.
- Üregrendszerében kialakuló beton rácsszerkezet tetszőlegesen vasalható, ezáltal könnyen méretezhető az igénybevételeknek megfelelően, akár földrengésre is.
- Tartós építőanyag, így a belőle készült épület több generációt képes kiszolgálni.
- A2-es tűzvédelmi osztályba tartozik, vagyis nem tűzveszélyes, bár tartalmaz éghető anyagot. Mivel nem éghető, így nincs füstképződés és nincs égve csepegés sem. Minden Durisol zsaluzóelem megfelel a legújabb tűzvédelmi előírásoknak is.
- Mivel a kiegészítő hőszigeteléssel ellátott Durisol zsaluelemek homogén külső megjelenést kölcsönöznek az épületnek, egységes lehet a külső felületképzés, a külső vakolás elhagyható.

- A fabeton kéreg könnyen alakítható, véshető, faragható, ezáltal a fal könnyen szerelvényezhető.
- Jó vakolhatóság és vakolattartás jellemzi.
- Kivitelezése gyors és egyszerű, mivel szárazon rakható és nincs szükség habarcsréteg felhordására. Kivitelezését a rendszert kiegészítő elemek jelentősen megkönnyítik használatukkal csökkenthetők, ill. elkerülhetők a hőhidak.
- A munkafolyamat jól előkészíthető, kevés az élőmunka igénye. A kivitelezési idő előregyártott kéregfal elemek használatával tovább csökkenthető.

1.4. Felhasználási lehetőségek

1.4.1. Magasépítő kézi zsaluzóelemes falrendszerek

Durisol elemekből építhetők családi házak, társasházak, alacsony energiaigényű épületek, közösségi épületek, ipari létesítmények, mezőgazdasági építmények teherhordó falai és pincefalai, valamint magas páratartalomra tervezett épületek falszerkezetei.

A Durisol falszerkezetek két fő része a Durisol zsaluzóelemekből falazott köpenyszerkezet (mint bennmaradó zsaluzat) és a falszerkezet teherhordó szerkezeti részét alkotó beton, illetve vasbeton mag. A beton-, ill. vasbeton magot függőlegesen és vízszintesen is folytonos bordák alkotják. Ezt a zsaluzóelemek sajátos üregerkezte és bordaáttörései teszik lehetővé. A bordarendszer alapvetően méretezett vasalás nélkül készül, csupán a sarkok, fal- és földemcsatlakozások tartalmaznak kiegészítő vasalást (betonacél szükséglet általában $0,25 \text{ kg/m}^2$). Nagyobb teherbírás, ill. földrengésre való méretezés esetén azonban lehetőség van a bordarendszer acélbetétekkel történő megerősítésére.

A Durisol magasépítő rendszer jelenleg 9 különböző kézi zsaluzóelem típust foglal magába. A létesítendő épülettel szemben támasztott követelmények szerint a Durisol rendszer egyaránt kínál zsaluelemet külső és belső teherhordó falakhoz és válaszfalakhoz.

A Durisol rendszer elemei közül teherhordó falszerkezetekhez 5 féle zsaluelem használható. Ezek közül a legkorszerűbbnek tekinthetők a Durisol DSs 30/12 L és a Durisol DSs 45/12 L külső teherhordó falszerkezetekhez használható zsaluelemek, melyekből 30, illetve 45 cm vastag teherhordó fal készíthető. Előbbi elem 10,5 cm, utóbbi 25 cm vastag grafitadalékos expandált polisztirolhab betétet tartal-

1.5. ábra
A Durisol
magasépítési
termékei

Megnevezés	Elemforma	Normál elem	Univerzális elem
Leier Durisol DSs 45/12 L			
Leier Durisol DSs 30/12 L			
Leier Durisol DS 35/20			
Leier Durisol DMi 38/18			
Leier Durisol DMi 31,5/18			
Leier Durisol DMi 25/18			
Leier Durisol DMi 20/13			
Leier Durisol DMi 17/12 L			
Leier Durisol DMi 15/9 L			

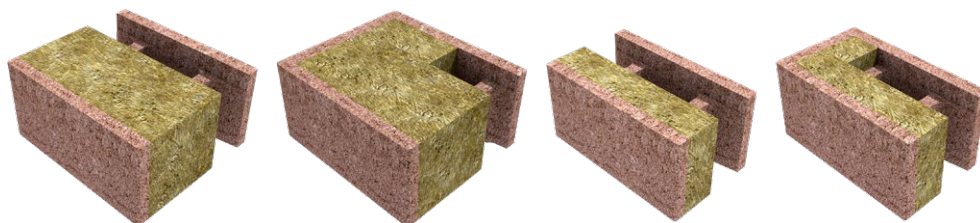
maz. Mindkét elem belsejében 12 cm betonmag alakítható ki. A DSs 45/12 előnye, hogy a jelenleg érvényben lévő, külső falakra vonatkozó hőtechnikai előírásokat homlokzati hőszigetelő rendszer nélkül is képes kielégíteni, akár vakolat nélkül is. A DSs 30/12 L termék viszont csak kiegészítő hőszigeteléssel alkalmazható e célra.

A hőszigetelő betétet nem tartalmazó zsaluzóelemek közül teherhordó falakhoz legtöbbször a Durisol DMi 25/18 terméket használják, melyből 25 cm vastag teherhordó fal készíthető 18 cm vastag betonmaggal. Rendszerkiegészítő elemként belső teherhordó falakhoz alkalmazhatók a Durisol DMi 31,5/18 és a Durisol DS 35/20 jelű elemek, melyekből 31,5, illetve 35 cm vastag teherhordó falszerkezet készülhet 18, illetve 20 cm vastag betonmaggal. A hőszigetelő betét nélküli zsaluzóelemek hátránya a hőszigetelő anyaggal töltött elemekhez képest, hogy napjaink hőtechnikai követelményeit csak kiegészítő külső oldali hőszigeteléssel képesek ellátni. Előnyük a vastagabb betonmagnak köszönhető nagyobb teherbírásukban rejlik.

Válaszfalként elsősorban ipari épületekben ajánlott a Durisol DMi 15/9 L és a Durisol DMi 20/13 zsaluzóelemek alkalmazása, melyekből 15, ill. 20 cm vastag válaszfal készíthető 9, ill. 13 cm vastag betonmaggal. A Durisol DMi 17/12 L elemek használata leginkább lakáselválasztó falként előnyös.

A Durisol zsaluelemek egységes és érdes falfelületüknek köszönhetően egyszerűen és problémamentesen vakolhatók, megelőzve az esetleges vakolatrepedések kialakulását. A gyorsabb és szakszerűbb kivitelezés érdekében a zsaluelem választék olyan rendszerkiegészítő elemeket is (pl. univerzális zsaluzóelem) tartalmaz, melyek megkönnyítik a falidomok kialakítását, és egyszerűsítik a kivitelezési munkát.

A magasépítési termékek családjának legújabb tagjai a kőzetgyapot hőszigetelő betéttel készülő zsaluzóelemek lesznek, melyeket 2019-ben fognak forgalomba hozni. A kőzetgyapot jobb tűzvédelmi tulajdonságai miatt ezek az elemek szélesebb körben lesznek alkalmazhatóak, mint a polisztirolhab hőszigetelő betéttel rendelkezők.



1.6. ábra
A Durisol kőzetgyapottal hőszigetelt magasépítési termékei

1.4.2. Mélyépítő termékek

1.4.2.1. Zajárnyékoló falak

A környezetbarát alapanyagú Durisol zajárnyékoló fal fabetonból készül, egy 13 cm vasbeton maggal, mely stabillá és ellenállóvá teszi a falat. Remek szerkezeti tulajdonságainak köszönhetően ez az építőelem nemcsak visszaveri, hanem el is nyeli a felé áramló zajt.

A Durisol építőanyag alapvető előnyeik kívül a zajárnyékoló falak további előnye a jó hangszigetelő képesség, az időjárás-, környezet- és vegyszerállóság. 13 cm vastag vasbeton magjának köszönhetően kis térfogatsúlya ellenére is vandálbiztos. A gyártástechnológia adta lehetőségeket kihasználva változatos felületek és mintázatok alakíthatók ki. A hozzákevert festékanyagoknak köszönhetően különféle színvariációkban (szürke, sárga, vörös, zöld) is készülhetnek.

Családi házas övezetekben, lakónegyedekben, lakóparkoknál, közintézményeknél (bölcsődék, óvodák, oktatási intézmények, önkormányzati épületek), ipari létesítményeknél, irodaházaknál, köztereknél, parkoknál, játszótereknél, szórakozóhelyeknél, autópályák, közutak, vasúti pályák, pályaudvarok, repülőterek mellett egyaránt

1.7. ábra
Durisol zajárnyékoló
fal alkalmazása
közút mellett





használhatók. Azokon a helyeken, ahol a zajárnyékoló falak építési magassága korlátozott, ill. csak magas fallal lehetne az egész épület számára kellő védelmet biztosítani (pl. többemeletes lakóépületek mellett), felső elemként használható a 45°-ban döntött felső elem.

1.8. ábra
Durisol zajárnyékoló
fal alkalmazása
vasút mellett

1.4.2.2. Vasúti peronelemek

A kötőpályás közlekedés állomásain, a közlekedéssel járó zaj csökkentése érdekében használható az LDP 55 elnevezésű, az előregyártott vasbeton és a Durisol anyag házasításával készült peronelem. Ez az elem amellet, hogy szilárd támaszt biztosít a peron oldalsó felületének, Durisol borítása révén kiváló hangelnyelő tulajdonsággal is rendelkezik. A vasúti sín felől látszó oldalon az egyedi Durisol hangelnyelő felületképzés látható, mely mintázatával, anyagában színezett kivitelével hozzájárul a peronok esztétikus megjelenéséhez is. A peronelem a vasúti sínkoronától számított 55 cm-es, úgynevezett magasított peron kialakítását teszi lehetővé, segíti a peronon készülő térburkoló elemek, térkövek fix pozicionálását. Csaphornyos illeszkedése megkönnyíti a gyors összeépítést, pontos és stabil állékonyságot biztosít a peronszélnek.



1.9. ábra
Durisol vasúti peron-
elem alkalmazása

1.4.3. Kertépítési termékek

1.4.3.1. Magaságyások

A magaságyás Nyugat-Európában és az Egyesült Államokban széles körben elterjedt kertészeti módszer. Lényege, hogy asztalgasságú kazettákban folyik a veteményes művelése, bár nem ritkán dísznövényeket is ültetnek a magaságyásba. A Leier cég többféle méretben és alakzatban összeállított szettekét ajánl ügyfeleinek. A Durisol fabeton anyagú előregyártott elemek könnyen, bármilyen kertészeti, vagy építési előképzettség nélkül összeállíthatók. Az ágyás készítése során általában legalulra apróra vágott, lassan korhadó faágakat terítenek, ezt követi a gyorsan korhadó kerti (organikus) hulladék. Erre jön a fűnyírás során levágott nyiradék, amit egy kis kerti föld választ el a következő, már termő rétegtől. Ebbe házi, vagy vásárolt komposztot, esetleg trágyát is keverhetünk. A legfelső réteg kerti termőtalajból áll.



1.10. ábra
Durisol magaságyás

1.4.3.2. Komposztálók

A fedéllel ellátott Durisol komposztáló ládákat a Leier 120×120×120 cm-es méretben forgalmazza. A láda kerete készül Durisol fabetonból. A láda nemcsak hasznos, hanem esztétikus is, természetes színeivel jól bele fog illeni a kert összképébe. A fedél a háziállatok és rágcsálók bejutását hivatott megakadályozni, továbbá gátolja a komposztálóban növekedő gyom mennyiségét is. Ezekon túl a fedél nem engedi, hogy kiszáradjon a komposztálandó organikus hulladék, a növényekben található nedvesség nélkül ugyanis nem indul be a természetes lebomlási folyamat.

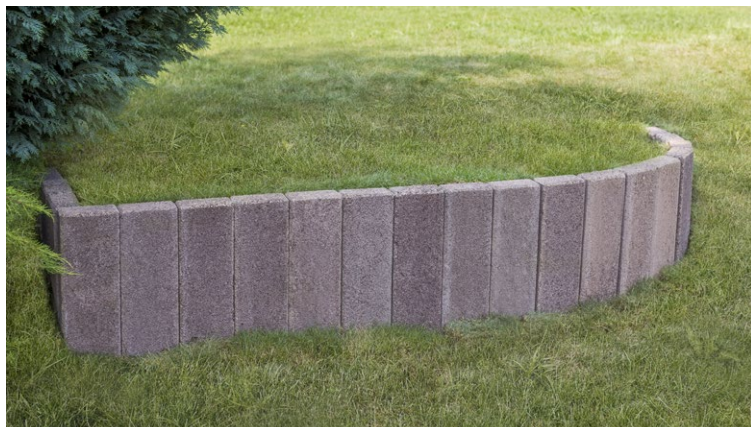


1.11. ábra
Durisol komposztáló

A Durisol kerti ládák egyszerűen kezelhetők, hosszú élettartamuk alatt minimális ráfordítást igényelnek. A láda anyagának és szerkezetének köszönhetően jó páraáteresztő, a bent lévő klímát önműködően szabályozza, mellyel a rendkívül kellemetlen szagok is elkerülhetők. A ládában a pára, az esővíz és a növényi hulladékokból szivárgó nedvesség miatt gyakran előfordul, hogy a láda alján összegyűlik a víz. Ezt a pangó vizet a komposztáló ládák, vízáteresztő képességüknek köszönhetően elvezetik. A láda alapanyaga fagyálló, ezzel biztosítva többszörös védelmet a téli fagyok és az erózió ellen.

1.4.3.3. Kerti szádfalak

A Durisol kerti szádfalak sokféle lehetőséget kínálnak a környezet alakítására. Nemcsak kerti ágyások, járdák és ösvények szegélyezésére, hanem különböző területek elválasztására vagy felosztására is alkalmasak. Tereplépcsők oldalsó határolásaként is használhatók,



1.12. ábra
Durisol kerti szádfal

valamint kifejezetten ideálisak, amennyiben lejtős terepen teraszos kialakítást szeretnénk létrehozni. A fabeton természetes alapanyaga mellett kis önsúlya, fagyállósága, tűzállósága is előnyös. A többféle színben forgalmazott kerti szádfalak vastagsága 10 cm, szélessége 20 cm, magassági választékuk pedig 60, 80 és 120 cm. Állékonyasági szempontból rendkívül fontos, hogy telepítéskor magasságának legalább egyharmadát földbe ágyazzuk. A Durisol kerti szádfal min. 35 cm széles soványbeton alaptestet igényel, melyet a fagyhatások mérséklése céljából szűrő kavicsréteggel ajánlatos körbevenni.

1.4.3.4. Bortárolók

A Durisol termékcsalád a bortárolásban is kínál esztétikus, hosszú élettartamú és praktikus megoldást. Az esztétikus fabeton anyagú bortároló rendszer gyakorlatilag bármilyen felépítésű boros pincébe jól illeszkedik; a hagyományos, téglából épített, vagy azzal burkolt helyiségekben is jól mutat. A Durisol elemekből készült bortároló rendszer nehezen éghető, ennek köszönhetően biztonságosabb a tisztán fából készült boros polcoknál, állványoknál. Hosszú élettartama alatt esztétikus megjelenést és biztonságos bortárolást biztosít. A különböző méretű és alakú elemekből könnyen és gyorsan tetszőleges bortároló rendszer állítható össze. A kisebb-nagyobb rekeszeket formázó Durisol elemek könnyen mozgathatók, és egymáshoz is tökéletesen illeszkednek. A Durisol bortároló rendszerek telepítéséhez, összeszereléséhez nincs szükség különösebb szakmai előképzettségre, így felállításához sem kell külön szakembert hívni.

1.13. ábra
Durisol bortároló



2. Durisol kézi zsaluzóelemes falrendszer

A Durisol fabeton magasépítési termékcsaládja falas szerkezeti rendszerű épületek függőleges teherhordó szerkezetei számára kínálja a falazóelemes és a monolit építéstechnológia előnyeit egyesítő, félmonolit építési megoldást. A fabeton zsaluzóelemes technológia kiválóan alkalmazható a többnyire falas szerkezeti rendszerű egy- vagy többlakásos lakóépületek esetében kombinálva a Leier csoport földmrendszereivel, de akár közösségi, kereskedelmi, ipari vagy mezőgazdasági épületek falai is kialakíthatók a Durisol rendszerekkel, kihasználva azok előnyös tulajdonságait.

A rendszerben a fabeton kéreg azon túl, hogy zsaluzatot biztosít a betonmag számára, előnyös hő- és páratechnikai, épületakusztikai tulajdonságaival megkönnyíti a komfortos belső terek kialakítását. A falszerkezet belső magja kialakítható betonból és vasbetonból is, így az épület függőleges teherhordó szerkezetének teherbíró képessége az épület terheihez, a szerkezetek igénybevételeihez igazíthatóak, az anyaghasználat és anyagköltség optimalizálható. A Durisol falszerkezetekkel készülő házak fokozott biztonságot nyújtanak földrengés esetén. A külső falak előírt hőszigetelő képessége biztosítható a szokásos módon, a falszerkezet külső oldalára helyezett kiegészítő hőszigeteléssel, vagy a zsaluzóelemekbe helyezett hőszigetelő betétekkel is. Az így kialakított szerkezetek nem csak a 2021-től használatba veendő épületekre vonatkozó „közel nulla energiaigényű” követelményeknek fognak megfelelni, de a Durisol termékek kedvező életciklus mutatói (pl. gyártással összefüggő széndioxid kibocsátás) miatt környezetbarátok is lesznek.

2.1. Termékek, falkialakítási lehetőségek

A Durisol magasépítési termékcsaládja jelenleg 9 különböző zsaluzóelemet tartalmaz, melyekből normál és kiegészítő elemek rendelhetők. A kiegészítő elemek segítségével alakíthatók ki a falvégek, falidomok, áthidalások. A megfelelő termék vagy termékek kiválasztása fontos döntés, melyben ideális esetben az építetető, az építész és a kivitelező is részt vesz speciális szempontjaikat képviselve. Mivel a különböző függőleges teherhordó és/vagy térelhatá-

2.1. táblázat

Falakkal szemben támasztott elvárásaink funkciójuk szerint, **** mindig, *** többnyire, ** néha, * ritkán jelentős elvárás

falak funkciójuk szerint	teherbírás	hőszigetelés	hanggátlás	tűzvédelem
külső teherhordó falak	****	****	**	***
külső térelhatároló falak	*	****	**	***
belső teherhordó falak	****	**	**	***
lakáselválasztó falak	***	**	****	***
tűzfalak	****	***	**	****
tűzgátló falak	***	**	**	****
válaszfalak	*	*	**	**

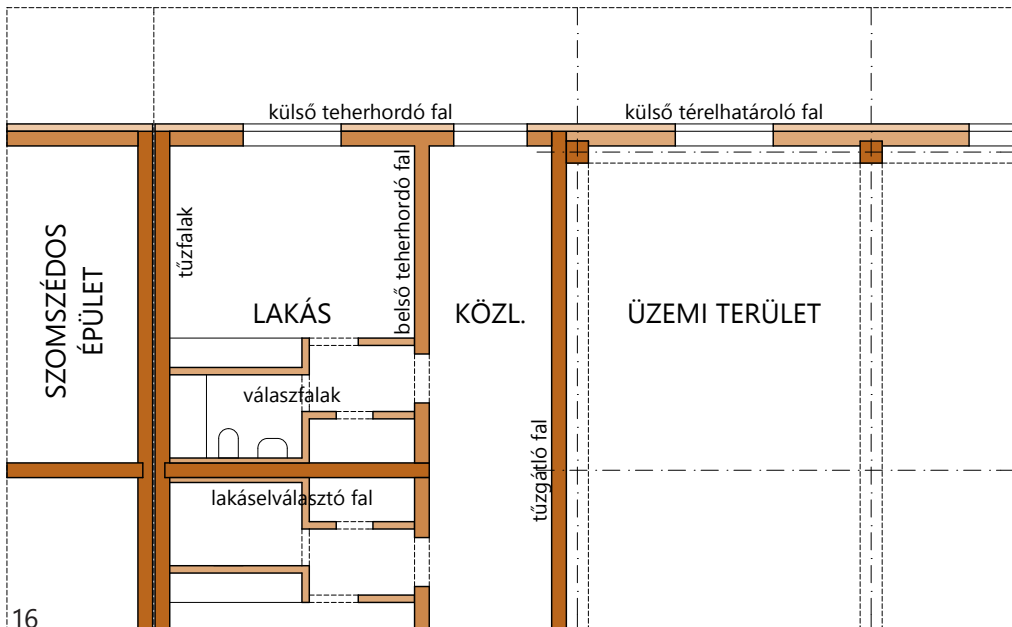
roló szerkezeteknek különböző követelményeknek kell megfelelniük ezért a különböző funkciójú falakhoz különböző terméket érdemes választanunk a Durisol magasépítési termékcsaládjából.

A falak funkciójuk szerint lehetnek:

- külső teherhordó falak,
- külső térelhatároló falak,
- belső teherhordó falak,
- lakáselválasztó falak,
- tűzfalak,
- tűzgátló falak,
- válaszfalak.

2.1 ábra

Különböző funkciójú falak egy vázlatos alaprajzi részleten



A külső teherhordó falak esetében jelentős elvárásaink vannak teherbírás, hőszigetelés, tűzvédelem és bizonyos esetekben hangszigetelés tekintetében is. A komplex elvárásoknak megfelelő falszerkezet alakítható ki a DSs 45/12 L zsaluzóelemekkel. A DSs 30/12 L hőszigetelő képessége az aktuális hőtechnikai elvárások alatti, ezért csak kiegészítő hőszigeteléssel alkalmazható külső falként. A DSs 45/12 L hőszigetelő képessége viszont túl is mutat a hatályos követelményeken, segítségével a passzívház színvonalat megközelítő szerkezet is kialakítható. Mivel a termékek beton vagy vasbeton maggal alkotnak teljes értékű falszerkezetet, ezért a teherbírásuk az igénybevételekhez mérten tervezhető. A DMi 15/9 L termék kivételével mindegyik zsaluzóelemmel tervezhető olyan falszerkezet, melyet külső oldali kiegészítő hőszigeteléssel felettünk meg a hőtechnikai követelményeknek. Tűzvédelmi tulajdonságaik miatt a polisztírol hőszigetelést tartalmazó zsaluzóelemek hazánkban nagyon alacsony vagy alacsony kockázatú és maximum pince + földszint + 2 emelet nagyságú épületek esetén alkalmazhatók, a hőszigetelést nem tartalmazó zsaluzóelemek pedig akár közepes kockázatú, és akár 4 emeletes épületek esetén is alkalmazhatók.

A külső térelhatároló falak esetében jelentős elvárásaink főként hőszigetelés tekintetében vannak, de a körülményektől függően tűzvédelmi, hangszigetelési vagy akár teherbírásai igények is felléphetnek. Durisol szerkezetet ott érdemes alkalmazni külső térelhatároló falaként, ahol a nagy tömegű belső mag és a kiváló akusztikai és páratechnikai tulajdonságokkal rendelkező fabeton kéreg előnyös képességeit kívánjuk kihasználni (pl. zajos vagy párás üzemi terek esetén). Hőtechnikai szempontból a külső teherhordó falaknál leírtakat kell figyelembe vennünk, annyi kiegészítéssel, hogy akár a DMi 15/9 L termékből is elképzelhető egy igen vékony, külső oldalon hőszigetelt, nem teherhordó külső fal.

A belső teherhordó falak esetében jelentős elvárásaink vannak teherbírás és tűzvédelem tekintetében, de a körülményektől függően hő- és hangszigetelési igények is felléphetnek. A Durisol falak teherbírása a belső beton vagy vasbeton mag méretezésével igény szerint alakítható. A belső falakra sokszor két oldalról is felfekszik egy-egy födém, ezért a termékínálatból érdemes a 18 cm-es betonmag létrehozását, vékony zsaluzórétegekkel biztosító zsaluzóelemeket választani. Ezt többek közt a DMi 25/18 termék kínálja számunkra. Amellett, hogy a vastagabb mag nagyobb felfekvés felületet ad a födémeknek, gazdaságosabb vasalás kialakítást is lehetővé tesz.

termék megnevezés	falvastagság [cm]	külső fabeton [cm]	hőszigetelés [cm]	betonmag [cm]	belső fabeton [cm]	hőátbocsátási tényező, vakolva, U [W/m ² K]	léghanggátlási szám, vakolva, R _w [dB]	tűzvédelmi osztály	tűzállósági teljesítmény jellemző és határérték	felhasználási javaslat
DSs 45/12 L	45,0	4	25	12	4	0,14	49	B	REI 180	külső teherhordó falak, passzívházakhoz is
DSs 30/12 L	30,0	3,5	10,5	12	4	0,29	49	B	REI 180	külső teherhordó falak
DS 35/20	35,0	9	-	20	6	0,52	63	A2	REI 180	belső falak és külső falak kiegészítő hőszigeteléssel
DMi 38/18	38,0	10	-	18	10	0,48	63	A2	REI 180	belső falak és külső falak kétoldali szerelvényezéshez
DMi 31,5/18	31,5	10	-	18	3,5	0,63	62	A2	REI 180	belső falak és külső falak egyoldali szerelvényezéshez
DMi 25/18	25,0	3,5	-	18	3,5	0,96	61	A2	REI 180	belső falak és külső falak kiegészítő hőszigeteléssel
DMi 20/13	20,0	3,5	-	13	3,5	1,00	57	A2	REI 180	külső teherhordó falak kiegészítő hőszigeteléssel
DMi 17/12 L	17,0	2,5	-	12	2,5	1,30	56	A2	REI 180	lakásválasztó falak, kettős szerkezettel
DMi 15/9 L	15,0	3	-	9	3	1,27	52	A2	EI 90	válaszfalak, különleges követelményekkel is

2.2. táblázat

A Durisol magasépítési termékek legfontosabb jellemzőinek összehasonlítása

Tűzvédelem tekintetében ez a termék kielégíti a teherhordó falakra vonatkozó követelményeket és akár közepes kockázatú, akár 4 emeletes épületek esetén is alkalmazható. A Durisol termékekkel készülő belső falak hanggátlása kiváló, a legszigorúbb követelményeket is teljesíteni képes. Amennyiben a belső fal fűtött és fűtetlen tereket választ el, úgy a hőszigetelt belső falat a fűtetlen tér oldalán elhelyezett kiegészítő hőszigeteléssel kell kialakítani. Ha a belső falakba az épületgépészet vezetékeit, szerelvényeit kívánjuk bevésni, akkor megfontolható, hogy az ilyen helyekre vastagabb fabeton zsaluzó kéreggel rendelkező terméket választunk. A DMi 31,5/18 termék az egyik, a DMi 38/18 termék mindkét oldalán 10 cm vastag fabeton kéreggel rendelkezik, melyekben a legtöbb épületgépészeti vezeték számára kialakítható vésett horony, így a beton / vasbeton maga érintetlenül hagyható, és az előtétfalak készítése is elhagyható.

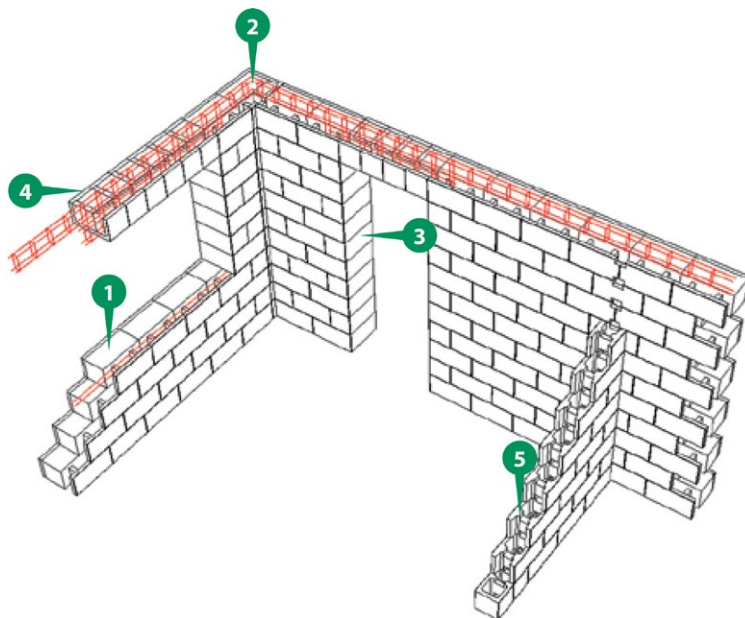
A lakáselválasztó falak esetében főként hanggátlással kapcsolatos elvárásaink vannak, de mivel ezek a falak általában belső főfalak is, ezért teherbírás és tűzvédelem tekintetében szinte mindig, de bizonyos esetekben hő- és hangszigetelés tekintetében is fellépnek igények. A termékválasztás szempontjainál a belső teherhordó falaknál leírtak a lakáselválasztó falakra is többnyire igazak. Kiváló lakáselválasztó fal készíthető a DMi 25/18 termék felhasználásával, melynek 61 dB-es hanggátlása nagy biztonsággal meghaladja a lakáselválasztó falaknál megkövetelt 52 dB-es követelményértéket.

A tűzfalak esetében kiemelkedően magas tűzvédelmi elvárásokat támaszt az Országos Tűzvédelmi Szabályzat. A tűzfalnak hazánkban minden épület esetében legalább A1 tűzvédelmi osztályú, vagyis éghetetlen anyagból kell készülnie. A fenyőapríték adalékanyaggal készülő Durisol fabeton a fenyőfa mineralizálásának köszönhetően A2 tűzvédelmi osztályú, de így sem alkalmazható tűzfalak benmaradó zsaluzataként. Helyette a Leier csoport más termékeinek, például a beton alapanyagú kézi zsaluzóelemek, vagy a vasbeton kéregpanelek alkalmazása javasolt.

A tűzgátló falak esetében a tűzvédelmi elvárások enyhébbek, így ezek már készülhetnek a Durisol A2 tűzvédelmi osztályba sorolt termékeivel. A maximum közepes kockázatú és maximum 4 emeletes épületek tűzgátló falaira és tűzgátló válaszfalaira vonatkozó legszigorúbb követelmény A2 REI 60, melyet a termékcsalád jelentős része A2 REI 180 értékkel túl is teljesít. A tűzgátló falak általában belső főfalak is, ezért a termékválasztásnál érdemes a belső főfalaknál szereplő szempontokat is figyelembe venni.

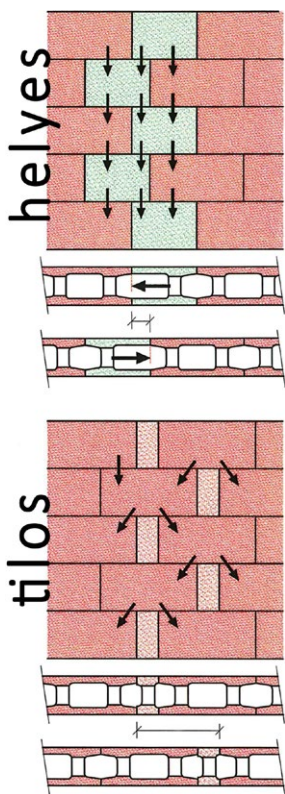
A válaszfalak esetében nem támasztunk különleges elvárásokat sem tartószerkezetileg, sem hő-, sem hangszigetelés, sem tűzvédelem tekintetében. A Durisol termékcsalád DMi 15/9 L termékével mégis kiváló, a legtöbb válaszfal megoldást leköröző teherbírású, hangszigetelő és tűzvédő képességű válaszfalakat készíthetünk. Megemlítendő azonban, hogy a legtöbb válaszfalépítési technológiától eltérően, a félmonolit technológia miatt ezeknek a válaszfaloknak a főfalakkal egyidőben kell elkészülniük. Amennyiben a válaszfalakat a hagyományos, földemek közé falazott megoldással kívánjuk elkészíteni, akkor az egységes 25 cm-es modulméretnek köszönhetően bátran használhatjuk a Leier csoport más termékeit, úgy mint a LeierPLAN és Leiertherm 10 és 12 N+F vázkerámia válaszfalakat.

2.2. ábra
Szerkezetépítés a Durisol magasépítési termékeivel,
1) DSs 45/12 L normál elem,
2), 3), 4) DSs 45/12 L univerzális elem,
5) DMi 25/18 normál elem, pirossal a betonmag vasalása



2.1.1. Faltestek, falidomok

2.3. ábra
Vágott kézi zsaluzó-
elemek alkalmazásának
alapszabálya



A Durisol magasépítési termékeit **egységes méretrendszer** jellemzi, melynek alapja a 25 cm-es modul. A kézi zsaluzóelemek hosszmérete 50 cm, magassági méretük 25 cm. A rendszer sajátoságaiból adódik, hogy egy Durisol termékekkel tervezett ház esetén érdemes az épület méreteit a 25 cm-es modulmérethez igazítani, mind a metszeten a zsaluzóelem sorok, mind az alaprajzokon a pillérek, faltestek, falsarkok, falvégek, egyéb falidomok, áthidalások egyszerű kialakítása érdekében. A modul alkalmazása tartószerkezeti is kívánatos, mert így alakítható ki a zsaluzaton belül az a beton vagy vasbeton rács, melynek a Durisol falrendszer a kiváló mechanikai tulajdonságait köszönheti. A modulrendszert következetesen alkalmazó terv jelentősen megkönnyítheti az építést, és minimálisra csökkenti az építéshelyszíni improvizálás szükségességét.

Minden zsaluzóelem termék valójában két zsaluzóelemet jelent. A **normál elemből** készülnek a nagy egybefüggő faltestek, az elemek feles eltolásával az egymásra kerülő sorokban. Az **univerzális elemek** pedig azok a kiegészítő elemek, melyek segítségével a falsarkokat, falvégeket, áthidalásokat tudjuk kialakítani. Az univerzális elemek felezhetőek, így alkalmazásukkal megvalósulhat a zsaluzóelemek feles eltolása. Az elemeket bizonyos esetekben kis mértékben alakítani kell, például hornyokat kell vágni a vízszintes acélbetétek, vagyis a vízszintes vasbeton bordák számára. Feles méretű elemnél kisebb vágott elem alkalmazása nem megengedett. Mindig törekedni kell arra, hogy a függőleges és vízszintes beton

vagy vasbeton bordarács számára létrejön a megfelelő hely a kézi zsaluzóelemekből épített zsaluzatban. Az elemek egymásra kerülhetnek szárazon vagy ragasztva is. **A falvégek, falsarkok és egyéb falidomok** kialakításáról részletesen, ábrákkal gazdagon illusztrálva tájékoztat a Leier falazóelemek alkalmazástechnikája.

2.1.2. Áthidalások

A falakban kialakítandó nyílásoknál is célszerű a 25 cm-es modulrendszerhez igazodni. A modul magassági értelemben történő alkalmazása, vagyis az $n \times 25$ cm magas nyílás lehetővé teszi, hogy a parapet, a nyílást határoló falvégek egész számú elemmel legyenek zsaluzhatók, valamint hogy az áthidaló is illeszkedjen az elemsorokba. A modul vízszintes értelemben történő alkalmazása, vagyis az $n \times 25$ cm széles nyílás pedig azért célszerű (bár nem kötelező), mert így a nyílások két oldalán kialakítandó falvégek jól illeszkednek a faltest beton vagy vasbeton bordavázába, és mert így az áthidaló egész számú, vágatlan zsaluzóelemmel lesz kizsaluzható.



2.4. ábra
Áthidaló kialakítása
a DSs 45/12 L
univerzális elemekkel



2.5. ábra
Áthidaló kialakítás
fabeton táblás,
U alakú zsaluzattal

A Durisol rendszer az **áthidalások** kialakítását hagyományosan **az univerzális zsaluzóelemek segítségével** javasolja megoldani, melyekkel 25 és 50 cm, vagyis egy vagy két elemsor magas áthidaló zsaluzható ki. Az áthidaló készülhet önállóan vagy a födémmel egyesítve is. Az áthidalás így a falszerkezettel közel azonos tulajdonságokkal rendelkezik. Az áthidalók kialakításához az univerzális elemek vágására és kismértékű alakítására van szükség, mely akár egy kézfűrésszel is könnyedén megtehető. Az elfordítva beépítendő zsaluzóelemeket állványzattal alá kell támasztani a nyílásközben. Az univerzális elemekből kialakított köpenynek nincs felfekvése, a nyílásáthidaló és a fal csatlakozását a falvég helyzetű zsaluzóelem végbordájának kivágásával érjük el. A falszerkezet betonmagjával azonos síkon így létrehozott üregbe méretezett gerendavasalás helyezendő, majd a gerendák a faltestekkel egy ütemben kibetonozhatóak. Nagyobb építkezések esetében arra is van lehetőség, hogy gyárilag elkészített kész áthidalókat rendeljenek és építsenek be. Az áthidalások kialakításáról részletesen, ábrákkal gazdagon illusztrálva tájékoztat a Leier falazóelemek alkalmazástechnikája.

Új áthidalási megoldást kínálnak a Durisol építési rendszerbe bevezetett **fabeton táblák** és a belőlük készült **U alakú áthidaló zsaluzatok**, melybe hőszigetelő betét is elhelyezhető. Az igény szerinti méretben előregyártott zsaluzóelemmel egyszerűbben, kevesebb helyszíni munkával készíthető el a monolit vasbeton áthidaló bennmaradó zsaluzata, melynek beépítése, megtámasztása, kibetonozása a kézi zsaluzóelemes megoldáshoz hasonlóan történhet.

2.1.3. Nyílászáró beépítések

A falakban kialakítandó nyílásokat felülről az áthidalás, alulról a parapetfal teteje, két oldalról két falvég határolja. A nyílászárók beépítése kis mértékben különbözik az integrált és a kiegészítő hőszigeteléssel épülő Durisol falak esetében. Mindkét esetben alapelve, hogy a nyílászárót **a hőszigetelés sávjába** érdemes beépíteni, lehetőleg úgy, hogy a nyílászáró keretének belső síkja és a hőszigetelés belső síkja egy vonalba essen. Másik fontos szempont, hogy a nyílászárót **csak a beton vagy vasbeton maghoz rögzíthetjük**, a fabeton kéreghez nem.

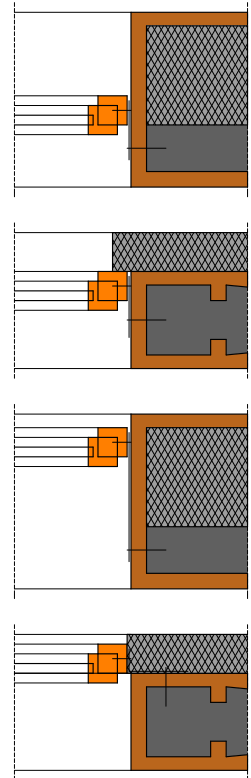
A falvégeket az univerzális elemek segítségével alakítjuk ki, így a bétetben is jelen lesz a fabeton kéreg. Az integrált hőszigeteléssel rendelkező DSs 30/12 L és DSs 45/12 L zsaluzóelemekkel készülő falak esetén a nyílászárót a 10,5 vagy 25 cm vastag hőszigetelő sávon belül érdemes elhelyezni, és a hagyományos rögzítőfüles megoldással tudjuk rögzíteni a betonmag közepébe fúrt dübeles csavarokkal. Amennyiben az épületünket kiegészítő hőszigeteléssel építjük, a nyílászáró ideális helye a Durisol elemeken kívül, a hőszigetelés sávjában lesz, rögzítésük a betonmaghoz pedig L alakú rögzítő fülekkel oldható meg, a külső oldal irányából fúrt dübeles csavarokkal. Fa és műanyag nyílászárók esetén hasonlóan jó megoldás lehet, ha a nyílászárók tokszerkezetének külső síkját a Durisol fal külső síkjára rendezzük és a hőszigeteléssel rátakarunk a tok külső felületének egy részére. A tok rögzítéséhez ekkor is rögzítőfülekre lesz szükségünk.

2.1.4. Födémcsatlakozások

A Durisol magaspépítési rendszernek saját födémrendszere nincs, de a rendszer kiválóan kombinálható a Leier cégcsoport födémtermékeivel, melyek szintén félmonolit építési technológiák:

- a Leier kéregpanellel vagy
- a gerendás-béléstest Leier mesterfödémmel.

A kéregpaneles födémek esetében a panelek felfekvési mélysége általában 5 cm. A szintén 5 cm vastag vasbeton kéregpanelek előregyártott zsaluzatként szolgálnak, felettük még el kell készíteni a kiegészítő vasszerelést, és ki kell önteni a felső beton réteget. A kéregpaneles födémek rendszertulajdonságai megengedik a födémek igénybevételekhez igazított tervezését, nagyfokú szabadságot adva a tervezőknek. A födémeknél fontos, hogy a kéregpaneleknek



2.6. ábra
Nyílászárók ajánlott legbelső (fent) és legkülső (lent) beépítési helye integrált és utólagos hőszigetelésű Durisol falakban

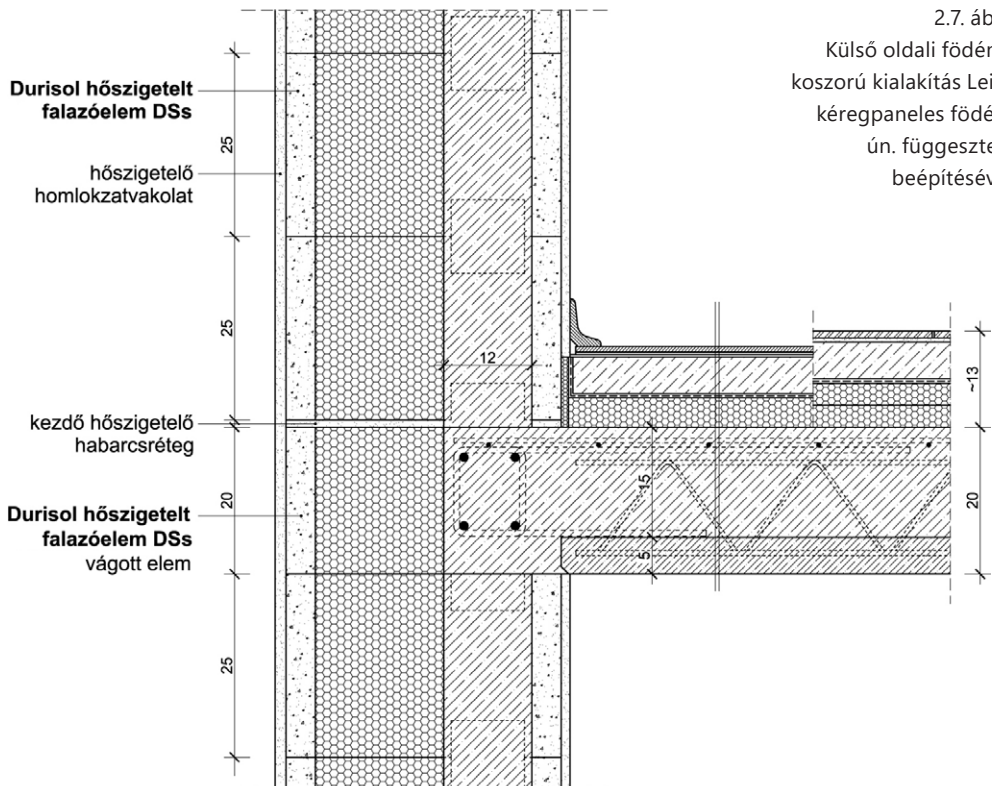
a Durisol fal teherhordó beton magján kell támaszkodniuk, ami leginkább a kéregpanelek un. függesztett beépítésével oldható meg. A függesztett beépítés esetén csak a földem monolit része támaszkodik a teherhordó magon, így a kapcsolódó vasbetonszerkezetek egyszerűen összevasalhatóak. E megoldás azonban a földem ideiglenes megtámasztását igényli elhelyező állványokkal a beton szilárdulásának idejéig. A jelenlegi gyakorlat szerint a Leier cég az épület tartószerkezeti tervezőjével együttműködve vállalja a kéregpaneles földemek gyártmánytervezését, mely módszerrel biztosítható a lehető legmagasabb szintű tervezői szakértelem és a lehető legjobb minőség elérése is.

A mesterföldem gerendáit alapesetben legalább 12 cm mélységben fel kell támasztani a falszerkezetre, majd el kell helyezni a gerendák közé a beton anyagú béléstesteket. Az így kialakult előregyártott elemes zsaluzat fölé a gerendáknál és a teljes felületen kiegészítő vasalás kerül, mely a monolit felbeton vasalását adja majd. Fontos, hogy a gerendáknak a teherhordó beton vagy vasbeton magon kell támaszkodniuk, melynek vastagsági mérete bizonyos esetekben azonos a szükséges feltámasztási mélységgel. Amennyiben egy közbelső főfalon két irányból is támaszkodik egy-egy gerendás-béléstest földem, akkor a két földemmező gerendakiosztását eltoltan kell kialakítani. Az ilyen földemek készítése tehát a földemrendszer sajátosságait figyelembe vevő és a szerkezeti részletekre is kiterjedő gondos tervezést igényel. Könnyítést jelenthet a gerendák feltámasztásában és a koszorúk kialakításában a kéregpaneleknél említett un. függesztett elhelyezés.

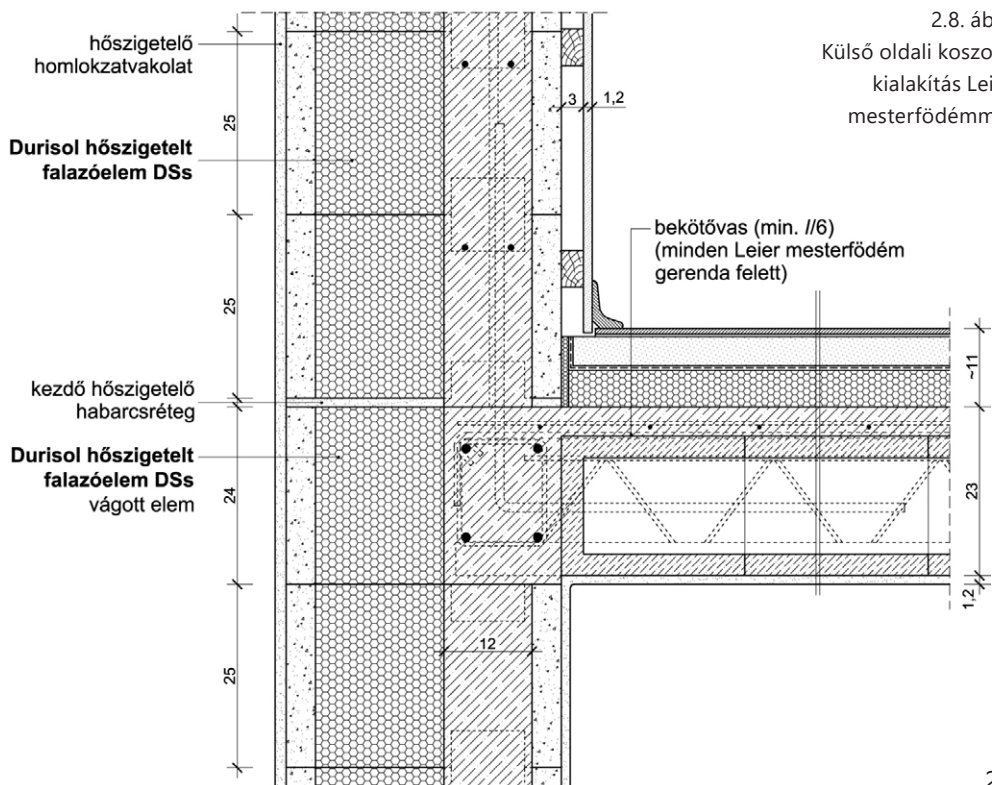
Mindkét földemrendszer alkalmazása esetén az előregyártott elemek és a felettük elkészített monolit vasbeton réteg fogja együtt alkotni a vízszintes teherhordó szerkezetet. A földemek és a Durisol fal félmonolit technológiája kiváló lehetőséget nyújt a monolit vasbeton részek összedolgozására, a teherátadásnak megfelelő szerkezeti kapcsolatok kialakítására.

A földemek körül kialakítandó **koszorú** többféle megoldással is elképzelhető Durisol termékekkel:

- Integrált hőszigetelést tartalmazó Durisol zsaluzóelemes fal esetén a termék normál, de hosszában vágott falelemei segítségével alakítható ki a falszerkezettel azonos hőszigetelő képességű koszorú. Ezen megoldás esetében viszont figyelemmel kell lenni arra, hogy a zsaluzóelemek magassága 25 cm, ami általában



2.7. ábra
Külső oldali földem-
koszorú kialakítás Leier
kéregpaneles földem
ún. függesztett
beépítésével



2.8. ábra
Külső oldali koszorú
kialakítás Leier
mesterfödémrel

- több mint a teherhordó födém szerkezet vastagsága, ezért a koszorút szegélyező elemeket magassági értelemben is vágni kell.
- Új megoldás erre a problémára az 1 m hosszú 35 mm vastag Durisol fabetonból és a falakban lévő hőszigeteléssel azonos vastagságú EPS habból összeragasztott koszorú elem, melynek segítségével a födém sávja a fal hőszigetelésével egyenértékű (sőt jobb) hőszigetelést is kaphat. A koszorúelemeket kidőlés ellen átlós acél rudak biztosítják.
 - A hőszigetelést nem tartalmazó zsaluzóelemek alkalmazása esetén a koszorú külső oldalát az előző megoldáshoz hasonlóan a Durisol fabeton építőlemezei segítségével lehet zsaluzni. Az így kialakuló külső felületre később kerül majd az igénytől függő vastagságú kiegészítő hőszigetelés.

2.2. Tervezés

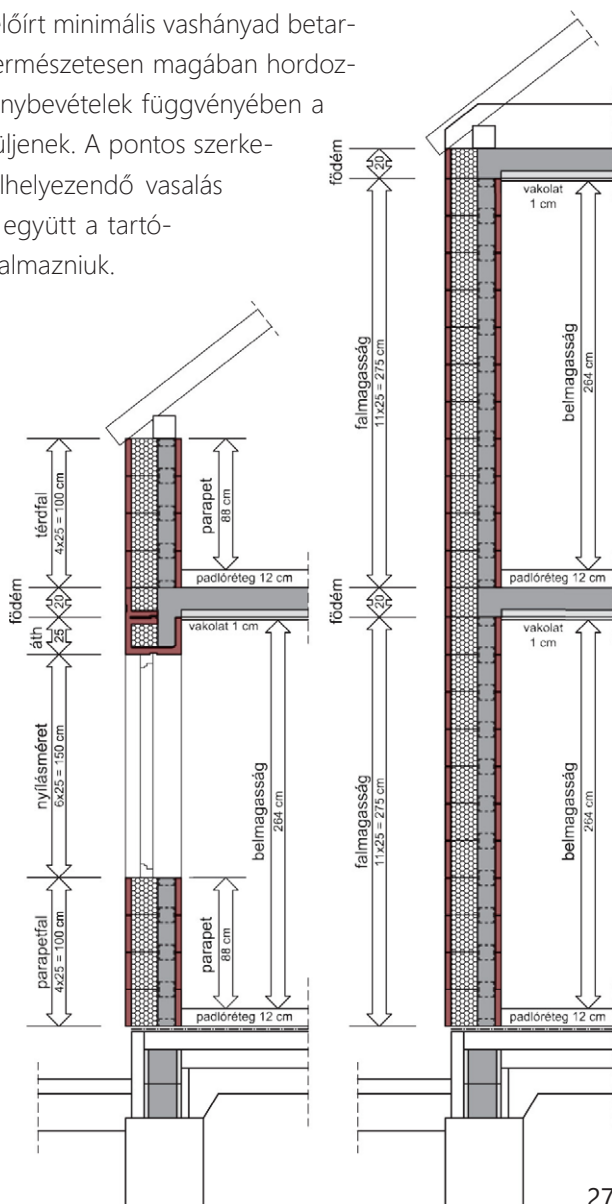
Amennyiben a Durisol fabeton magasépítési rendszer előnyös tulajdonságai meggyőzték az építetőt, úgy az építész és a tartószerkezeti tervező feladata az épület megtervezése a Durisol rendszer alkalmazásával, melyhez a Leier tanácsadó csapata készségesen segítséget nyújt egyrészt kiváló alkalmazástechnikai útmutatóik, másrészt tanácsadó munkatársaik segítségével.

Az építészeti és az épületszerkezeti tervezés során a Durisol rendszer alkalmazása esetén kiemelt fontosságú a **modulkoordináció**, mind magassági értelemben, mind alaprajzi értelemben. A Durisol zsaluzóelemekből készült épületek tervezésénél célszerű az elemek 25 cm-es magassági méretét alapul venni az egyes szintek falazatmagasságainak meghatározásához és a nyílások parapet és szemöldök szintjeinek kijelöléséhez. A Durisol zsaluzóelemek hossza egységesen 50 cm, az elemek soronkénti eltolásának mértéke pedig 25 cm, hogy a kibetonozandó üregek mindig egymás fölé kerülhessenek. A feles elemeket a Durisol rendszer részét képező univerzális elemekből kell kialakítani. Az egyedi méretű vágott elemek hossza nem lehet kisebb 25 cm-nél. Mindebből könnyen belátható, hogy egy Durisol zsaluzóelemekkel épülő ház esetén az alaprajzon megjelenő faltestek és a köztük lévő nyílások alaprajzi méreteinek is célszerű a 25 cm-es modulhoz igazodniuk. Az épületszerkezeti részletek az alkalmazástechnikai útmutatóban bemutatott megoldásokkal maradéktalanul megtervezhetők, a tervezés azonban elengedhetetlen ahhoz, hogy az épület kivitelezése gond nélküli legyen.

A Durisol falak tartószerkezeti megfelelőségének igazolása és a megfelelő szerkezeti kialakítás megtervezése **a tartószerkezeti tervező feladata**. A Durisol falszerkezetek esetén a teherhordó szerkezeti részt kizárólag a beton vagy vasbeton mag képezi. Ennek figyelembevételével a falszerkezet teherbírását az EN 1996 szabvány sorozat alapján a statikus tervezőnek minden esetben ellenőriznie kell. A kitöltésre használt beton nyomószilárdságának karakterisztikus értéke legalább $16/20 \text{ N/mm}^2$ kell legyen. A kitöltőbeton adalékanyagának legnagyobb szemmagysága 8 mm lehet. A falszerkezetek általános és kiegészítő vasalását a terhek függvényében kell megtervezni, a szabvány által előírt minimális vashányad betartásával. A félmonolit technológia természetesen magában hordozza annak lehetőségét, hogy az igénybevételek függvényében a szerkezetek vasbeton maggal készüljenek. A pontos szerkezeti kialakítást, a zsaluelemekbe elhelyezendő vasalás paramétereinek meghatározásával együtt a tartószerkezeti kiviteli terveknek kell tartalmazniuk.

A betonmaggal készülő Durisol falak vasalására az alábbi helyeken és esetekben lehet szükség:

- a falnyílásokat szegélyező falvégekben a szélső függőleges betonmagba legalább 2 db $\text{Ø}8$ átmérőjű betonacél.
- a parapetfalakban, közvetlenül a falnyílás alatti vízszintes bordába legalább 2 db $\text{Ø}8$ betonacél, mindkét irányba min. $0,75 \text{ m}$ -re a nyílást szegélyező faltestekbe nyújtva.
- falsarkokban és falcsatlakozásokban, háromsoronként 1-1 szál $\text{Ø}8$ betonacél, irányonként $0,75 \text{ m}$ -es túlnyúlással.
- szakaszos betonozás esetén $0,4 \text{ m}$ hosszú $\text{Ø}8$ acélbetétek, $0,5 \text{ méterenként}$ elhelyezve.
- nyílásáthidalásokban az igénybevételeknek megfelelően a statikus tervek szerint.



2.3. Kivitelezés előkészítés

Az épület építészeti és tartószerkezeti tervei alapján a Leier értékesítő csapata pontosan kiszámolja az épület falszerkezeteinek megépítéséhez szükséges Durisol **zsaluzóelemek mennyiségét**. Számításukban a normál elemek mellett az összes univerzális és egyéb kiegészítő elem is szerepel megkönnyítendő a termékek megrendelését.

A Durisol elemeket pántokkal összefogott rakatokban tárolják és **szállítják**. Minden rakaton megtalálható a jogszabályok szerinti termék címke. A rakatok emelővillás targoncával mozgathatók. A rakatokat a szállítójármű rakfelületén eldőlés ellen biztonságosan rögzíteni kell. A termékek szállításához, biztonságos rakodásához a Leier megfelelő gépparkkal rendelkezik. A szállításból eredő károkért a gyártó csak akkor vállal felelősséget, ha a szállítást maga végezte.

Az építés helyszínén az elemeket védett helyen kell **tárolni**. Ne tároljuk a zsaluzóelemeket közvetlenül a talajon! Hosszabb idejű tárolás esetén gondoskodni kell a zsaluzóelemek csapadékvíz elleni védelméről, valamint a hőszigetelt elemek napsugárzással (UV) szembeni védelméről. A helyszíni tárolás, illetve mozgatás során keletkezett károkért a gyártó nem vállal felelősséget.

A kivitelezéssel kapcsolatos fontos, az alkalmazandó **betontechnológiát befolyásoló döntés**, hogy a Durisol falat szakaszosan betonozva, vagy szintmagasságból betonozva kívánjuk készíteni:

Szakaszos betonozás esetén a falazás és a beton bedolgozása váltakozva történik. 3-4 sor felfalazása és a vasalások elhelyezése után következik a betonozás, így egy szint magas falszerkezetet há-

2.10. ábra
Durisol fal szakaszos
betonozása
transzportbetonnal



rom ütemben készíthetünk el. Az egyes ütemek között a betonozást az utolsó zsaluzóelem sor felénél kell megszakítani. Összekötő vasakkal kell biztosítani a betonozott szakaszok együttdolgozását, ha a betonozási műveletek között több mint 8 óra telt el. A beton bedolgozását kézzel vagy géppel (betonpumpa segítségével) végezhetjük. Fontos, hogy a bedolgozott beton az összes üreget teljes mértékben kitöltse, ezt a betöltéssel párhuzamosan végzett tömörítéssel biztosíthatjuk.

A betonozás a teljes szint magas falszerkezet elkészülte után

is végezhető, de ebben az esetben fokozottan ügyelni kell az alkalmazástechnikai útmutatások betartására. Betonozás előtt gondoskodni kell a falszerkezet megtámasztásáról. A zsaluzóelemek nem mozdulhatnak el a beton bedolgozása során, ezért a Durisol elemeket ragasztással kell egymáshoz illeszteni. A beton bedolgozását mindenképpen géppel végezzük, szűkített betonozócsővel (max. 70 mm). A betonozást a parapetfalaknál kell kezdeni, majd a teljes falszerkezetben 1 méter magasságig dolgozzuk be a betont. A teljes falszerkezet alsó részének kiöntése után a kiindulási helyről folytatható a munka a felső rész betonozásával. A pumpálási sebesség a lehető legalacsonyabb legyen, mert a túl gyors betonozás jelentős károkat és többletmunkát okozhat. A betonozás szintje legfeljebb 1 métert emelkedhet óránként. A bedolgozást egy ütemben kell végezni. A második réteg bedolgozásánál a betonozócső végét 0,5-1,0 m hosszán a falszerkezetre fektetve kell vezetni (nem szabad függőlegesen tartani). Így csökken a beton esési sebessége, a friss beton lassan terül az üregekben, és könnyebb az eldolgozása is.



2.11. ábra
Lakáselválasztó falak
betonozása teljes
magasságban, a kéreg-
panelek egyben a
munkaszintet is
biztosítják

A Durisol zsaluelemekbe töltendő, transzportbetonként rendelendő beton szilárdsági osztálya legalább C16/20, általában C25/30, a maximális szemcseméret 16 mm (ajánlott: 8 mm) lehet. Kézi betonozásnál F3-as (képlékeny) gépi betonozásnál F5-ös (folyós) konzisztencia alkalmazandó. A friss beton konzisztenciáját minden betonozás előtt ellenőrizni kell. A beton üregekbe töltésekor el kell kerülni a szétosztályozódást és biztosítani kell, hogy a beton minden üreget teljesen kitöltsön, a megfelelő tömörséggel. A nem megfelelően végzett betonozás a teljes falszerkezet károsodását okozhatja.

2.4. Építési folyamat

A félmonolit falrendszer elkészítési folyamata részben hasonló a falazóelemes falak, részben pedig a monolit falak építési technológiájához.

A Durisol fal **fogadó szerkezete** lehet lemez- vagy sávalap, illetve vasalt aljzat ± 1 cm magassági tőrészel. A legalsó szintű falak alatt el kell készíteni a vízszintes falszigetelést, és ha a tartószerkezeti terv előírja, akkor az alaptest és a felmenő fal közötti összekötő vasalást a zsaluzat majdani üregeihez igazítva. Emeleti falak esetében a fogadó szerkezet maga a földémszerkezet. A munka a **falak kitűzésével**, a faltestek és a köztük lévő nyílások feljelölésével kezdődik az alaptesteken, vagy a vasalt aljzaton. A fogadó felületnek simának és szennyeződésmentesnek kell lennie.

Az első sort a sarkokra és a falvégekre kerülő elemekkel kezdjük. Itt az univerzális zsaluzóelemeket kell használnunk, szükség esetén vágott elemekkel kiegészítve. A speciális helyzetű elemek között az ideális, a modulrendszerhez igazodó alaprajz esetén $n \times 25$ cm távolság lesz, melyet egész és felezett elemekkel kirakhatunk, ügyelve a vízszintes sík és az egyenes vonal kialakítására. Amennyiben a faltest nem igazodik teljes mértékben a modulhoz, akkor feles méretűnél nagyobb, kézi vagy gépi fűrészszel vágott elemekre lesz szükség. Az első sort habarcságra kell ültetni, a további sorok között habarcsolásra már nem lesz szükség.

A további sorokat is a sarkok és falvégek kialakításával kezdjük, az univerzális elemek segítségével. A zsaluzóelemeket kötésben kell elhelyezni, feles eltolással, szárazon egymás mellé helyezve. A páratlan sorok kötésképe az első sorral, a páros sorok kötésképe a második sorral lesz azonos. Az elemeket szorosan egymás mellé kell illeszteni. Minden elemet pontosan be kell állítani, ellenőrizni

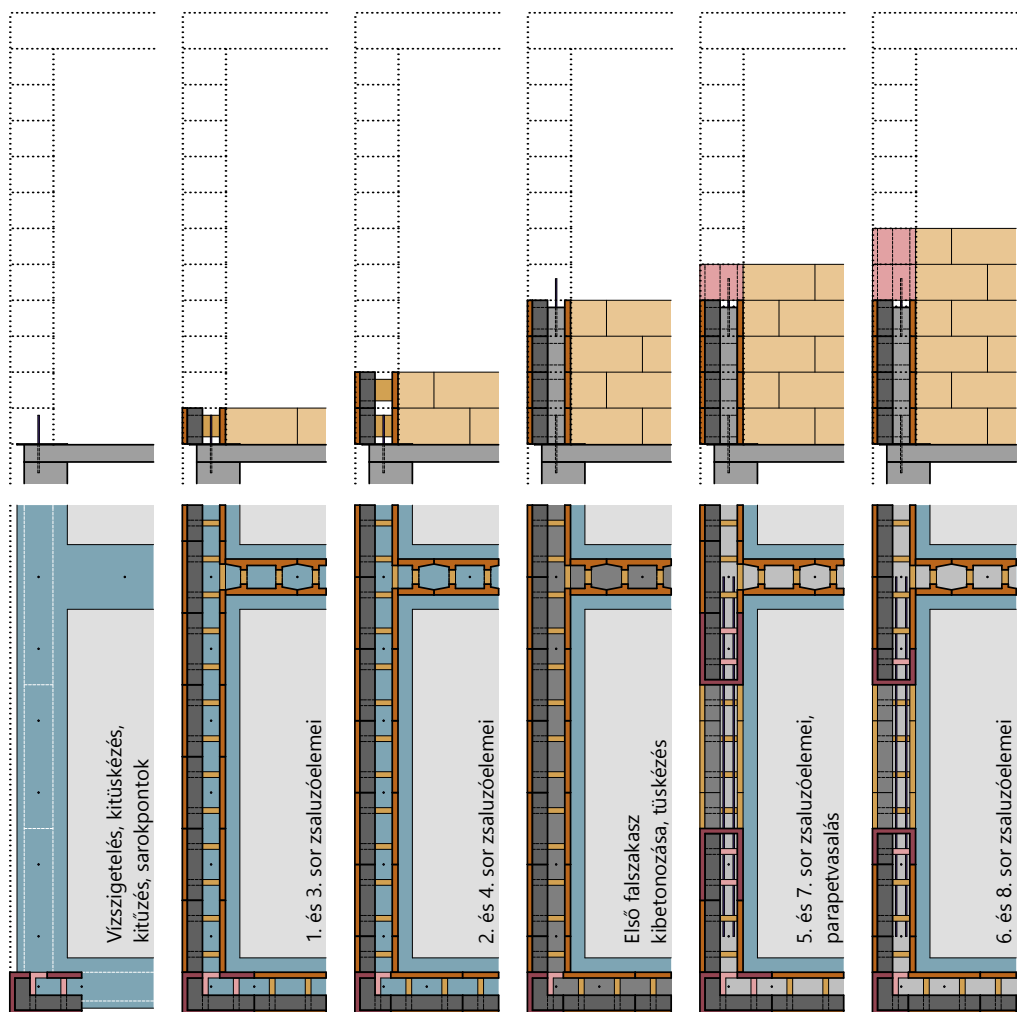
kell a sarkok és a felületek függőlegességét. A zsaluzóelemek kibetonozandó üregeinek pontosan egymás fölé kell esniük, csak így biztosított a megszakítás nélküli függőleges betonmagok kialakítása. A zsaluzat építésénél ügyelni kell a csatlakozó falszakaszok betonmagjainak vízszintes összekötésére. Hőszigetelt termék alkalmazásakor pedig a hőszigetelő betétek csatlakozásaira, a hőszigetelő réteg folytonos vonalvezetésére is figyelni kell.

A Durisol fal alapvetően **vasalás** nélküli fal, melybe a vonatkozó tartószerkezeti előírások szerint az áthidalásoknál statikai tervek szerinti vasalást kell, a falsarkoknál, a falcsatlakozásoknál, a parapetfalakban, a nyílások melletti falvégeken és szakaszos betonozás esetén a szakaszok között erősítő vasalást lehet beépíteni. A terhelés függvényében a tartószerkezeti tervező dönthet úgy, hogy a szerkezetet vasbeton maggal tervezi, ekkor tartószerkezeti tervek szerinti vízszintes és függőleges vasalást kell elhelyezni a zsaluzat építésével egy időben.

Szakaszos betonozás esetén az első három vagy négy zsaluelem sor (0,75-1,00 m magasság) után szükséges **a zsaluzat kibetonozása**. Az alkalmazott beton minőségét az épület tartószerkezeti tervezője határozza meg (min. C16/20, általában C25/30). A beton adalékanyagának maximális szemnagysága 16 (ajánlott: 8) mm lehet, képlékenysége F3-F5 közötti konzisztencia osztálynak megfelelő, hogy a beton könnyen ki tudja tölteni a zsaluzatban a rendelkezésére álló üregeket. A beton általában transzport beton, melyet betonpumpával, vagy darura függesztett töltőedénnyel juttatnak a zsaluzatba. Kisebb épületeknél a beton helyszíni gépi keverése és kézi betöltése is elképzelhető. A bedolgozást tömörítéssel kell segíteni.

A fal készítése az alsó harmad kibetonozása után az **újabb zsaluzóelem sorok** elhelyezésével folytatódik. Az így elkészült zsaluzatot a korábban leírt **szakaszos betonozás** módszerével töltjük ki.

A fal harmadik harmadában a további zsaluelem sorokon kívül már megjelennek a nyílások feletti **áthidalások**, melyek az univerzális zsaluzóelemekkel készülhetnek el 25 és 50 cm-es magassággal, célszerűen $n \times 25$ cm-es szélességgel. A falvégeknél biztosítani kell az áthidaló vasbeton szerkezet legalább 12,5 cm-es felfekvési méretét. Az univerzális elemekből ki kell vágni a távtartókat, oly módon, hogy U alakú zsaluzóelemmé alakuljanak. Ezeket zárt oldalukkal lefelé alátámasztó állványra helyezve kialakítható az áthidaló zsaluzata, melybe statikai terv szerinti gerendavasalás helyezendő. Az

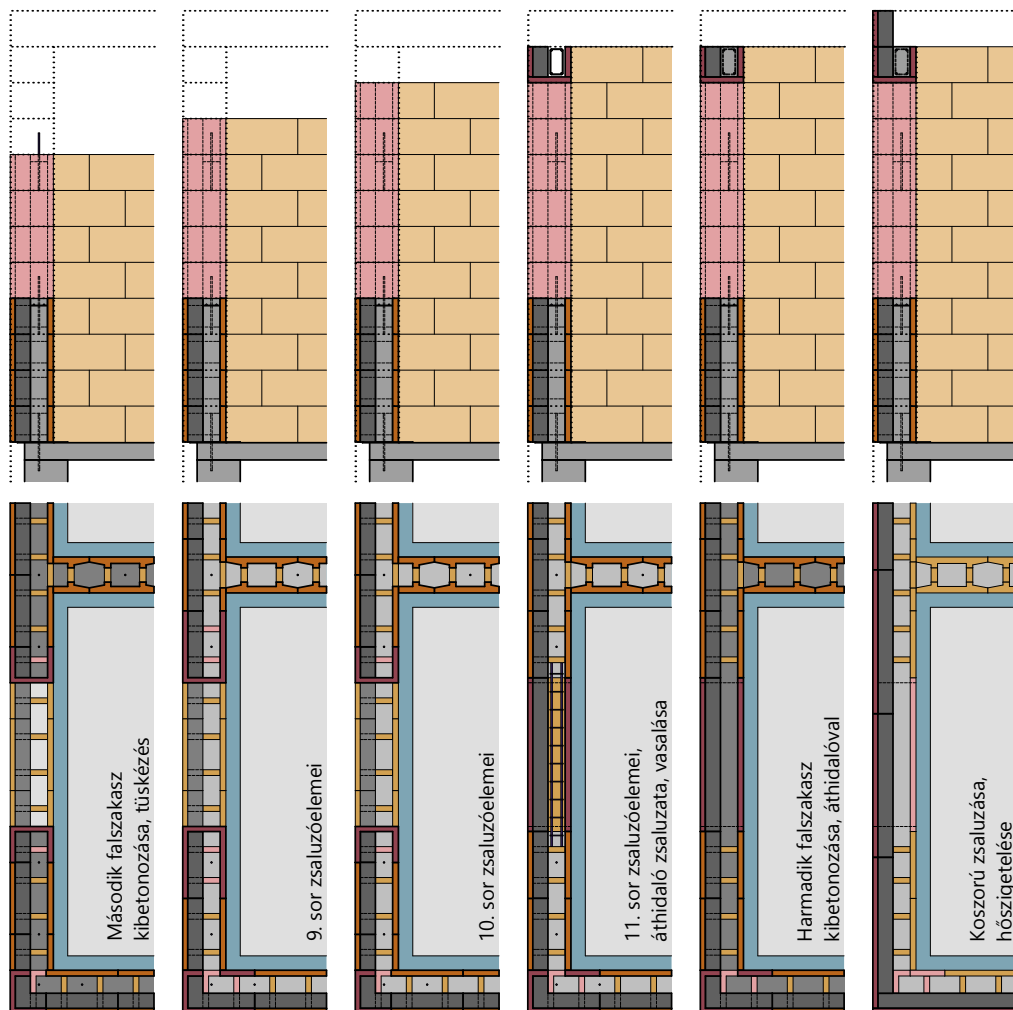


2.12a. ábra
Durisol falszerkezet
építése lépésről-lépésre
szakaszos betonozással,
12 felülnézet (lent) és
12 metszet (fent),
első hat fázis

50 cm magas áthidalók esetében megelőző óvintézkedéseket kell tenni a zsaluhéj kihasadása ellen. Nagyobb építkezések esetén lehetőség van hasonló szerkezeti kialakítású előregyártott áthidalók rendelésre és beépítésre is.

A fal felső szakaszának **kibetonozása** következik, a kiszaluzott áthidalókkal együtt a leírt betontechnológia alkalmazásával. Az áthidalók zsaluzatának alátámasztását egészen a beton megszilárdulásáig biztosítani kell.

Egy szint magas fal csak akkor **betonozható egy szakaszban**, ha a zsaluzóelemeket ragasztóval építették össze (LeierFIX univerzális ragasztóval). Ilyenkor a betonozás mindenképpen gépi úton kell történjen, szűkített betonozócső segítségével, az előírt technológiai fegyelmet maximálisan betartva.



A fal tetején a **falegyent** a tervezett födémszerkezet igényei szerint alakítjuk ki. Monolit födémek esetén a fal záró zsaluelem sorát csak félig betonozzuk ki, majd a födém betonozásakor töltjük fel a maradék üreget betonnal. Gerendás vagy kéregelemes födém esetén szükség lehet falegyen képzésre, főleg ha a Durisol fal beton magjára mint az előregyártott elemek alátámasztására is számítunk.

A felmenő fal befejező szakaszának kibetonozása után el kell helyezni a födém szegélyező koszorú zsaluzatát és hőszigetelését biztosító **koszorúelemeket**, melyek hőszigetelt zsaluzóelemes fal esetén lehetnek normál vágott elemek, vagy Durisol fabeton + EPS hab hőszigetelő anyagú kompozit koszorúelemek. Az elemek felrágasztása után már a födém építése következhet a választott födém szerkezeti megoldással, statikai tervek szerinti kialakítással.

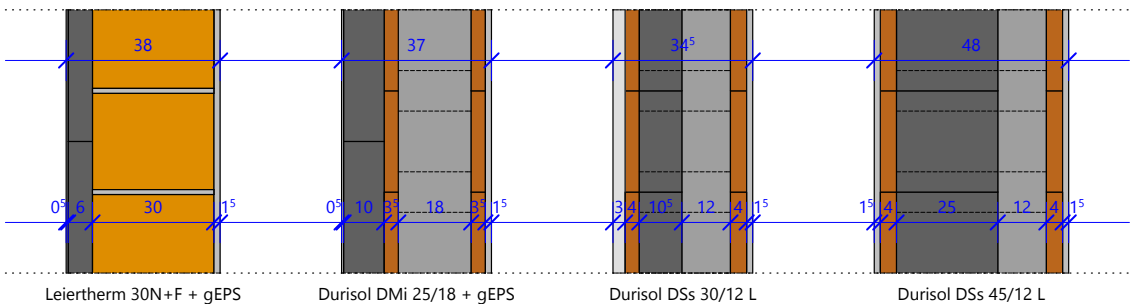
2.12b. ábra
Durisol falszerkezet
építése lépcsőről-lépésre
szakaszos betonozással,
12 felülnézet (lent) és
12 metszet (fent),
második hat fázis

Az épületgépészeti és épületvillamossági vezetékvezetés számára kiváló helyet biztosít a Durisol zsaluzóelemes falak fabeton zsaluhéja. A legtöbb vezeték a 2,5-4 cm-es zsaluhéjba bevésve kényelmesen elfér. A beton vagy vasbeton mag megvésése általában ellenjavallt. Ha nagyobb vezetékeket szeretnénk a falakban elhelyezni lehetőségünk van 6 és 10 cm-es fabeton kéreggel rendelkező zsaluzóelemet is alkalmazni.

A Durisol zsaluzóelemes rendszerrel a modulméreteket alkalmazva tervezett és épített falak külső és belső felületei is esztétikus képet mutatnak, ezért bizonyos esetekben **vakolásuk** szükségtelen. A több évtizedes múlttal rendelkező zajárnyékoló falak bizonyítják, hogy a fabeton anyag jól ellenáll a téli időjárás viszontagságainak, alátámasztva a külső oldali vakolat elhagyhatóságát. A vakolatlan felülettel jobban kihasználható a Durisol fabeton kiváló hangelnyelő és párafelvévő képessége. Amennyiben esztétikai okokból a Durisol falat mégis vakolni kívánjuk, akkor annak durva felülete kiváló vakolattartást biztosít. Jó páraáteresztő képességű vakolat alkalmazása javasolt. A vakolási munkák megkezdése előtt a falszerkezetnek ki kell száradnia, a betonozással bevitt nedvességnek el kell távoznia. Erre a tapasztalatok szerint legalább 28 nap kell, de ez az időtartam nagyban függ az időjárási viszonyoktól is.

3. Összehasonlító elemzés

Ebben a fejezetben azt tűztük ki célul, hogy a jelenleg hazánkban még kevésbé elterjedten alkalmazott Durisol fabeton zsaluzóelemes építési rendszert a tapasztalataink szerint leggyakrabban alkalmazott kerámia falazóelemes megoldással összevetve mutassuk be az olvasónak, a falszerkezetekkel és építőanyagaikkal kapcsolatos legfőbb elvárásokat tételesen összevetve. E módszerrel szeretnénk felhívni a figyelmet az újszerű szerkezeti megoldás előnyös tulajdonságaira, a szokásos megoldásoktól való különbözőségeire.



Az Durisol kézi zsaluzóelemes rendszer és a szokványos kerámia falazóelemes falazatok tulajdonképpen ugyanarra a szükségletre adnak megoldást, épületeink függőleges teherhordó és tételhatároló szerkezeteit kívánjuk megépíteni a felhasználásukkal. Ebből adódóan a velük szemben fennálló hatások, igénybevételek, elvárások és a szabványokba foglalt műszaki követelmények is a legtöbbször azonosak. A kétféle megoldás anyaghasználata és szerkezeti jellegzetességei azonban jelentősen különböző, amiből kifolyólag az anyagok és szerkezetek vizsgálati módszerei és eredményei is sok-sok eltérést mutatnak, melyek összevetése gondosságot és szakértelmet kíván. A kiadvány írása során számos elemzést, műszaki vizsgálati jegyzőkönyvet, minőségtanúsító dokumentumot áttekintettünk annak érdekében, hogy a Durisol magasépítési termékeiről hiteles képet tudjunk adni. Az egyes vizsgálatait szempontoknál bemutatjuk a Durisol kézi zsaluzóelemes és a kerámia falazóelemes falakkal kapcsolatban elérhető legfőbb ismereteket, majd összevetjük a sokszor nagyon különböző vizsgálati eredményeket. Azoknál a szempontoknál, ahol inkább a szerkezeti rendszerek anyaghaszná-

3.1. ábra
Az összehasonlító elemzésben vizsgált négy falszerkezeti kialakítás

latára vezethetők vissza a különbségek, ott főleg a fabeton és a kerámia jellemzőit hasonlítjuk össze. Azoknál a szempontoknál, ahol a szerkezeti kialakítás is fontos szerepet játszik, ott három féle Durisol kézi zsaluzóelemes falat és egy szokványosnak tekinthető kerámia falazóelemes falszerkezetet hasonlítunk össze. A kiválasztott négy szerkezeti megoldás mindegyike alkalmas lehet külső teherhordó és térelhatároló falként történő alkalmazásra, a vizsgálati szempontoknál leírtak figyelembe vételével:

- Leiertherm 30 N+F + 6 cm grafitadalékos EPS hőszigetelés
- Durisol DMI 25/18 falszerkezet + 10 cm grafitos EPS hőszigetelés
- Durisol DSs 30/12 L falszerkezet
- Durisol DSs 45/12 L falszerkezet

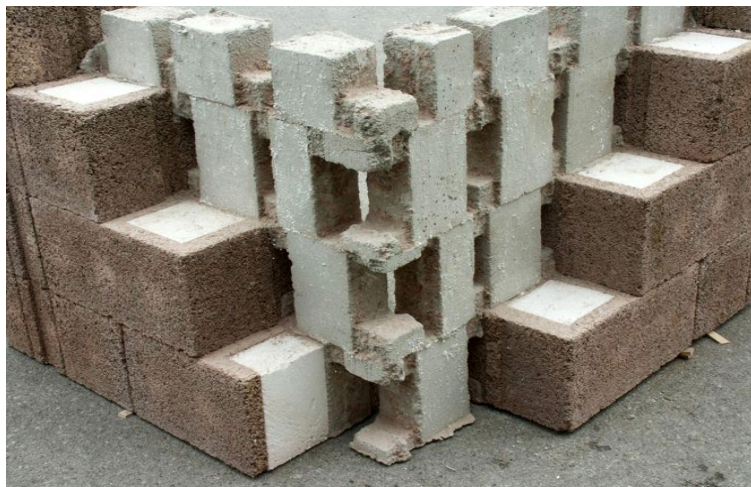
3.1. Teherbírás

A kerámia falazóelemes falazatokhoz hasonlóan a Durisol zsaluzóelemes falak teherbírását is az EN 1996 szabványsorozat (Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése) alapján a statikus tervezőnek minden esetben ellenőriznie kell.

A kerámia falazóelemes falak teherbírása függ a falazóelem besorolási osztályától, valamint a falazóhabarcs fajtájától és minőségétől. A Leiertherm 30 N+F falazóelemes falszerkezet teherbírási adatait áttekintve azt láthatjuk, hogy egy 3-as besorolási osztályú szerkezet karakterisztikus nyomószilárdsága (f_k) M5 ($\sigma_{nyomó} = 5 \text{ N/mm}^2$) nyomószilárdsági osztályú, előírt összetételű falazóhabarcs (recepthabarcs) használata esetén $3,327 \text{ N/mm}^2$, **tervezési nyomószilárdsága (f_d) pedig $1,512 \text{ N/mm}^2$** , karakterisztikus nyírószilárdsága (f_{vk}) $0,563 \text{ N/mm}^2$, tervezési nyírószilárdsága (f_{vd}) pedig $0,256 \text{ N/mm}^2$ értéknek adódik.

A Durisol falszerkezetek viselkedése felépítésükből adódóan jelentősen eltér a kerámia falazatoktól. Két fő része a Durisol zsaluzóelemekből falazott köpenyszerkezet (mint bennmaradó zsaluzat) és a falszerkezet teherhordó szerkezeti részét alkotó beton vagy vasbeton mag. A magot függőlegesen és vízszintesen is folytonos bordák alkotják. Ezt a zsaluzóelemek sajátos üregszerkezete és bordaáttörései teszik lehetővé.

A Durisol falszerkezetek esetén a teherhordó szerkezeti részt kizárólag a beton mag képezi, így a külső fabeton kérget statikai számítások során nem szabad teherbíró elemként figyelembe venni. A kitöltésre használt beton minősége legalább C16/20 kell, hogy le-



3.2. ábra
A Durisol falszerkezet
bordarácsos beton-
magja, egy 37,5 cm-es
hőszigetelt zsaluzó-
elemes mintafal
bontásával

gyen. Járatos betonminőségek még a C20/25 és a C25/30. A kitöltő beton adalékanyagának legnagyobb szemnagysága 16 mm (ajánlott: 8 mm) lehet. A falszerkezetek általános és kiegészítő vasalását a terhek függvényében kell megtervezni, az EN 1996 szabvány által előírt minimális vashányad betartásával.

A falszerkezet függőleges teherrel szembeni ellenállásának nagyságát egységnyi hosszra eső tervezési értékkel (N_{Rd}) szokás megadni (kN/m^2). Ez az érték nagyban függ a zsaluzóelem fajtájától, a beépítési helyzettől (közbenső fal, földem szélső támaszaként működő fal, tető szélső támaszaként működő fal), a kitöltő beton anyagminőségétől (C16/20, C20/25, C25/30), közbenső főfalak esetén az elkészült fal magasságától és szélső főfalak esetén a földem támaszközétől. Szélső főfalakat közbenső főfalként is meg kell vizsgálni, és a kedvezőtlenebb értéket kell figyelembe venni. A falszerkezet ellenállása különbözik a falazati rétegben és a rétegek között, ahol 25 cm az eltolás, ugyanis ebben a két helyzetben nagy eltérés mutatkozik a kitöltő magbeton keresztmetszeti felületében (cm^2/m). Mivel a falazati rétegek között kisebb a betonmag keresztmetszete, így ott kisebb tervezési érték veendő figyelembe. A gyártó mindkét értéket megadja tervezési segédletében. Amennyiben szélső főfalként számolunk, a falmagasságot 2,63 m-nek vesszük fel és 5,0 m falközt veszünk figyelembe, **a falszerkezet nyomószilárdságának tervezési értéke (f_d) 7,18 N/mm^2 értéket ad** C20/25 betonminőség esetén Durisol DMi 25/18, Durisol DSs 30/12 L és Durisol DSs 45/12 L zsaluzóelem esetén egyaránt. A nyomószilárdság tervezési értéke C16/20 betonminőségnél 5,74 N/mm^2 , C25/30 betonminőségnél pedig 8,98 N/mm^2 értékkel vehető figyelembe.

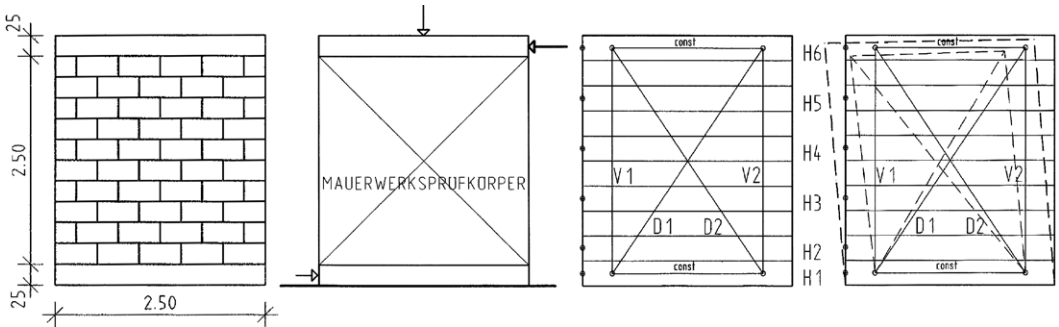
3.2. Földrengésállóság

A földrengés hatására a falazott szerkezetek nagyon könnyen károsodhatnak. A téглаépületek a habarcshezagok esetén a leggyöngébbek, a téglák meglazulhatnak és eltolódhatnak. A rengésálló földszintes téглаépületet vasbeton koszorú övezi az alapnál és a földemnél. A rengésálló emeletes téглаépület vasbeton koszorúval körbefogott az alapnál, a földemnél és az ablakok alatti szinten is. Az épület teherbírása függ a falazat minőségétől, az alaprajzi és szerkezeti kialakítástól. A rendszer stabilitását befolyásolják a szerkezeit kapcsolatok kialakításai. A könnyű földemű nehéz, súlyos épületek sérülésre érzékenyebbek, a vasbeton földem és a helyes falbekötések segítik a rendkívüli hatás elviselését az épületekben. Rendszerint az épületek kétirányú kellő merevségének a biztosítása a cél, és olyan földem-fal csatlakozások kialakítása, melyek biztosítják a teherátadást.

Általánosan elmondható téglafalás épületek esetén, hogy:

- Az egyszerű falazott épületek tervezése az EC-8 alapján végezhető, mely sok megkötést tartalmaz.
- A téгла és habarcs nyomószilárdságának, valamint az alaprajzi méretek ismeretében meghatározható, hogy egy várt földrengés esetében milyen falmagasság az elfogadható. Ez az elv fordítva is igaz, az épületmagasság függvényében megválasztható a falazóelem és a habarcsminőség.
- A kritikus pont mindig a falazatok nyírószilárdsága (a nyomószilárdság töredéke), értéke függ a falazási technológiától, a leterhelés mértékétől, és a falazóelem nyomószilárdsága függvényében felső korlátja van.
- Vasalatlan falak használata korlátos, bizonyos épületmagasság mellett már át kell térni a vasalt falak alkalmazására.
- A földrengésálló falazott szerkezeteknek tömörszinek kell lenniük, szintszámuk korlátozott.
- A vegyes (kétirányú) főfalas rendszerek sokkal ellenállóbbak földrengéssel szemben, mint a tisztán hossz-, és harántfalasak.
- Földrengésálló épületek tervezésekor ügyelni kell arra, hogy egyik alaprajzi méret sem haladhatja meg a másik négyszeresét.
- Minimálisan két-két párhuzamos merevítő falat kell elhelyezni két merőleges irányban. Mindkét fal hossza legyen nagyobb, mint az épülethossz 30%-a. A falak közötti távolság legyen legalább az egyik falpárnál az épület másik irányú méretének 75%-a.

- A függőleges terheknek legalább 75%-át a nyírófalak hordják. A nyírófalak legyenek folytonosak az alaptól az épület tetejéig.
- Aszimmetrikus tömegeloszlású épületeknél könnyen előfordulhat, hogy vasbeton merevítő rendszerre lesz szükség.
- A merevítéseknek az alaptól a tetőig folytonosnak kell lenniük. Falsarkokba merevítő pillérek elhelyezésével a sarkok kiszakadása meggátolható. Vasbeton pillérrel közrefogott falszerkezetek növelik a földregésállóságot.



A Durisol zsaluelemes rendszer földregéssel szembeni viselkedése a falazott szerkezetekhez képest jelentősen eltér, mivel a hálós szerkezetű betonmag különösen merev falszerkezetet eredményez. A Durisol zsaluzóelemek kedvezően alkalmazhatók földregésveszélyes helyeken, melyet több osztrák tanulmány is alátámaszt. Hétféle épülettípust határoztak meg és Ausztriát 5 földregési zónára osztották. Ennek függvényében meghatározták a statikailag szükséges minimális betonmag méretét vasatlan és vasalt külső és belső teherhordó falak esetén. Az eredmények összefoglalását a 3.1. táblázatban találjuk. Általánosságban elmondható, hogy külső teherhordó falak esetében minden esetben kisebbnek adódik a szükséges betonmag mérete. Láthatjuk, hogy egyes esetekben két alternatíva is használható, mert a vékonyabb vasalt és a vastagabb vasatlan szerkezet egyaránt elfogadható megoldást jelent.

Sajnos, mivel a fent említett vizsgálatokat osztrák kutatók végezték, a zónafelosztást az osztrák előírások alapján készítették. Magyarország szeizmikus zónái ettől eltérnek. A mellékelt táblázatból kiderül, hogy Magyarországon az ausztriai 5-ös zónának megfelelő terület nem található. A magyarországi 3-as, 4-es és 5-ös zóna az ausztriai 4-es zónának, míg a magyarországi 2-es zóna Ausztriában a 3-as zónának felel meg. A magyarországi 1-es zóna az ausztriai

3.3. ábra
Durisol falszerkezet vizsgálata földregés-terhelésre. A szerkezet geometriája, terhelései, deformációi.

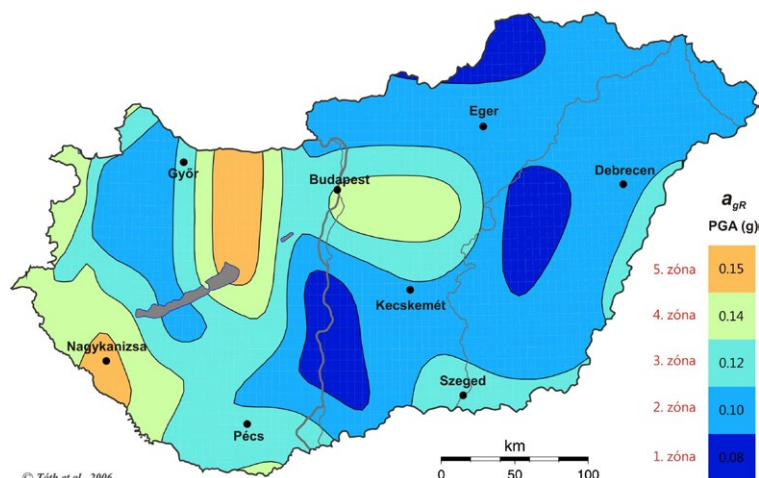
Maximális szintszám	Vasalatlan szerkezet						Vasalt szerkezet					
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
	Földrengési zónák: ↑ Ausztria ↑ / ↓ Magyarország ↓						Földrengési zónák: ↑ Ausztria ↑ / ↓ Magyarország ↓					
	-	-	1	2	3, 4, 5	-	-	-	1	2	3, 4, 5	-
1		12/14										
2							12/14					
3		14/17										
4							14/16					
6		17/20					16/18					
8		20/23					18/21					
10		23/26	25/29		nem alkalmazható		20/24			23/28		nem alk.ható

3.1. táblázat
Durisol zsaluzóelemes falrendszer minimális betonmag szükséglete (cm) külső / belső teherhordó falak esetén

2-es zónával egyenértékű. Az ausztriai 0-ás és 1-es zónának megfelelő terület Magyarországon nem található. Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy a magyarországi földrengési viszonyok mellett a táblázat 2-4-es zónákra vonatkozó értékei az irányadóak.

A táblázatot elemezve észrevehetjük, hogy a Durisol zsaluelemes falrendszerből **kétszintes épületmagasság** Magyarország bármely régiójában építhető minimális betonmag használatával, vasalás nélkül. Az integrált hőszigetelést tartalmazó zsaluelemek azonban vasalással is legfeljebb három szintig használhatók kis betonmagjuk miatt. A Durisol DMi 25/18 elemek alkalmazhatósága jóval szélesebb a vastagabb betonmagnak köszönhetően. Vasalás nélkül földrengési zónától függően külső falként akár **hat szintig** is alkalmazhatók, vasalással pedig akár nyolc szintig is. Belső főfalként viszont vasalás nélkül legfeljebb csak három szintig, vasalással pedig hat szintig.

3.4. ábra
Magyarország földrengési zónatérképe



3.3. Tűzvédelem

A legújabb tűzvédelmi szabályozások szerint az építőanyagokat a következő **tűzvédelmi osztályba** sorolhatjuk:

Osztály	Megnevezés	Jellemzés
A1	nem éghető	csak nem éghető anyagot tartalmaz
A2	nem éghető	de tartalmaz éghető anyagot
B	nehezen éghető	tűz esetén nem történik teljes kiégés, de az anyag hozzájárulhat a tűz terjedéséhez
C	közepesen éghető	nehezen gyúlékony anyagok, melyeknél a tűz bekövetkezésekor 10-20 perc alatt megtörténik a teljes kiégés
D	könnyen éghető	gyúlékony anyagok, melyek tűz megjelenését követően 2-10 percen belül történik meg a teljes kiégés
E	gyúlékony	tűz hatására az anyag 2 percen belül teljesen kiég
F	könnyen gyúlékony	tűzzel szembeni viselkedése nem meghatározott vagy nem rendelkezik semmilyen minősítő vizsgálattal

3.2. táblázat
Tűzvédelmi osztályok
az MSZ EN 13501-
1:2007+A1:2010
szerint

Tűzesetek során azonban nem a maga a tűz, hanem a füst okozza a nagyobb problémát, ugyanis akadályozza a mentőakció vezetését és rontja a tájékozódást, ami tűz esetén nehezíti az épület elhagyását. **A füst kibocsátással** kapcsolatos osztályzás meghatározza a tűzben a füst mennyiségét és kialakulásának sebességét. Éppen ezért az A2 és D osztályok közötti tartományba sorolt építőipari termékek esetében jelezni kell a füst kibocsátás mértékét. Ez nem vonatkozik a legbiztonságosabb A1 és a legalacsonyabb E és F osztályra, mivel az A1 osztály termékei alig képeznek füstöt, az E és F osztályba tartozó termékek viszont nagyon sok füstöt fejlesztenek. A füstfejlesztő képesség (smoke = füst) osztályai: s1, s2 és s3. Minél több a füst, annál nagyobb a szám.

Az A2-től az E osztályig az építőipari termékeknek rendelkezniük kell **az égve csepegő részecskék** kialakulásának lehetőségére utaló jelöléssel, ami a tűz továbbterjedési és égési sérülés okozó képes-

Füstfejlesztő képesség		Égve csepegési képesség	
Osztály	Jellemzés	Osztály	Jellemzés
s1	Egyáltalán nem vagy minimális füstöt kibocsátó termék	d0	Nem csepeg
s2	Közepesen sűrű füstöt kibocsátó termék	d1	Nincs folytonos égve csepegés (az égő szőnyeg szikráihoz hasonlóan)
s3	Nagy mennyiségű füstöt kibocsátó anyagok	d2	Sok égő csepp, vagy részecske, melyek a bőr égési sérüléseit vagy a tűz terjedését okozhatják

3.3. táblázat
A füstfejlesztő és
égve csepegési
képesség osztályai
az MSZ EN 13501-
1:2007+A1:2010
szerint

ségét jellemzi. Az égve csepegési képesség (droplet = cseppecske) alapján a termékeket három osztályba sorolhatjuk: d0, d1 vagy d2. Minél intenzívebb a csepegés, annál nagyobb ez a szám.

Mivel a Leiertherm 30 N+F **kerámia falazóelemek** nem éghetőek és nem is tartalmaznak éghető anyagot, ezért A1 tűzvédelmi osztályba tartoznak. A Durisol DMi 25/18 zsaluelemek szintén nem éghetőek, azonban mivel tartalmaznak éghető anyagokat (faapríték), így A2-s1-d0 tűzvédelmi osztályba sorolhatók. **A Durisol DSs 30/12 L** és a Durisol DSs 45/12 L termékek B-s1-d0 tűzvédelmi osztályba tartoznak, ugyanis égéskésleltetővel ellátott korszerű hőszigetelő műanyag hab is található bennük. Az s1 kiegészítő jelölést annak köszönheti, hogy nincs füstképződés, d0 jelölés pedig arra utal, hogy nincs égve csepegés sem.

Mindezen túlmenően az épületszerkezeteket **tűzállósági teljesítményük** alapján is osztályozzuk. Falszerkezetek esetében meghatározó lehet:

- a teherhordó képesség, jele: R, jelentése: a szerkezeti elemek azon képessége, hogy egy bizonyos ideig egy vagy több oldalukon fennálló meghatározott mechanikai igénybevétel mellett ellenállnak a tűz hatásának szerkezeti stabilitásuk bármilyen vesztesége nélkül;
- az integritás, jele: E, jelentése: az elválasztó funkcióval rendelkező épületszerkezetek azon képessége, hogy a szerkezet az egyik oldali tűzkitétnek ellenáll anélkül, hogy a tűz átterjedne a másik oldalra a lángok vagy a forró gázok átjutása következtében, és azok a ki nem tett felületen, vagy a felülettel szomszédos bármely anyagon gyulladást okozhatnának;
- a szigetelés, jele: I, jelentése: az épületszerkezet azon képessége, hogy ellenáll a csak egyik oldalon bekövetkező tűzkitétnek anélkül, hogy szignifikáns hőátadás eredményeként a tűz átjutása bekövetkezne a kitett felületről a ki nem tett felületre;
- a sugárzás, jele: W, jelentése: az épületszerkezeti elemek azon képessége, amely egy oldalon történő tűzkitét esetén vagy a szerkezeten keresztül, vagy a ki nem tett felülettől a szomszédos anyagok felé irányuló jelentős hőszugárzás csökkentése eredményeként csökkenti a tűz átmenetének valószínűségét;
- és a mechanikai hatás, jele: M, jelentése: az épületszerkezeteknek az a képessége, hogy ütésnek ellenállnak abban az esetben, ha a tűzben egy másik komponens szerkezeti hibája következtében az illető szerkezethez ütődik.

3.4. táblázat
Falszerkezetek
tűzállósági
osztályozása

Jelölés	Osztályozási időtartam (perc)								
	-	20	30	-	60	90	120	180	240
RE	-	20	30	-	60	90	120	180	240
REI	15	20	30	45	60	90	120	180	240
REI-M	-	-	30	-	60	90	120	180	240
REW	-	20	30	-	60	90	120	180	240

Ilyen szempontból a Leiertherm 30 N+F falazóelemes falrendszer és minden Durisol zsaluzóelemes falrendszer a **REI 180** tűzállósági határértékkel rendelkezik, azaz 180 percen keresztül képes megőrizni teherbíró képességét, integritását és szigetelő képességét.

3.4. Hőszigetelés

Az épülethatároló szerkezetek, köztük a külső falak hőszigetelő képessége ma már szinte a legfontosabb szempont a szerkezeti megoldás megválasztásakor. A külső falakra vonatkozó hőszigetelési követelmények az elmúlt években jelentősen szigorodtak, 2018. január 1-től új és felújított épületeinket az ún. „költségoptimalizált” követelményrendszernek kell megfeleltetnünk, melyet a többször módosított **7/2006. TNM rendelet** szabályoz. Eszerint a külső falak előírt maximális hőátbocsátási tényezője 0,24 W/m²K lehet.

A hőszigetelő képességet az egyes anyagok esetén a **hővezetési tényező (λ , W/mk)** jellemzi. A többféle anyagot is tartalmazó, gyakran többrétegű, vagyis inhomogén szerkezetek esetén **hőátbocsátási tényezővel (U , W/m²K)** jellemezzük ezt a képességet, melyet szabványos mérésekkel és/vagy számításokkal tudunk megállapítani. Mivel ez a tulajdonság kiemelkedően fontos teljesítmény jellemzője az építési termékeknek, ezért minősítő irataikban is szerepelniük kell az adatoknak, tervezési értékekkel. A minősítő iratban szereplő értékek mindig egy bizonyos szerkezeti kialakításra vonatkoznak (pl. vakolt vagy vakolatlan szerkezet, adott falazóhabarcs vagy adott kítőltőbeton használata), melytől ha eltérünk, akkor a tényleges szerkezet jellegzetességei szerint újra kell kalkulálnunk a hőátbocsátási tényezőt, és össze kell vetnünk a követelményértékekkel.

A hőszigetelő képesség vizsgálatakor tehát csupán az egyes anyagok hővezetési tényezőinek összehasonlításával nem jutunk eredményre. A tömör **kerámia**, égetett agyag hőszigetelési képessége például nem kifejezetten jó ($\lambda=0,50-0,93$ W/mK), ellentétben a

kerámiából gyártott nagy pórus- és üregtérfogatú vázkerámia falazóelemek hőszigetelő képességével ($\lambda=0,14-0,25$ W/mK). Mindehhez még figyelembe kell venni az alkalmazott habarcs ($\lambda=0,3-1,0$ W/mK) módosító hatását is.

A Durisol zsaluzóelemes falak két-három anyag kombinációjából jönnek létre, melyek hővezetési tulajdonságai jelentősen különböznek: A termékben alkalmazott fabeton egyfajta könnyűbeton, mely $0,12$ W/mK tervezési értékű, alacsony hővezetési tényezője miatt már a hőszigetelő anyagok közé is sorolható. Hőszigetelő tulajdonságát egyrészt a fenyőfa adalékanyag rossz hővezető képességének, másrészt a pórusos szerkezetének köszönheti. A kitöltőbeton hővezetési tényezője a sűrűségétől függ, mely a beton szilárdságával arányosan változik. Az alkalmazni javasolt legalább C16/20-as minőségű beton sűrűségét jól jellemzi a 2200 kg/m³-es érték, melyhez $1,65$ W/mK-es hővezetési tényező tartozik. Ha ennél nagyobb szilárdságú és sűrűségű kitöltőbetont alkalmazunk, akkor a hővezetési tényező is nő, 2400 kg/m³ esetén $2,00$ W/mK-re. Szintén nő a hővezetési tényező, vagyis csökken a hőszigetelő képesség, ha a kitöltő betont megvasaljuk, 1% vashányad esetén a hővezetési tényező $2,30$, 2% esetén $2,50$ W/mK. A zsaluzóelembe helyezett grafitadalékos hőszigetelés egy kifejezetten hatékony hőszigetelő anyag, melynek deklarált hővezetési tényezője $0,031$ W/mK.

A különböző tulajdonságokkal rendelkező anyagok változatos térbeli kombinációjával kialakuló szerkezeteket egyben kell vizsgálnunk, mint inhomogén szerkezeteket, melyekben többdimenziós hőtranszport játszódik le. **Vizsgált szerkezeti megoldásainkat** igyekeztünk úgy kiválasztani, hogy hőszigetelő képességük lehetőleg megfeleljen a hatályos épületenergetikai követelménynek, tehát hőátbocsátási tényezőjük $0,24$ W/m²K alatt legyen. Elsőként hasonlítsuk össze a falszerkezetek katalógusban szereplő hőátbocsátási értékeit, és azonosítsuk be a tényleges szerkezeti kialakításokat:

- $U=0,45$ W/m²K, Leiertherm 30 N+F falazat, devecseri termék, hőszigetelő habarccsal, vakolatlanul;
- $U=0,96$ W/m²K, Durisol DMi 25/18 falszerkezet, 2200 kg/m³ sűrűségű kitöltőbetonnal, vakolva;
- $U=0,30$ W/m²K, Durisol DSs 30/12 L falszerkezet, 2200 kg/m³ sűrűségű kitöltőbetonnal, vakolva;
- $U=0,14$ W/m²K, Durisol DSs 45/12 L falszerkezet, 2200 kg/m³ sűrűségű kitöltőbetonnal, vakolva.

3.5. táblázat
A négy szerkezet
hőátbocsátási
tényezőinek
számításai

38 [cm]	Leiertherm 30 N+F + 6 cm grafitos EPS	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	belső oldali hőátadás		0,130
1,5	mészvakolat	0,810	0,019
30,0	Leiertherm 30 N+F falazat (Devecser), hőszig. habarcs	0,145	2,069
6,0	grafitadalékos EPS hab	0,031	1,935
0,5	vékonyvakolati rendszer	0,930	0,005
	külső oldali hőátadás		0,040
a falszerkezet hőátbocsátási ellenállása, R [m ² K/W]			4,198
a falszerkezet hőátbocsátási tényezője, U [W/m ² K]			0,238

37 [cm]	Durisol DMi 25/18 + grafitos EPS	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	belső oldali hőátadás		0,130
1,5	mészvakolat	0,810	0,019
25,0	Durisol DMi 25/18 fal, benne:		0,830
3,5	fabeton	0,120	
18,0	kitöltőbeton: 2200 kg/m ³	1,650	
3,5	fabeton	0,120	
10,0	grafitadalékos EPS hab	0,031	3,226
0,5	vékonyvakolati rendszer	0,930	0,005
	külső oldali hőátadás		0,040
a falszerkezet hőátbocsátási ellenállása, R [m ² K/W]			4,250
a falszerkezet hőátbocsátási tényezője, U [W/m ² K]			0,235

35 [cm]	Durisol DSs 30/12 L	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	belső oldali hőátadás		0,130
1,5	mészvakolat	0,810	0,019
30,0	Durisol DSs 30/12 L fal, benne:		3,200
4,0	fabeton	0,120	
12,0	kitöltőbeton: 2200 kg/m ³	1,650	
10,5	grafitadalékos EPS hab	0,031	
3,5	fabeton	0,120	
2,0	hőszigetelő alapvakolat	0,140	0,143
1,0	nemesvakolat	0,870	0,011
	külső oldali hőátadás		0,040
a falszerkezet hőátbocsátási ellenállása, R [m ² K/W]			3,543
a falszerkezet hőátbocsátási tényezője, U [W/m ² K]			0,282

48 [cm]	Durisol DSs 45/12 L	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	belső oldali hőátadás		0,130
1,5	mészvakolat	0,810	0,019
45,0	Durisol DSs 45/12 L fal, benne:		6,970
4,0	fabeton	0,120	
12,0	kitöltőbeton: 2200 kg/m ³	1,650	
25,0	grafitadalékos EPS hab	0,031	
4,0	fabeton	0,120	
1,5	nemesvakolat	0,870	0,017
	külső oldali hőátadás		0,040
a falszerkezet hőátbocsátási ellenállása, R [m ² K/W]			7,176
a falszerkezet hőátbocsátási tényezője, U [W/m ² K]			0,139

Látható, hogy a négyből három alapszerkezet hőátbocsátási tényezője nem felel meg a 2018-as új követelménynek. Ezek a szerkezetek **kiegészítő hőszigeteléssel** alkalmazhatók külső térelhatároló falként, vagy olyan épületek külső falai készíthetők velük, melyek nem esnek az épületenergetikai rendelet hatálya alá. A Durisol DMi 25/18 falszerkezet és a Leiertherm 30 N+F falazat esetén szükséges egy külső oldali hatékony hőszigetelés alkalmazása, 10 és 6 cm vastagsággal. A hőtechnikai követelményeknek megfeleltetni kívánt szerkezetek kialakítását és hőátbocsátási tényezőiknek számítását a 3.5 táblázat mutatja.

A 3.5. táblázatban bemutatott szerkezeti kialakításokkal három szerkezet alkalmazható épületek külső falaként, mivel megfelelnek a 0,24 W/m²K hőátbocsátási követelménynek. Sőt a Durisol DSs 45/12 L szerkezet teljesítménye messze túl is mutat az aktuális szabályozás követelményein. A 0,14 W/m²K-es hőátbocsátási tényezőjével már akár passzívházak falszerkezetének is alkalmas lehet a szerkezeti megoldás.

A Durisol termékek esetén a gyártó biztosítja, hogy a forgalmazott termékek tulajdonságai mindenkor megfeleljenek a minősítő iratokban szereplő értékeknek. Ebből adódóan a fabeton és a grafitadalékos polisztirolhab hőszigetelő képessége garantált. A Durisol falszerkezetekbe kerülő kitöltő beton és a vakolatok megválasztása (esetleges elhagyása) azonban a tervezők feladata oly módon, hogy azok minden fellépő követelménynek együttesen meg tudjanak felelni. Hőtechnikai szempontból két **változtatható tényező** hőátbocsátási tényezőre gyakorolt hatását érdemes megvizsgálni:

- **a kitöltőbeton** szilárdságának, sűrűségének egyben hővezetési tényezőjének megváltoztatását
- **és a vakolatok** esetleges elhagyásának hatását.

3.6. táblázat
A módosítások hatása a hőátbocsátási tényezőre

hőátbocsátási tényezők U [W/m ² K]	Durisol DMi 25/18 + gEPS	Durisol DSs 30/12 L	Durisol DSs 45/12 L
eredeti rétegrend	0,235	0,282	0,139
vasbeton maggal	0,238	0,284	0,140
vakolatlanul	0,236	0,297	0,140
vasbeton + vakolatlan	0,239	0,298	0,140

A 3.6. táblázat megmutatja, hogy a kitöltő beton ($\lambda=1,65$ W/mK) nagyobb szilárdsági osztályúra cserélése vagy vasalt betonra ($\lambda=2,5$ W/mK) cserélése és/vagy a vakolatok esetleges elhagyása csak csekély mértékben változtatják meg a szerkezetek rétegtervi hőátbocsátási tényezőit, azonban ez a kis változás bizonyos esetekben a vonatkozó követelményértéken való átlépést eredményezheti.

A kiegészítő hőszigetelés dübelelése is hasonló változást okozhat. Fenti számítások során 8 db/m^2 mennyiségű hőszigetelésen átszűrt, süllyesztett tárcsás műanyag dübel használatát feltételeztük, melyek gyakorlatilag hőhídmentesnek tekinthetők ($\Delta U_f=0,00$ W/m²K). Hasonló mennyiségű fém dübel alkalmazása esetén a rétegtervi hőátbocsátási tényező jelentősen romlik ($\Delta U_f=0,07$ W/m²K).

Az összehasonlító elemzés alapján megállapítható, hogy a Durisol magasépítési termékeinek felhasználásával készülő falszerkezetek kiválóan megfeleltethetők az aktuális hőtechnikai követelményeknek. **A megrendelő eldöntheti**, hogy az integrált hőszigetelést is tartalmazó termékek közül választ, és ezzel egy kvázi mindent tudó falszerkezetet alkalmaz, vagy a Durisol szerkezetre inkább mint tartószerkezet építési megoldásra tekint, és ekkor igényei szerinti vastagságú külső oldali hőszigeteléssel építi meg a külső falakat.

3.5. Hőtárolás

A szerkezetválasztás során az épületszerkezetek hőszigetelő képessége mellett a **hőtehetetlenségükből fakadó hőtároló képességük** is fontos szempont lehet. Erre vonatkozóan nem rendelkezünk konkrét követelmény-értékekkel, ezért ritkábban is kerül elő a témakör még szakmai körökben is. Az épület szerkezeteinek jó hőtároló képessége előnyös lehet a belső klíma egyenletesé tételeiben télen, nyáron és az átmeneti időszakokban egyaránt. **Télen** lehetővé teszi a fűtési rendszer szakaszos működtetését, és segíti a passzív napenergia hasznosítást, **nyáron** pedig az épületek éjszakai átszellőztetésével történő hűtését. A hőtárolás fontos szerepet játszik az átmeneti időszakokban is, ennek a jelenségnek köszönhetjük, hogy a külső hőmérséklet változásait csak **késleltetve** és csak sokkal kisebb mértékben, **csillapítva** észleljük belső tereinkben.

Az épületek és szerkezeteik hőtároló képességét általában fajlagos hőtároló tömegük alapján szoktuk megítélni a szakmai gyakorlatban, annak ellenére, hogy a hőtehetetlenség az egyes szerkezeti anyagok fajlagos hőkapacitásától, vagy fajhőjétől függ. A fajhő egy

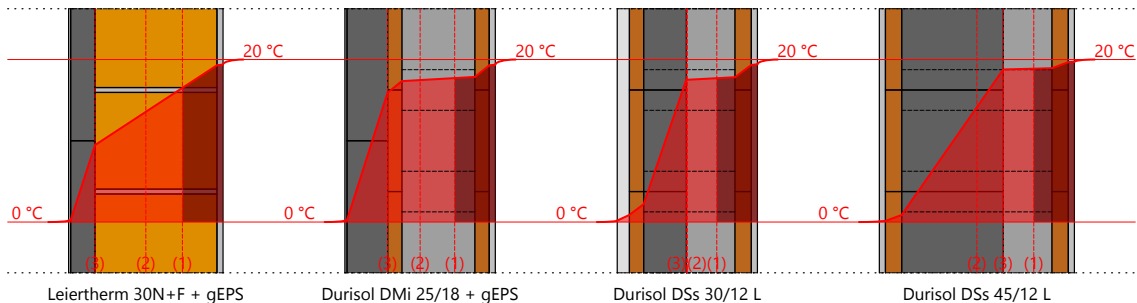
a hővezetési tényezőhöz hasonlóan egyedi jellemzője az anyagoknak (c , J/kgK). Megmutatja, hogy egységnyi tömegű (g, kg) anyagnak mennyi hőenergiát (J, kJ) kell felvennie hőmérsékletének egységnyi ($1\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 K) emeléséhez. A jelenség persze fordítva is működik, ilyenkor az anyag hőenergiát ad le, hőmérséklete csökkenésével.

Az épületszerkezetek **fajlagos hőtároló tömegét** az MSZ EN ISO 13790:2008 szabvány alapján számoljuk. Eszerint a külső térelhatároló szerkezeteknél a rétegrendek alapján meg kell határozni a belső oldalról indulva a szerkezetben található anyagok egységnyi felülethez (1 m^2) tartozó tömegét (1) 10 cm mélységig, (2) a szerkezeti vastagság feléig és (3) az első hatékony hőszigetelő réteg belső felületéig számítva. A fajlagos hőtároló tömeg a három számított érték körül a legkisebb lesz. E módszer szerint a korábban vizsgált négy szerkezeti variációnk fajlagos hőtároló tömeg és fajlagos hőkapacitás értékeit a 3.7. táblázat mutatja be.

3.7. táblázat
A szerkezetek fajlagos hőtároló tömege az MSZ EN ISO 13790:2008 szabvány szerinti számítási módszerekkel

	fajlagos hőtároló tömeg, kg/m ²				fajlagos hőkapacitás, kJ/m ² K			
	Leier-therm 30 N+F + gEPS	Durisol DMi 25/18 + gEPS	Durisol DSs 30/12 L	Durisol DSs 45/12 L	Leier-therm 30 N+F + gEPS	Durisol DMi 25/18 + gEPS	Durisol DSs 30/12 L	Durisol DSs 45/12 L
teljes szerkezet	240	470	357	362	212	487	375	380
(1) belső oldali 10 cm	83	154	146	146	74	162	155	155
(2) szerkezet belső fele	144	341	305	312	128	349	314	321
(3) az első hőszigetelésig	230	459	311	311	203	477	320	320
hőtároló képesség	83	154	146	146	74	162	155	155

Az adatokból látható, hogy a vizsgált falszerkezetek fajlagos hőtároló tömegét az első módszer szerinti számítás adja, vagyis a szerkezet belső oldala lesz aktív a hőtárolásban 10 cm-es mélységig. **A vázkerámia** falazóelemes falszerkezet hőtároló tömegéhez képest **a Durisol** zsaluzóelemes falak hőtároló képessége a fajlagos hőtároló tömeget tekintve **majdnem kétszeres**. Mindez a szerkezetekben lévő anyagok fajlagos tömegével jól magyarázható: a vázkerámia falazat sűrűsége 683 kg/m^3 , a 2200 kg/m^3 -es kitöltő betonnal szemben. A szerkezetek anyagainak fajhőjét is figyelembe véve a Durisol falszerkezetek előnye tovább nő, fajlagos hőkapacitásuk **több mint kétszerese** a vázkerámia falazaténak. Ez annak köszönhető, hogy a fa adalékanyag miatt a fabeton fajhője ($c=1,50\text{ kJ/kgK}$) jóval magasabb mint a vázkerámiáé ($c=0,88\text{ kJ/kgK}$), és általában a hagyományos építőanyagoké.



A hőtároló képességet szépen szemlélteti a réteges szerkezetekben a hőfoklefutási görbék alatti terület. A 3.5 ábrán látható a négy vizsgált szerkezet egy-egy **hőfoklefutási görbéje**, melyen megfigyelhetők az egyes szerkezeti rétegekben kialakuló hőmérsékleti viszonyok +20 °C belső és 0 °C külső oldali hőmérséklet mellett. Az (1) jelű szaggatott vonalak jelölik a szabvány szerint aktív hőtárolónak tekinthető 10 cm-es mélység határát. Ha összehasonlítjuk a grafikonok alatti területet ebben a 10 cm-es belső zónában szépen látszik a Durisol szerkezetek előnye. Az ábrákon az is látszik, hogy külső oldali hőszigetelés esetén nő a grafikon alatti terület, így a szerkezet hőtároló képessége is.

Egy épület hőtároló képessége természetesen nem csak a külső falszerkezetek tulajdonságaitól függ, nagy (sokszor nagyobb) szerepet játszanak ebben a folyamatban a belső falak, födémelek, padló szerkezetek. Amennyiben kiegyenlített belső klímát szeretnénk biztosítani a belső térben, úgy célszerű ezt a kérdést az összes szerkezet esetében megvizsgálni, és törekedni a szerkezetek hőtároló tömegének növelésére. Ezzel szemben, ha olyan épületet tervezünk, melynek belső tereit csak időszakosan fogják használni, akkor célszerű a belső szerkezetek hőtároló képességét minimalizálni.

A hatályos épületenergetikai rendelet (7/2006. TNM) szerint az épületeket **nehéz és könnyűszerkezetes kategóriába** kell sorolni. Mindez többek között a passzív szoláris energia hasznosításánál és a nyári túlmelegedés kockázatának vizsgálatánál kap szerepet az energetikai számításban. A besorolás alapja a vizsgált építmény egységnyi hasznos alapterületére jutó fajlagos hőtároló tömege, az összes épületszerkezet tekintetében (belső falak, födémelek, padlók is). A nehéz szerkezetű épületek legalább 400 kg/m² fajlagos hőtároló tömeggel rendelkeznek. Könnyen belátható, hogy a Durisol falszerkezetek alkalmazásával az épületeink hőtároló tömege nő, így a nehézszerkezetes épület besorolás is könnyebben elérhető.

3.5. ábra
Hőfoklefutás a négy falszerkezetben, 20 °C belső és 0 °C külső hőmérséklet esetén.
Az aktív hőtároló szerkezet rész (1) a belső 10 cm, (2) a szerkezet belső fele, (3) első hőszigetelő rétegeig.

3.6. Hangszigetelés

Az épületszerkezetekkel kapcsolatos hangszigetelési elvárásaink a belső terek akusztikai komfortjának megteremtését célozzák a külső és belső forrásokból származó zajok intenzitásának elfogadható szintre csökkentésével. A zajok és rezgések elleni védelem biztosítása **kiemelt feladat** az OTÉK (253/1997. Kormányrendelet) szerint is, melyet a „vonatkozó nemzeti szabványok előírásainak megfelelően, illetőleg azokkal legalább egyenértékű” szabályozás szerint kell megvalósítani. Ez a jogszabályi rendelkezés gyakorlatilag két szabvány alkalmazását teszi kötelezővé. Épületen belüli szituációkra, vagyis a helyiségek közötti hanggátlásra vonatkozóan az MSZ 15601-1:2007, a homlokzatok hangszigetelésével kapcsolatban pedig az MSZ 15601-2:2007 számú szabvány tartalmazza a követelményeket.

Minden tervezési feladatnál fontos meghatározni az egyes szerkezetekkel szemben **elvárt akusztikai követelményeket**, mivel védett terek és a zajforrások, vagy zajos terek kompozíciója szinte minden feladatban más és más. E feladathoz a Leier „Falazóelemek” című alkalmazástechnikája hasznos segédletet nyújt az ismeretek összefoglalásával, a legfontosabb követelmények kigyűjtésével.

A falszerkezetekkel kapcsolatban általában **léghanggátlás** tekintetében vannak elvárásaink, mely a levegőben terjedő hangokkal szembeni szigetelőképeséget jelenti, amit a szerkezetek léghanggátlási számával jellemezünk. A szerkezetek minősítése izolált mintadarabokon végzett laboratóriumi mérések alapján lehetséges, ami minden esetben jobb eredményt mutat a helyszíni körülményekhez képest, mivel a beépítés során hanghidak alakulnak ki. A zajhatásokat és a szerkezetek hanggátló képességét is a teljes frekvencia tartományban kell vizsgálni, és az emberi hallás érzékenységét figyelembe vevő ún. „A” súlyozó szűrő használatával kell megadni.

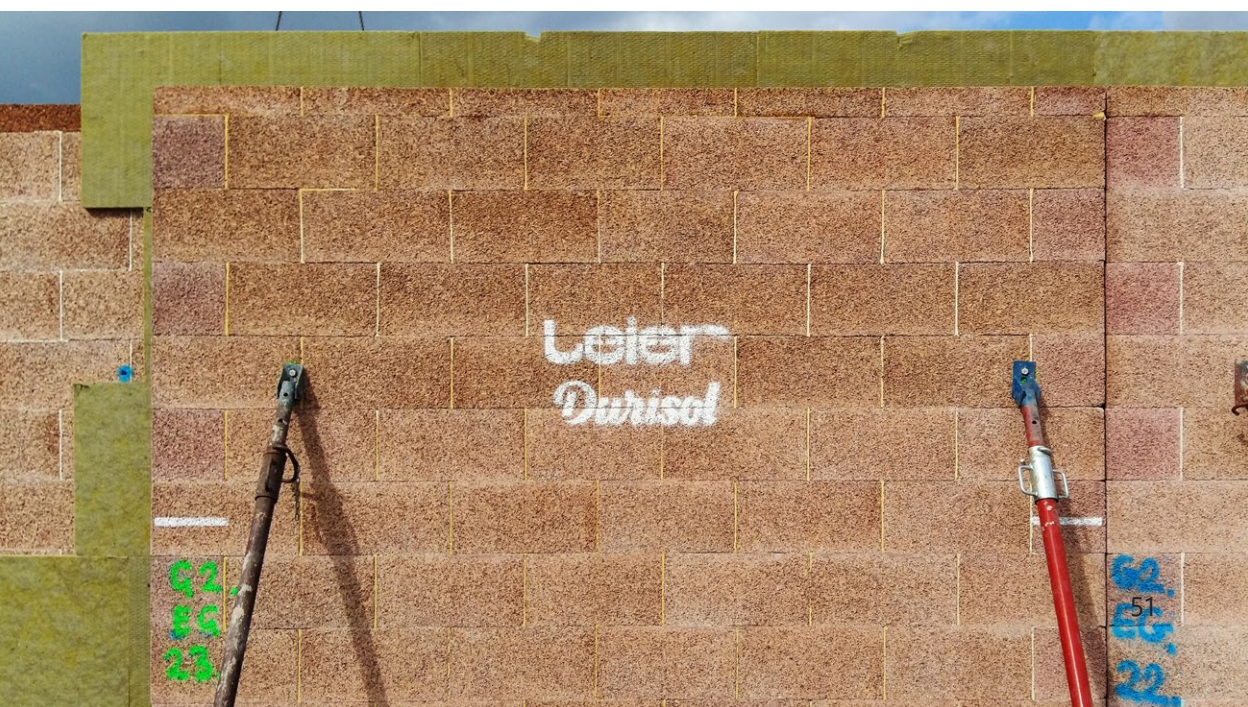
A falszerkezetektől elvárt **léghanggátlási követelmények** lehetnek alapszintűek és fokozottak:

- $R'_w + C$ vagy $R'_w + C_{tr}$: súlyozott helyszíni léghanggátlási szám követelmény, lakáshasználati zajhoz vagy közlekedési zajhoz tartozó színeképillesztési tényezővel;
- $R_w + C$ vagy $R_w + C_{tr}$: súlyozott laboratóriumi léghanggátlási szám követelmény, lakáshasználati zajhoz vagy közlekedési zajhoz tartozó színeképillesztési tényezővel;
- ΔR_w : a követelmények tovább növelendőik vegyes funkciójú épületek egyes védett terei esetén.

A hagyományosnak tekinthető **vázkerámia falak** hanggátlási képessége összefüggést mutat egyrészt a falszerkezet fajlagos tömegével (nagyobb tömeg, jobb hanggátlás), másrészt a falazóelemek belső szerkezetével (a rácsozás rezgésbe hozhatóságától). Ennél az építési módnál a magasabb léhanggátlási igényű szerkezetek helyére általában speciális hanggátló falakhoz kifejlesztett falazóelemekkel készítünk falakat. Példaként a LeierPlan falazatok laboratóriumi léhanggátlási száma (R_w) 40 és 44 dB között, a Leiertherm falazatoké pedig 42 és 48 dB között mozog. A vázkerámia termékcsalád hanggátló termékei ezzel szemben 53, 56 és 59 dB hanggátlási értékkel rendelkeznek, melyek már lakáselválasztó falakként is használhatók.

A Durisol fabeton kézi zsaluzóelemes félmonolit falak hanggátló képessége főleg a szerkezet fajlagos tömegéből adódik. Mivel a fabeton tömege megközelíti a vázkerámiáét, a kitöltőbeton tömege pedig jelentősen meg is haladja, ezért e szerkezetek hanggátló képessége jelentősen jobb a vázkerámia falakhoz képest. A zsaluzóelemes falak belső szerkezete tömör, ezért nehezen hozható rezgésbe. A Durisol termékcsalád falainak laboratóriumi léhanggátlási száma (R_w) 49 és 63 dB között mozog, mely értékekkel szinte mindegyik falszerkezeti megoldás alkalmas lehet a hanggátló szerkezetként történő alkalmazásra. Itt azonban megjegyzendő, hogy a színeképílesztési tényezők módosító hatása a vázkerámia falakhoz képest jelentősebb a laboratóriumi mérések szerint.

3.6. ábra
Lakáselválasztó fal
Durisol 17/12 kéreg-
falakkal ($R_w=73$ dB)



3.8. táblázat
A vizsgált szerkezetek
hanggátlási
tulajdonságai

	R_w alapszerkezet súlyozott laboratóriumi léhang- gátlási száma	R_w+C lakáshasz- nálati zajt jellemző szín- képillesztési tényezővel	R_w+C_{tr} közlekedési zajt jellemző színkép- illesztési tényezővel	ΔR_w külső oldali hőszigetelés becsült módosító hatása	$R_{w, min}$ legrosszabb érték
Leiertherm 30 N+F + 6 cm gEPS	46 dB	45 dB	43 dB	-3 dB	40 dB
Durisol DMi 25/18 + 10 cm gEPS	61 dB	58 dB	55 dB	-3 dB	52 dB
Durisol DSs 30/12 L	49 dB	48 dB	45 dB	-	45 dB
Durisol DSs 45/12 L	49 dB	48 dB	45 dB	-	45 dB

Az általunk példaként vizsgált négyféle külső térelhatároló fallal szemben általában nem merül fel különösebb akusztikai követelmény. Hanggátlási tulajdonságaikat a 3.8. táblázat mutatja meg.

A külső falak hangszigetelő képességét befolyásolja a bennük, vagy rajtuk alkalmazott **hőszigetelés**. Tapasztalatok szerint a polisztírolhab anyagú hőszigetelések akár 3 dB-lel rontani, a kőzetgyapot anyagú hőszigetelések pedig akár 5 dB-lel javítani is tudják a falszerkezet hanggátlását. A polisztírolhab hangszigetelés rontó hatása a 30 és 45 cm-es integrált EPS hőszigetelést tartalmazó falszerkezetek laboratóriumi mérési eredményeiben is felismerhetők. Amennyiben kiemelkedően jó hanggátló képességű külső falat kell terveznünk, akkor jó választás lehet valamely nagy fajlagos tömegű Durisol zsaluzóelemes alapszerkezet, külső oldali kőzetgyapot anyagú hőszigeteléssel.

A Durisol falszerkezetek másik előnyös akusztikai tulajdonsága a fabeton anyag **kiemelkedő hangelnyelő képessége**. E tulajdonságot leginkább a Durisol zajárnyékoló falak használják ki, melyet elterjedten alkalmaznak közutak és vasutak mentén a közlekedési eredetű zaj elnyelésére és terelésére. Egy szerkezet hangelnyelő képessége jelentősen függ a felület kialakításától és az anyag szerkezetétől. A Durisol fabeton porózus szerkezetébe jutva a hang jelentős része elveszik, és hőenergiává alakul. Mindez a fabeton gyakorlatlan alkalmazásával valósítható meg hatékonyan. A zajárnyékoló falak felületét gyakran hullámos zsaluzóelemekkel alakítják ki, a zajelnyelő hatás fokozása érdekében. Mérések szerint a zajcsökkentés akár 15 dB mértékű is lehet az abszorpció révén. A Durisol fabeton



3.7. ábra

A Durisol zajárnyékoló falak bizonyítják a fabeton kiváló hangelnyelő képességét, a színes és mintázott elemekkel változatos felületek alakíthatók ki, akár beltérben is

kiemelkedő hangelnyelő képessége tehát kiválóan alkalmassá teszi a zsaluzóelemes falakat olyan zajos terek határolására, melyeknél megengedhető, hogy a szerkezet vakolatlanul maradjon. Ezesetben lehetséges a zsaluzóelemek anyagának színezésére és/vagy a felületük formálására is a belső terek esztétikus kialakítása érdekében.

3.7. Vízfelvétel

A Leiertherm **vázkerámia** falazóelemek nedvességtől nem védett helyen nem alkalmazhatók, ami azt jelenti, hogy csak vízbehatolástól való teljes védelem mellett használhatók falszerkezetek építéséhez. Emiatt vízfelvételi adataik nem relevánsak. Ráadásul azért is nehézkes összehasonlítani a Durisol termékekkel, mert kerámia termékekre más a vizsgálati eljárás, így vízfelvétel alatt nem ugyanazt a fogalmat értjük. Ezért csupán a nedvességgel szembeni viselkedésük hasonlítható össze.

Laborvizsgálati eredmények alapján kijelenthető, hogy a Leiertherm 30 N+F, mint üreges-porózus égetett kerámia falazóelem, vízfelvétele 22 m/m%, kezdeti vízfelvétele (tkp. vízfelszívó képességük) pedig 2,1 kg/m². A legtöbb építőanyaggal összevetve ezek az értékek meglehetősen magasak, melyből adódik, hogy az üreges-porózus kerámia falazóblokkok nem tekinthetők fagyállónak.

Anyagi összetételéből adódóan a **Durisol** zsaluzóelemek egészen máshogy viselkednek nedvesség hatására. Az adalékanyaguként használt faapríték növényi eredetű, emiatt jóval érzékenyebb a nedvességhatásra és a levegő páratartalmának változására. A beépített faanyagnak köszönhetően a zsaluzóelemek természetes

3.9. táblázat

Durisol termékek nedvességtartalom-változása a relatív páratartalom függvényében

Relatív páratartalom	Nedvességtartalom	
	m/m%	V/V%
35%	9	5
50%	11	6
80%	13	7,5
90%	16	10

légszár az állapotban is tartalmaznak nedvességet, melynek értéke 5 V/V%, illetve 10 m/m%. Ez az érték a relatív páratartalom függvényében változik (3.9. táblázat).

Laboratóriumi körülmények között megvizsgálták a Durisol termékek vízfelszívó képességét is 2, 8 és 32 napos részleges vízbe merítéssel. Megmérték az átnedvesedett zóna vastagságát és a kapillaris vízfelszívódás magasságát. Megállapították, hogy a vízfelszívódás mértéke erősen függ az anyag testsűrűségétől. A vizsgálat során az a végkövetkeztetés adódott, hogy az átnedvesedett zóna maximális magassága 4,0 cm, a vízfelszívás maximuma 10,0 cm volt (3.10. táblázat).

3.10. táblázat
Durisol termékek vízfelszívó képessége a nedvességátvitel időtartamának függvényében

Nedvességátvitel ideje (nap)	Átnedvesedett zóna (cm)	Vízfelszívódás magassága (cm)
2 nap	1,5-2,5	3-7
8 nap	2,0-3,5	7-10
32 nap	3,5-4,0	9-10

A csekély mértékű átnedvesedett zóna, valamint a tartós nedvességátvitelére bekövetkező alacsony vízfelszívódás alapján arra következtethetünk, hogy a Durisol zsaluzóelemek az üreges-porózus kerámia falazóelemekkel szemben **előnyösebben használhatók olyan esetekben, ahol fokozott nedvességátvitel éri őket**, de biztosított a megfelelő szellőzés és nincs feltétlenül igény felületképzés kialakítására (pl. ipari és mezőgazdasági épületek). Ilyenkor ugyanis viszonylag rövid idő alatt távozni tud a nedvesség a falszerkezetből, lerövidítve a száradási időt. Ugyanez a folyamat kerámia falazóelemek esetében jóval hosszabb időt vesz igénybe.

3.8. Páraháztartás

A Leiertherm 30 N+F falazóelemek páradiffúziós ellenállási száma (μ) 5-10 között változik, míg a Durisol zsaluzóelemeké ez az érték mindössze 2-8 közt alakul. Elmondható tehát, hogy a Durisol zsaluzóelemek **páraáteresztő képessége** nagyjából kétszer nagyobb, mint a vizsgált kerámia falazóelemé. Számításba kell viszont venni, hogy a Durisol zsaluzóelemekből készült falszerkezet betont, bizonyos esetekben integrált hőszigetelést is tartalmaz, melyek eltérő páraáteresztő képességgel rendelkeznek, így komplett falszerkezet vizsgálatakor a fent említett értékeket csupán az átmenő stégek esetében érvényesíthetjük, egyéb helyeken páratechnikai számítás szükséges.

A Durisol zsaluzóelemek kerámia falazóblokkokkal szembeni előnye inkább anyagi összetétele miatt mutatkozik meg, ugyanis a fabeton kéreg kiváló páraelvezetést biztosít. A Durisol zsaluzóelemek alapanyaga képes a levegő páratartalmának függvényében nedvességtartalmát változtatni. Mindez abban nyilvánul meg, hogy

magasabb páratartalom esetében könnyedén képes felvenni a párat, alacsonyabb páratartalom esetében pedig leadni, vagyis tulajdonképpen **a belső levegő páratartalmát szabályozni**. Ennek köszönhetően hatékonyan kiegyenlítik a belső tér páratartalmát, így a szobában lévő hőmérséklet és páratartalom egyensúlyi állapota egészséges klímát és kellemes érzetet biztosít. A Durisol zsaluzóelemek további előnye a kerámia falazóblokkokkal szemben, hogy nedvesség hatására nem veszítenek számottevően hőszigetelő képességükből, és nem változtatják formájukat sem.

3.9. Méretpontosság

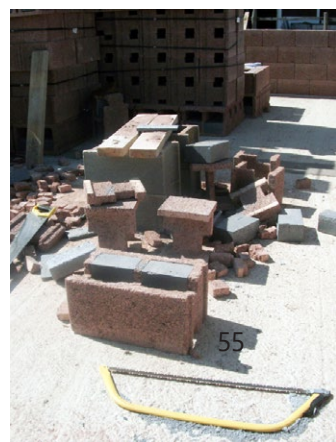
A Leiertherm 30 N+F falazóelemek gyártási mérete (szélesség, hosszúság, magasság) 250×300×238 mm, melyhez ±4 mm mérettűrés tartozik. A középérték-tűrés mellé mérettartomány tűrés követelmény is tartozik, ennek maximális értéke 5 mm. **A Durisol** zsaluzóelemek mérettűrése ezzel szemben szélességi és hosszúsági értelemben ±5 mm, magassági értelemben ±3 mm. Mérettűrés előírás vonatkozik továbbá a betonmag számára kialakított üregek és a külső-belső fabeton kerget összekötő stégek vastagságára is, mely érték az előbbinél max. +10 mm, utóbbinál max. -3 mm.

Megállapíthatjuk tehát, hogy a Durisol zsaluelemek **magassági méretpontossága** megbízhatóbb, mint a kerámia falazóblokkoké. Ennek legfőbb oka, hogy míg a kerámia falazóelemek méretpontatlanságai a vízszintes habarcsréteggel kiegyenlíthetők, addig erre a Durisol zsaluelemeknél nincs lehetőség. A gyártási pontatlanságból eredő méretbeli eltérések viszonylag ritkán okoznak problémát a zsaluelemek összeépítésekor, de ha mégis, helyszíni gyalulással könnyedén ki lehet őket egyenlíteni.

3.10. Alakíthatóság

Kerámia falazóelemek esetén a darabolt elemek az egész elemek méretre vágásával készíthetők el. Vágás előtt milliméter pontossággal kell meghatározni az egyedi elemek méretét. A művelethez gyémánttárcsás, vízhűtéses kővágó gép, illetve keményfém fogazatú, gépi meghajtású fűrész szükséges. Roncsolással járó vágási módszereket és eszközöket alkalmazni tilos, mert az ilyen falazóelemek jelentősen csökkentik a falszerkezet teherbírását! A vágási felületen nem lehetnek csorbák és kitüremkedések. Ügyelni kell a vágási felület függőlegességére.

3.8. ábra
A Durisol zsaluzóelemek építéshelyszíni darabolása



A Durisol zsaluzóelemek előnye, hogy tetszőlegesen darabolhatók, kézi fűrészsel vagy fűrészgéppel. A vágási műveletre ugyanazon elvek vonatkoznak, mint a kerámia falazóblokkokra, azonban a könnyű fabeton kéregnek köszönhetően a darabolás jóval könnyebb. A zsaluelemek méreteit figyelembe vevő gondos tervezéssel és kiegészítő elemek (sarokelem) használatával a vágott elemek száma minimalizálható, ami szintén előnyt jelent a kerámia falazatokkal szemben.

3.11. Szerelvényezhetőség

Leiertherm 30 N+F falazóelemek esetén a függőleges falhorony kialakítási szabályok attól függenek, hogy a falhorony a falazat építésével egy időben, vagy a falazat építése után készül. Amennyiben a falhorony a falazattal egy időben készül, úgy min. 21,5 cm falvastagságnak kell maradni, a falhorony szélessége pedig max. 30 cm lehet. Ha a falhornyot a falazat készítése után alakítják ki, mélysége max. 3 cm, szélessége max. 17,5 cm lehet. 2 cm mélységig korlátlan hosszban készíthetők vízszintes és ferde falhornyok. Ha a horony hosszúsága max. 125 cm, akkor a horonymélység max. 3 cm.

A Durisol zsaluzóelemek előnye, hogy az elektromos vezetékek és a kisebb átmérőjű vezetékek védőcsövei a faaprítékos kéregbe mart hornyokba egyszerűbben elhelyezhetők. Mivel a kéreg nem vesz részt a teherhordásban, így a hornyok kialakítására nem vonatkoznak különösebb korlátozások. További előnyük, hogy anyagi összetételükből adódóan a marási művelet is gyorsabb, könnyebb és egyszerűbb. A hornyok kialakításakor egyedül arra kell ügyelni, hogy azokat a betonmag szilárdulása után marjuk ki és, hogy a hanggátlás megőrzésének érdekében a vezetékek ne érjenek a be-

3.9. ábra
Villanszerelés előkészítése, horonymarás
Durisol falban



tonmához. Természetesen a betonmagot sem célszerű megvélni. A lakóegységeket elválasztó falak esetében a falszerkezet két oldalán elhelyezkedő elektromos dobozokat egymáshoz képest legalább 50 cm-el eltolva kell beépíteni.

A nagyobb átmérőjű csövek rövidebb szakaszokon (WC-csatlakozásoknál) a betonmagban is elhelyezhetők. Ez a művelet szintén egyszerűbb és gyorsabb lehet, főleg, ha betonozás előtt a csövek tervezett helyén méretre vágott polisztirolhab-elemekből kialakított kirekesztést helyezünk el. Természetesen a kirekesztések helyét a zsaluzóelemek felületén jelölni kell. A beton megszilárdulása után a bejelölt helyen kivágják az elemeket, eltávolítják a polisztirol-kirekesztést és már be is lehet építeni a vezetékét. A kirekesztett részek körül a betonmagot vasalással kell megerősíteni. Amennyiben nagy átmérőjű csöveket hosszabb szakaszon akarunk a falszerkezetbe építeni, ajánlatos őket inkább külön strangokban, illetve a falszerkezethez erősítve elvezetni. Mivel a faaprítékos kéreg nem teherhordó, ezért még kisebb tömegű szerelvényeket is a betonmagba fúrt rögzítő elemekkel kell a Durisol falszerkezetekhez erősíteni.

3.12. Felületképzés

Kerámia falazatok vakolattartó képessége kiváló. Vakolat készítése során minden esetben az első lépés a vakolandó felület előkészítése. Ilyenkor el kell távolítani a különböző kitüremkedéseket és sókivirágzásokat, a felületet kefével portalanítani kell. Vakolaterősítő háló szükséges a vakolandó felület minden olyan részén, ahol repedés keletkezhet. A hálót egyenletesen, gyűrődésmentesen kell a vakolóanyagba ágyazni. Nagy felületű vakolaterősítésnél 10 cm-es átfedés szükséges, kis felületű vakolaterősítés esetén a hálózott fe-



3.10. ábra
Gúzolt Durisol fal
egy nyírcsaholyi
építkezésen

lület minden irányban min. 10-15 cm-rel nyúljon túl az erősítendő részekben. A vakolaterősítő szerkezetek rögzíthetők mechanikusan, flexibilis ragasztóanyagba vagy vakolóanyagba ágyazva. Vakolás előtt szükséges a felületet előnedvesítése és érdesítése, melyet az alapfelület és a vakolat anyagától függően gúzolás (előfröcskölés) vagy vakolatalapozás követ.

A Durisol kézi zsaluzóelemes falrendszer fontos előnye, hogy nem feltétlenül igényel felületképzést. Amennyiben a funkció megengedi vagy megkívánja (pl. ipari vagy mezőgazdasági épületek), akár kívül-belül nyersen maradhat a falfelület. Ha mégis vakolat készül, ugyancsak kihasználható a Durisol zsaluelemes falszerkezet faaprítékos külső kérgének előnye, ami rendkívül jól vakolható és kiváló vakolathordó tulajdonságú felületet biztosít. A vakolási munkálatok megkezdése előtt ajánlott megvárni, míg a betonmag teljesen kiszárad. Számításba kell venni, hogy a száradási idő függ az időjárási viszonyoktól és a helyszín elhelyezkedésétől.

A Durisol zsaluelemes falrendszer további előnye, hogy egyrétegű belső vakolatok esetében **nem igényel felület-előkészítést**. Többrétegű belső és külső vakolatok esetében a vakolat anyagától függően szükséges lehet a vakolat aljzatának előkészítése, ill. egyéb kiegészítő intézkedések.

3.11. ábra
Durisol termékekkel
idő- és költséghatékony
az építkezés



Általános szabályként elmondható, hogy a vakolás előtt a különböző épületvillamossági, épületgépészeti vezetékek és berendezések előre kialakított helyeit és áttöréseit célszerű ideiglenesen megvédeni. A gépészeti vezetékek nyomáspróbáit a vakolás megkezdése előtt el kell végezni. Figyelmet kell fordítani a vakolatot hordó felületeknél az ajtókeretek, ablakkeretek és csövek védelmére is. Az 5 cm-nél szélesebb hornyok és hézagok lefedésénél, az eltérő anyagú szerkezetek csatlakozásainál vakolaterősítő hálót, a nyíláske-
reték és falvégek éleinél vakolóprofilot kell elhelyezni. A külső oldalon teljes felületen vakolaterősítő háló elhelyezése szükséges.

Minden esetben **a vakolatgyártó alkalmazástechnikai utasításai szerint** kell eljárni. Fabeton felületek vakolásához iránymutatást adhatnak az Ausztriai Vakolatgyártók Szövetségének (ÖAP, Österreichischer Arbeitsgemeinschaft Putz) ajánlásai.

3.13. Építési idő és költség

A Leiertherm 30 N+F kézi falazóelemes falszerkezetet a Durisol zsaluelemes falrendszerrel összehasonlítva számos különbséget fedezhetünk fel, melyek befolyással vannak az építés időszükségletére, egyúttal megszbaják a szerkezet bekerülési költségét is. Az alkalmazástechnikai leírások szerint egy Durisol zsaluelemes falrendszer építési ideje az alaprajz bonyolultságától függően kibetonozással együtt **0,5-0,7 óra/m²**, mely időnorma nem tartalmazza a betonkeverék elkészítéséhez szükséges időt.

Építési idő és költség szempontjából a Durisol zsaluelemes falrendszer előnyei:

- Az elemek összeillesztéséhez nem szükséges sem függőleges, sem vízszintes **habarcsréteg**, ezzel jelentős anyag- és munkaidő ráfordítás takarítható meg.
- Kiegészítő elemek használatával **kevesebb darabolt elem** szükséges, így kevesebb vágási hulladék keletkezik és az építési idő pedig lerövidül. Gondos tervezés esetén ez a mennyiség tovább csökkenthető.
- A faapírtékot tartalmazó külső kéreg **vágása és marása** egyszerűbb és gyorsabb, akár kézi szerszámokkal is elvégezhető, ezzel idő és költség takarítható meg.
- A **nagyméretű zsaluelemek** négyzetméterenkénti anyagszükséglete lényegesen kevesebb (8 db/m²), mint kerámia falazóblokkok esetében (16 db/m²), s mivel a zsaluelemek tömege a

kerámia falazóelemekkel megközelítőleg egyezik, így az építkezés időtartama rövidebb, és kevesebb a szerkezet építésének élőmunka igénye is.

- Az **integrált hőszigetelést** tartalmazó zsaluelemes falrendszerek homlokzati hőszigetelés nélkül is kielégíthetik a homlokzati falakra vonatkozó hőátbocsátási tényező értéket, ezért a homlokzati hőszigetelő rendszer nem minden esetben szükséges.
- **Falhornyok** készítése a Durisol zsaluelemek köpenyébe egyszerűbben és gyorsabban kivitelezhető, mint kerámia falazóblokkok esetén, ami tovább csökkenti az építési időt és költséget.

Építési idő és költség szempontjából figyelembe veendő további tényezők:

- Integrált **hőszigetelés nélküli** zsaluelemes falszerkezetek csak külső homlokzati hőszigetelő rendszer beépítése esetén felelnek meg a hatályos jogszabály előírásainak. A követelmény teljesítéséhez elegendő minimális hőszigetelés vastagsága meghaladja a kerámia falazóelemes falszerkezet esetében szükséges minimális vastagságot. Ez azonban csak a felhasznált hőszigetelő anyag mennyiségét növeli, az egyéb anyagszükséglet (vakolóanyag, ragasztóanyag, dűbelek, élvédők stb.) és az építési idő nem változik. Ezt a kismértékű építési többletköltséget azonban ellensúlyozza, hogy **a falszerkezet öszvastagsága** a vékonyabb teherhordó falszerkezetnek köszönhetően lecsökken, ezáltal nagyobb lesz az értékesíthető hasznos alapterület.
- A zsaluelemes falrendszer készítése során **beton- és betonacél szükséglet** jelentkezik (betonmag kitöltése és vasalása). Számolni kell tehát a beton keveréséhez, bedolgozásához és utókezeléséhez, továbbá a vasszerelés elkészítéséhez szükséges idővel és anyagmennyiséggel.
- Figyelembe kell venni, hogy a betonozás miatt nagyobb a bevitt **építési nedvesség**, mint kerámia falazatok esetében, ami hosszabb száradási időt von maga után. Számolni kell a betonmag kötési és szilárdulási folyamatának időigényével is.
- A zsaluelemek gyártási pontatlanságai miatt ritkán előfordulhat, hogy helyszíni csiszolással, gyalulással, vagy kiékeléssel **korrekció** válhat szükségessé a zsaluelemek egymásra helyezése közben. Ez építési többletidőt igényelhet, mellyel érdemes előre kalkulálni. Ezzel szemben kerámia falazóelemes falak esetében a falazóelemek méretpontatlanságai a habarcsréteg vastagságának változtatásával viszonylag egyszerűen kiegyenlíthetők.

3.14. Környezeti hatások

A kerámia falazóelemekkel összehasonlítva ökológiai szempontból a Durisol zsaluzóelemek legfontosabb előnye, hogy 2009-ben elnyerték a **NaturePlus minősítést**. A NaturePlus tanúsítványt olyan építőanyag birtokolhatja, ami előállításánál során nem igényel jelentősen környezetterhelő eljárást, a beépítése kapcsán jelentősen hozzájárul az épített környezet védelméhez, jelentősen javítja a lakókomfortot, és elbontása során nem keletkezik veszélyes hulladék.

3.12. ábra
A Durisol fabeton
termékek NaturePlus
minősítése



Minden termékre általánosan érvényes egy alapkritérium rendszer, egyes termékcsoportokra pedig további specifikáció vonatkozik. A NaturePlus tanúsítvánnyal rendelkező építőanyagoknak legalább 85%-ban megújuló-, vagy ásványi nyersanyagot kell tartalmazni, toxikus anyagok nem lehetnek benne, és a megújuló nyersanyagokat csak fenntartható mértékben használhatják a termék előállításához. Az alkalmazott adalékszerek csak minimális mértékben tartalmazhatnak környezetterhelő anyagokat. A gyártás során elvárt az alacsony energia- és nyersanyag felhasználás.

Egy 1990-es években elvégzett osztrák kutatás elkészítette az összes Ausztriában gyártott fabeton terméknek (így a Durisolnak is) az **ökológiai mérlegét**, melyben számításba vették a termék előállításához szükséges erőforrásokat, (anyagszükséglet, energiaigény, üzemanyagok, csomagolóanyagok), az igénybe vett környezeti elemeket (víz, levegő, terület), valamint a kibocsátott szennyezőanyagokat (gyártási és csomagolási hulladékok, szennyvíz, légszennyezés). A hatásvizsgálat feltárta a Durisol termékek legfontosabb tulajdonságait, melyek előnyössé teszik más falazó- és zsaluzóelemekkel szemben.

A fabetont **intenzív újrahasznosíthatóság** jellemzi, hiszen a gyártás során keletkező 123,4 kg/t hulladék 99,4%-a (122,7 kg/t) újrahasznosítható. Ebből 121,7 kg/t (98,6%) a marás és a selejtes termékek összetörése során keletkezik. Ez szinte teljes mértékben



3.13. ábra
A szén körforgása az
építőipari faanyag-
használat révén

visszaforgatható a gyártási folyamatba. A maradék csomagolási hulladékból (0,7 kg/t), háztartási hulladékból (0,6 kg/t) és folyékony hulladékból (0,4 kg/t) áll.

Gyártás közben rendkívül **kevés anyag megy veszendőbe**. Ugyan a teljes anyagszükséglet 11%-a hulladék, azonban figyelembe véve a magas belső hasznosítási intenzitást, a betáplált anyagoknak alig 1%-át (0,7 kg/t) kell csak ártalmatlanítani. Ebből is mindössze 14% (0,1 kg/t) minősül veszélyes hulladéknak, ami rendkívül alacsony kockázati potenciált jelent.

A fabeton termékek **átlagos vízigénye** 284,3 l/t, melynek 92%-a a gyártáshoz szükséges. Ez azonban alig okoz szennyvízképződést, mert az előállításához szükséges keverővíz tiszta vízként elpárolog. Mindössze a további feldolgozáshoz szükséges vízbe kerül szennyeződés, amely azonban semmivel sem veszélyesebb, mint a háztartási szennyvizek.

A gyártás **helyigénye** rendkívül kicsit, mivel egy éves termelést számítva átlagosan ez az érték kevesebb, mint 0,05 m³/t. A fabeton termékek szállításához szükséges speciális **csomagolási** mennyiség nem éri el az 0,5 kg/t értéket (pl. nem szükséges raklap), ami szintén nagyon kevésnek számít (sőt, a csomagolóanyag 75%-a újrahasznosított anyagból készül).

A tényleges termelési folyamat **károsanyag-kibocsátása** alacsony, ráadásul ez szinte kizárólag égési folyamatokból (fűtés és szállítás) származik. Az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának 54%-a fűtési tevékenységnek és 46%-a közlekedési tevékenységnek tulajdonítható. A savas emisszió tekintetében a fűtési kibocsátások

Falazat típusa	Nem megújuló primer energiaigény (Primär Energie Inhalt)	Üvegházhatási potenciál (Global Warming Potential)	Savasodási potenciál (Acid Precipitation)
	PEI (MJ/m ²)	GWP (kgCO ₂ /m ²)	AP (kgSO ₂ /m ²)
Durisol DSs 37,5/12	204,57	11,70	0,0668
38 cm kerámiafal	936,17	66,73	0,2202
18 cm vasbeton fal	734,08	79,04	0,2955

3.11. táblázat
Durisol gyártásának környezeti hatásai összevetve a kerámia és a vasbeton anyagú falakkal

19%-ot, míg a közlekedési kibocsátások 81%-ot tesznek ki (ez nagyrészt a dízel üzemanyag magas nitrogénvegyület-tartalmának tulajdonítható). A felszín közeli ózon kialakulásában a fűtési rendszerek kibocsátása 13%-kal, a közlekedési kibocsátás 87%-kal vesz részt.

A Durisol zsaluzóelemek **széndioxid-megkötő képessége** 395,8 kg/t. Ezzel szemben az előállítás széndioxid-kibocsátása mindössze 275,8 kg/t. Mindez azt jelenti, hogy minden tonna zsaluzóelem gyártásakor 120,1 kg széndioxidot vonunk ki a légkörből, amivel nagymértékben hozzájárul a globális felmelegedés mérsékléséhez.

A Durisol zsaluzóelemek **gyártási energiaszükséglete** 103,6 kWh/t. A kissé magasnak tűnő értéket elsősorban a viszonylag hosszú szállítási útvonalak során elégetett üzemanyagok okozzák. A teljes gyártási energiaszükséglet 25,5%-a (26,4 kWh/t) elektromos energia és 74,5%-a (77,2 kWh/t) fosszilis energia. Utóbbiból 42,1 kWh/t (40,6%) a fűtési energia, 35,1 kWh/t (33,9%) pedig a szállítási üzemanyag. Hozzá kell azonban tenni, ha a gyártás teljes (nem megújuló primer energiaforrásból származó) energiaigényét 1 m² falfelületre vetítve tekintjük (204,57 MJ/m²), akkor a kerámia falazóelemek szükségletének (936,17 MJ/m²) ez mindössze 22%-a, a vasbeton szerkezetek szükségletének (734,08 MJ/m²) pedig csak 28%-a.

Terméktípus	Elsődleges nyersanyag (%)	Másodlagos nyersanyag (%)
Hőszigetelés nélküli termékek	43,7	56,3
Hőszigetelt termékek	45,0	55,0
Hanggátló termékek	62,8	37,2

3.12. táblázat
A Durisol termékek elsődleges és másodlagos nyersanyagigénye

3.14a. ábra
Fabeton zsaluzóelemes
szerkezetek bontása
és az anyagok szét-
választása különböző
frakciókra, 1-2. fázis



A Durisol zsaluzóelemek **üvegházhatási potenciálja** (GWP = Global Warming Potential) 1 m² falfelületre vetítve 11,70 kg CO₂ egyenérték. Ez szintén rendkívül kedvező, hiszen alig éri el a kerámia falazatok esetén számított érték (66,73 kg CO₂/m²) 18%-át, vasbeton szerkezetek esetén pedig az érték (79,03 kg CO₂/m²) 15%-át.

A Durisol zsaluzóelemek **savasodási potenciálja** 1 m² falfelületre vetítve mindössze 0,0668 kg SO₂ egyenérték, ami rendkívül kedvező, hiszen alig haladja meg a kerámia falazatok esetén számított érték (0,2202 kg SO₂/m²) 30%-át, és nem éri el a vasbeton szerkezetek esetén számított érték (0,2955 kg SO₂/m²) 23%-át.

A gyártáshoz szükséges **erőforrásokat** számítva kiderül, hogy 38%-ban faanyagra, 31%-ban olajokra (pl. szállítás), 14%-ban fémmre (pl. gyártószablonok), 7%-ban formaleválasztó anyagokra és 10%-ban egyéb anyagokra (papír, színezőanyagok, műanyagok, stb.) van szükség. A Durisol termékek előállítására rendkívül erőforrás-barát, mivel a szükséges teljes nyersanyag-mennyiség 45%-a másodlagos nyersanyag (pl. faapríték), 43%-a cement, 11%-a adalékanyag és mindössze 1%-a egyéb anyag (fém, ragasztó, színezőanyag). Az integrált hőszigetelés nélküli termékek tartalmazzák a legtöbb másodlagos (nincs benne adalékanyag és hőszigetelő anyag sem), a hanggátló szerkezetként használt termékek pedig a legtöbb elsődleges nyersanyagot (az adalékanyag miatt).

Ökológiai szempontból a Durisol zsaluzóelemek egyetlen fejlesztésre szoruló tulajdonsága a magas **szállítási energiaigény**. Minden tonna Durisol termék átlagos szállítási távolsága 81,9 km. Ebből hanggátló elemek szállítási távolsága a legrövidebb (57,8 km), az integrált hőszigetelés nélküli elemeké átlagos (82,4 km), az integrált hőszigetelést tartalmazó elemeké pedig a leghosszabb (107,9 km). A Durisol szállítási energiaigénye ebből kifolyólag nagyobb, mint a kerámia falazóelemeké, azonban ez a hátrány leküzdhető a beszerzési és szállítási logisztika optimalizálásával, mellyel a károsanyag-kibocsátás és a nyersanyag-felhasználás csökkenthető.



3.14b. ábra
Fabeton zsaluzóelemes
szerkezetek bontása
és az anyagok szét-
választása különböző
frakciókra, 3-4. fázis

3.15. Újrahasznítási lehetőségek

A **kerámia falazóblokkok** újrahasznítási lehetősége meglehetősen korlátozott. Míg a tömör, égetett kerámia falazóelem bontott építőanyagként való felhasználása széles körben elterjedt, addig a kézi falazóblokkok építési törmelék formájában korlátozott mennyiségben feltöltésként, vagy beton adalékanyagként használhatók csak. Ezzel szemben a Durisol zsaluzóelemek fabeton anyaga szinte teljes egészében újrahasznosítható. A gyártáskor keletkezett hulladékot és selejteket összevágás és aprítás után szín szerint szelektálják, majd visszaadagolják a gyártási folyamatba.

Újrahasznítás terén nagyobb kihívást jelent a Durisol zsaluzóelemekből készült **falszerkezet bontás utáni újrahasznosítása**, hiszen az már nem csupán fabetont, hanem más egyéb anyagokat (betont, vasalást, habarcsot, illetve esetenként hőszigetelő anyagot) is tartalmazhat. Ebben az esetben az építési törmelék összevágását követően szét kell választani a nehéz törmeléket (acél, beton) és a könnyű törmeléket (fabeton, integrált hőszigetelő anyag). A VÖB (Verband Österreichischer Beton- und Fertigteilterwerke) által 2017-ben végzett kutatás szerint erre a munkára legalkalmasabb berendezés a cikk-cakk szűrő, melyben a törmeléket egy gravitációs tölcseren keresztül vezetik be a rendszerbe, majd kereszt- és ellenáramú fúvatásnak teszik ki. Az anyag szétválasztása a különböző süllyedési sebességek alapján történik. A könnyű és nehéz törmelék szétválasztására levegőosztályozó is alkalmas, de elvégezhető hagyományos újrahasznosító üzemen is pofástörők, vibrálószíták, mágneses szeparátorok és ventilátorok segítségével. A nehéz törmelék a későbbiekben bizonyos feltételek mellett felhasználható beton adalékanyagként, a szétosztályozott könnyű törmelék pedig elméletileg visszavezethető a gyártásba (a fabeton törmelék a zsaluzóelemek, a hőszigetelő betét maradványai pedig a polisztirolgyártásba).

4. Előregyártott Durisol falelemek

4.1. A falelemek előregyártásának előnyei

Az építőipar 21. századi globális problémája a **munkaerőhiány**, mely országonként más-más jellegzetességekkel jelentkezik. Az építőipari termelés fokozása a szakképzett munkaerő hiányával párosulva újabb lendületet ad az építőipari **előregyártás** számára, ahol a szakmunkások, jobb körülmények között, hatékonyabban tudnak termelni. A Durisol kiváló tulajdonságokkal rendelkező fabeton termékei pedig ígéretes innovációs potenciállal rendelkeznek ahhoz, hogy nagyobb jelentőségre tegyenek szert korunk építési gyakorlatában.

A Durisol magasépítési termékcsaládja félmonolit építéstechnológiát ajánl a falas szerkezetű épületek számára egyesítve a falazott és a monolit technológia előnyeit. A félmonolit technológia hatékonyságát és ebből fakadó kedveltségét jól igazolja a szintén a Leier cégcsoport által forgalmazott kéregfalas és kéregpaneles építési módszerek nagyarányú elterjedése az utóbbi években. A **kéregpanelek újdonsága** a technológia jelentős, a paneles építésmód előzményeinek ismeretében meglepő flexibilitása. A korábban alkalmazott, teljesen előregyártott, paneles technológiával ellentétben a kéregfalak félmonolit technológiája nem előre meghatározott szűk elemkészletből építkezik, hanem az egyedi igények szerint megtervezett házat bontja fel kéregpanelekként legyártható, elszállítható, beemelhető zsaluzóelemekre. Ezzel a módszerrel nagy teherbírású, monolitikus tartószerkezeti kapcsolatokkal rendelkező, zsaluzatok nélkül, gyorsan építhető szerkezeteket nyerünk, vagyis a jobb minőség elérése mellett, munkaidőt és költséget takarítunk meg.

A vasbeton kéregpanelek sikerén felbuzdulva **a Durisol is kidolgozta az emeletmagas előregyártott kéregfalakkal történő építési megoldását**. Az elv hasonló: az egyedi épületterv elemekre bontásán alapul, mely feladatot a gyártó végez el. Kihasználva a lehetőséget a Durisol kézi zsaluzóelemeiből üzemi körülmények között, gyártmánytervek szerint összeragasztott, igény szerint akár

hőszigeteléssel, acélbetétekkel is felszerelt előregyártott elemekkel építkezhetünk, melyeket a helyszínen már csak pozicionálni, rögzíteni és kibetonozni kell. Amennyiben a födém szerkezet is valamilyen félmonolit technológiával készül, akkor például a födém állványokra helyezett kéregpanelei a falak betonozásához szükséges állványokat is kiválthatják, a falak és a födémek akár egy ütemben is betonozhatóak. Az így készült kéregfalak rendelkeznek mindazon előnyös tulajdonságokkal, melyekkel a kézi zsaluzóelemes Durisol falak is.

A kéregpaneles technológia előnye, hogy **a szerkezetépítés jelentős része ipari körülmények között, szakképzett munkaerő segítségével, magas hatékonysággal, komoly minőségellenőrzés mellett valósul meg** csökkentve a helyszíni munkaerő igényt, a munkások számát és a helyszíni munkával töltött időt tekintve is. A kéregfalas építés helyszíni fajlagos munkaidő igénye **akár 0,15 h/m²** is lehet, melybe beleértendő a kéregfalak kibetonozásának ideje is, a beton keverése nélkül.

A paneleket **az üzemben** előkészítik az összeépítésre, például kialakítják az összekapcsolódásukhoz szükséges réseket, az emeléshez szükséges hézagokat, befúrják az ideiglenes támaszok rögzítéséhez szükséges dübeleket, ellátják a szükséges jelölésekkel. Az építési helyszínen csak néhány eszközre, támasztó és rögzítő segédszerkezetre, építési segédanyagra van szükség, melyek szintén megvásárolhatók, vagy bérelhetők a Durisol gyártójától és forgalmazójától.

4.1. ábra
A Durisol kéregfal
elemei szállításra készen

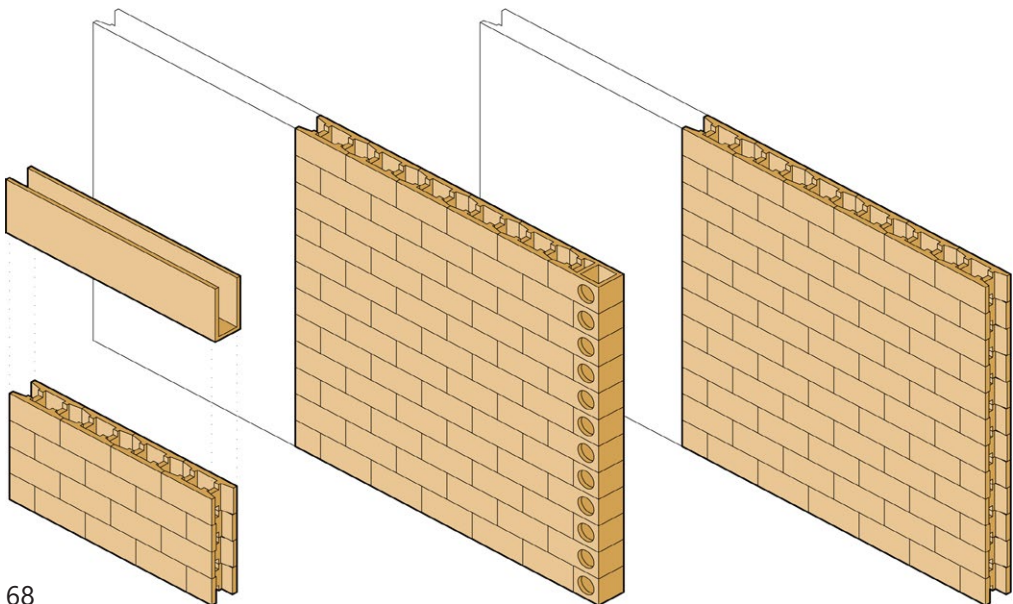


4.2. ábra
Durisol kéregfal
elemekkel épülő
lakóépület



4.3. ábra
Durisol kéregfal elemek
szokásos kialakításai:
normál falelem,
sark falelem,
parapetelem,
áthidaló

A kéregfalas építés **tisztább, hulladékmentesebb** építést tesz lehetővé, mivel a helyszínen nem keletkezik építési hulladék a kézi zsaluzóelemek vágásából. Az üzemben keletkezett hulladék környezetbarát újrahasznosítása sokkal egyszerűbb, mintha azt egy építési helyszínről szállítanák vissza szinte ellenőrizhetetlen körülmények közül. Mivel az újrahasznosítás a gyártási folyamat természetes része, ezért a hulladékot ennek megfelelően is kezelik, a technológiai utasításokat betartva.

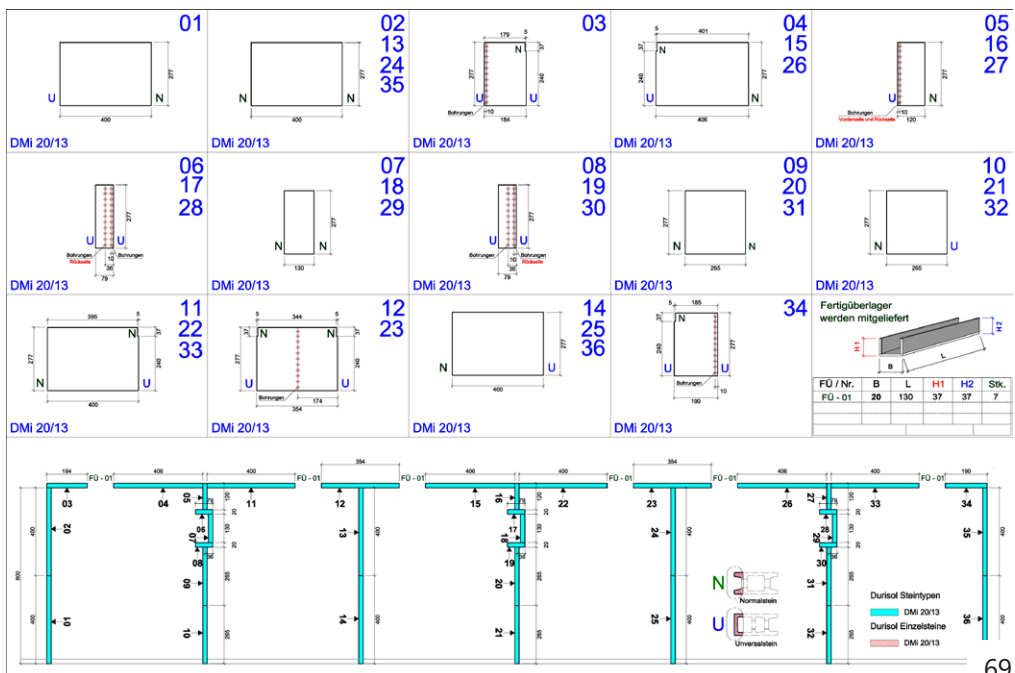


4.2. Tervezés előregyártott falelemekkel

A korszerű kéregfalas építéstechnológiák fontos alapelve, hogy az **egyedi igények szerint megtervezett épületet bontják elemekre**. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy minden épület teljes egészében megvalósítható a kéregfalas építéssel, hiszen minden technológia rendelkezik kötöttségekkel, melyeket figyelembe kell venni a tervezési folyamatban, és amelyek befolyásolhatják az épületek építészeti és épületszerkezeti kialakítását. Érdemes ezeket a kötöttségeket ismerni, és a tervezés során alkalmazkodni hozzájuk, hogy a választott építéstechnológia előnyeit a lehető legnagyobb mértékben ki tudjuk használni, és hogy épületünk terveit ne kelljen átdolgozni, amikor a projekt a kivitelezés előkészítési szakaszhoz ér.

Ahogy a Durisol kézi zsaluzóelemekkel készülő épületek tervezésénél a modulkoordináció kiemelt fontosságú, úgy a Durisol kézi zsaluzóelemekkel készülő kéregfalakkal épített épületekre is igaz ez a kijelentés. Itt a **modulkoordináció hatványozottan** jelenik meg a tervezésben, hiszen egyrészt maximum 3,00×5,00 m-es, lehetőleg téglalap alakú, legyártható, elszállítható, beemelhető falelemekre kell bontani az épületet; másrészt a falelemeket is a 25 cm-es modul alkalmazásával célszerű megtervezni. Ez utóbbi szempont inkább gazdaságossági szempont, hiszen az üzemi előregyártás során meg tudják oldani a kéregfal elemek technológiai szabályok szerinti ki-

4.4. ábra
Durisol kéregfal
elemek terve



alakítását, szükség esetén az egyedi méretre és alakra vágást, ez azonban plusz munkát, anyagot, végeredményben költséget jelent.

Amennyiben egy épületet a Durisol kéregfalaival kívánunk megépíteni, akkor ajánlatos, hogy már a tervezés fázisában **együttműködjünk** a Durisol műszaki tanácsadóival, akik segítséget nyújtanak az épületszerkezeti és tartószerkezeti tervezésben, érvényesítve az elemekre bontás, az elemgyártás, az elemek szállíthatóságának, daruzhatóságának, összeépíthetőségének speciális szempontjait. A Durisol műszaki szaktanácsadói hatékony segítséget nyújtanak a tartószerkezeti tervezési munkához, elkészítve a kéregfalak gyártmányterveit, melyeket az épület tartószerkezeti tervezője a kiviteli dokumentációba illeszthet. A Durisol kéregfalas falszerkezetek statikai működéséért, a kitöltőbeton anyagminőségeinek és a vasalások megtervezéséért természetesen a tartószerkezeti tervező felel, ezért fontos, hogy a gyártmányterveket átlássa, és ellenőrizze.

4.3. Kivitelezés előkészítés

Az előregyártott építési megoldásokat alkalmazó technológiáknál az előkészítő szakaszba tartozó munkafázisok száma és hangsúlya növekszik. A Durisol kéregfalak alkalmazásánál az előkészítő szakaszban a tervező és a gyártó közösen dolgozza ki az épület építészeti, épületszerkezeti és tartószerkezeti terveit. A gyártó be-

4.5. ábra
Durisol kéregfal elem
készül a jánossomorjai
üzemben



kéri az épület terveit, és néhány alapvető információt az építési projektről, melyek alapján konkrét **gyártmányterveket** készít az egyes falelemekről. A gyártmányterveket egyeztetik a tervezőkkel, akik a terveket ellenőrzik, és amennyiben megfelelőek a tartalmukat integrálják saját terveikbe. A gyártmánytervek segítségével a kivitelezővel szerződött határidőre készítik el a falelemeket, melyek helyszíni elhelyezéséhez un. **elhelyezési rajz** is készül (4.4. ábra).

Az előregyártásnak köszönhetően tulajdonképpen a kéregfal elemek **tervek szerinti gyártása** is a kivitelezés előkészítés részét képezi. A falelemeket egy döntött felületen állítják össze a Durisol magasépítési termékcsalád kézi zsaluzóelemeiből. Kéregfalak a hőszigetelés nélküli és az integrált hőszigetelést tartalmazó zsaluzóelemekből is készíthetők. Amennyiben szükséges feles elem méretű, vagy ennél nagyobb vágott zsaluzóelemeket is használnak, a technológiai utasítások szerint. A zsaluzóelemeket a vízszintes és a függőleges hézagoknál is egymáshoz ragasztják. A döntött felületnek köszönhetően biztosítható a falelemek sík volta. Amennyiben szükséges a felületi egyenetlenségeket (pl. kitüremkedő ragasztó miatt) legyalulják. Ha szükséges a falelemeket méretre vágják, pl. modulmérethez nem igazodó magasság vagy ferde tetejű, tetőlejtéshez igazodó elemek esetén. A T vagy L alakban csatlakozó falelemeknél kifúrják a kitöltőbeton egyik elemből a másikba átfolyását biztosító



4.6. ábra
Durisol kéregfal elemek
szállítása kalodákban



4.7. ábra
Durisol kéregfal elem
emelése hevederekkel

lyukakat, minden zsaluzóelem sorban. A falelem alsó részén hornyokat vágnak az emelő hevederek számára. A falelem felső részén, két helyen dübelt fúrnak és ragasztanak be a zsaluzóelemek átmenő stégjébe az ideiglenes ferde támaszok későbbi rögzítéséhez. Minden falelemet megjelölnek az élén, hogy az elhelyezési tervek szerint beazonosíthatóak legyenek. Ha a falelem eltérő vastagságú fabeton kéreggel készül, akkor a vastagabb oldalt is megjelölik.

A Durisol kéregfalakat szállító kalodákba rendezve a Leier cég saját járművein **szállítja** az építkezés helyszínére egyeztetett időpontban, közvetlenül a beépítés előtt. A gyártmánytervek készítése során figyelembe veszik a szállító eszközök, a kalodák és a járművek gazdaságos kihasználtságát is. Minden szállítmányhoz szállítólevél készül a kalodaszámok és a falelem számok feltüntetésével. A falelemeket közvetlenül a járműről, a kalodából **emelik** ki hevederek és daru segítségével. A daru lehet az építés helyszínére telepített állandó daru, vagy autódaru. Bár az elemek mérete jelentős lehet, a fabeton kéregpanelek súlya általában nem jelent extrém terhelést a daruk számára (1080-2040 kg/elem). Nagy emelési mélység és/vagy szűk helyek esetén óvatosabb, átgondoltabb daruzás szükséges. Amennyiben a daruzás kötöttséget jelent az építkezésen, úgy a darukapacitás figyelembe vételével alakítják ki a gyártmánytervet, kisebb súlyú és méretű elemekre bontva az eredeti tervet. Az épí-

tési helyszínen biztosítani kell a megfelelő teherbírású közlekedési utat és parkolási helyet az akár 40 tonnás szállító jármű és a daru számára is. Mindezek fontos **organizációs tervezési feladatokat** jelentenek minden építkezés esetén, mely munkában a Durisol műszaki szaktanácsadói készségesen állnak a tervezők, kivitelezők rendelkezésére.

4.4. Építés előregyártott falelemekkel

A helyszíni építkezés a falelemek **kitűzésével** kezdődik. A fogadó szintnek kéregpanelek esetében is ± 1 cm pontosságú sík felületnek kell lennie. Amennyiben szükséges ki kell alakítani a fal alatti vízszintes talajnedvesség elleni szigetelést, és ha a tartószerkezeti terv előírja, akkor az alaptestek és a falszerkezetek összekötését szolgáló kitűskézést. Az elhelyezési terven jelölt helyekre kerülő falelemek számára **szintező lapok** segítségével be kell állítani a teljesen vízszintes fogadó felületet. Egy kéregfal alá 4-6 szintező pont kerül általában. A hevederekre függesztett kéregfal elemeket daru segítségével **emelik be és pozicionálják** a tervezett helyükre, pontosan a szintező pontokra ültetve.

Az elemek felfüggesztését csak akkor lehet megszüntetni, ha falelemenként legalább két ferde támasszal **megtámasztottuk** őket. A támaszok rögzítése számára a falelembe már a gyárban elhelyezték a dübelt. A támasz másik végét a szilárd aljzathoz kell rögzíteni, szintén dübeleléssel. A ferde támasz menetes orsó segítségével lehetővé teszi a falelem függőlegességének pontos beállítását. Az emelés során ügyelni kell arra, hogy a hevederek ne károsíthassák a falelem tetejét, és hogy alul a számukra kialakított horonyba kerüljenek, és így visszanyerhetőek legyenek.



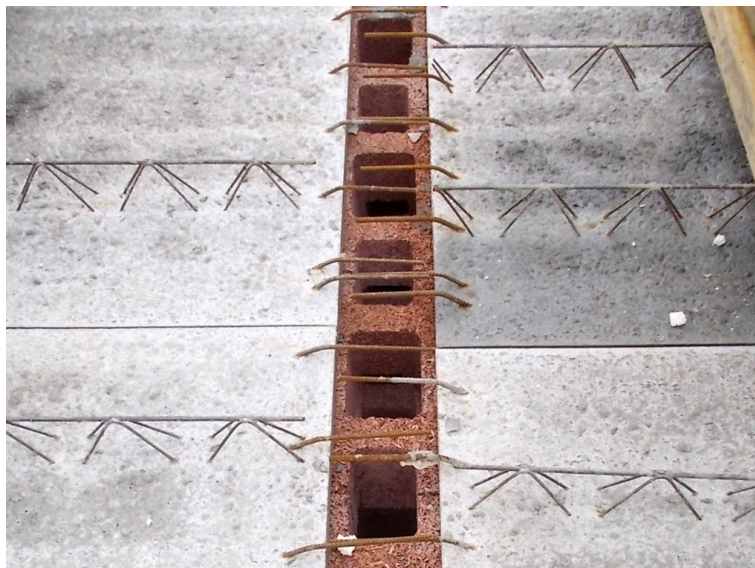
4.8. ábra
A kéregfalak építéséhez
a helyszínen szükséges
eszközök

4.9. ábra
Durisol kéregfalak
megtámasztása ferde
támaszokkal



A falelemek elhelyezése és rögzítése után kezdődhet a zsaluzatok megtöltése betonnal a teljes falmagasságból történő **betonozásnál** a 2. fejezetben leírt tulajdonságokkal rendelkező betonnal, a technológiai utasítások legszigorúbb betartása mellett. Az előregyártott kéregfalas szerkezetek általában vasalatlan betonnal készülnek, bár a módszer nem zárja ki a kiegészítő vasalások elhelyezését, vagy a teljes fal bevasalását sem. A vasalások elhelyezése azonban jelentősen lassítani tudja az egyébként igen gyors szerkezetépítési munkát. A falelemek megtámasztása csak a beton megszilárdulása után bontható el. A falakkal kapcsolatos további munkafázisok (utókezelés, szerelvényezés, vakolás) megegyeznek a kézi zsaluzóelemes építésmódnál a 2. fejezetben leírtakkal.

4.10. ábra
Ha a Durisol kéregfalakat Leier vasbeton kéregpanelekkel együtt alkalmazzuk, a falak kibetonozásához munkaszintünk is lesz

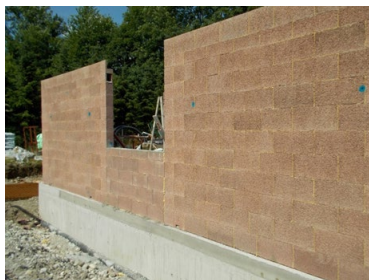


4.4.1. Falelem kialakítások

Az előregyártott Durisol kéregfalakkal készülő épületek függőleges tartószerkezeteinek **elemekre bontását** a gyártó és a tartószerkezeti tervező közösen végzi. A falelemekre bontást úgy kell végezni, hogy az épület tartószerkezete minden tekintetben működőképes maradjon. Figyelembe kell venni azonban további technológiai és gazdaságossági szempontokat is.

A technológiai szempontok közé tartoznak az alábbiak:

- Legfeljebb 3,00×5,00 m-es befoglaló méretű legyen a falelem, gyártható és szállítható méret és emelhető súly tekintetében.
- A maximális méret, és ezzel összefüggésben a súly meghatározásánál figyelembe kell venni az építési helyen rendelkezésre álló daru emelési tulajdonságait is.
- Legalább 1,00 m széles legyen a falelem, hogy a kézi zsaluzóelemekből megfelelően kirakható legyen, a betonmagok számára szükséges üregek kialakításával.
- Lehetőleg téglalap alakú legyen a falelem, a biztonságos szállítás és beemelés érdekében.
- Téglalaptól eltérő formájú elemek is kialakíthatók méretre vágással (pl. tetőlejtéshez igazodó, ferde éllel), ilyenkor törekedni kell a konkáv formákra bontásra, el kell kerülni az olyan formákat, melyek a falelem megtörését okozhatják a szállítás és emelés során.
- Lehetőleg ne tartalmazzon a falelem nagyméretű ablaknyílást. A nyílásos falelemek szállítása és emelése vállalhatatlanul nagy



4.11. ábra
Falnyílásos homlokzati
falak elemekre bontása
és tetőhöz illeszkedő,
ferde vágású kéregfalak

kockázatot jelent. Ilyen esetben érdemes a falnyílást két falelemmel szegélyezni, alulra külön parapet, felülre külön áthidaló elemet tervezni.

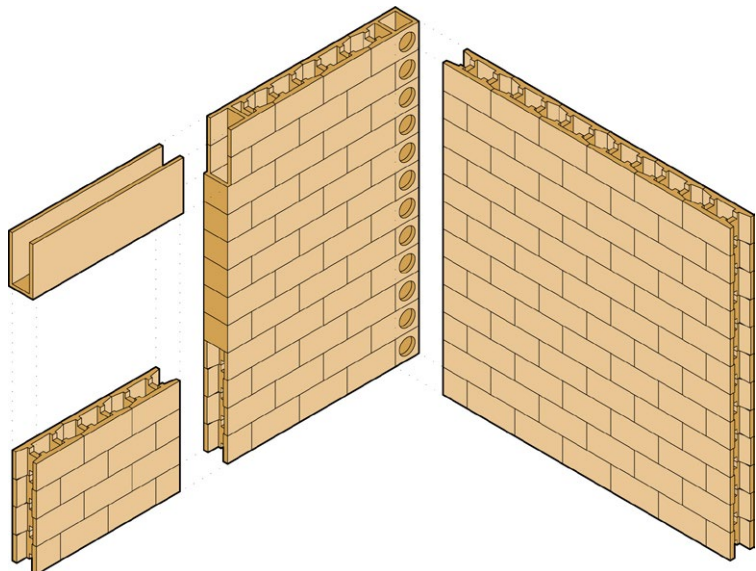
A gazdaságossági szempontok közé tartoznak az alábbiak:

- A falelem méretei igazodjanak a zsaluzóelem modulméretéhez, vagyis a 25 cm-hez, a vágási hulladék minimalizálása érdekében.
- Törekedni kell a szállító eszközök, a kalodák és a járművek maximális kapacitásának kihasználására a szállítás költségeinek minimalizálása érdekében.
- A kisebb falelemek, pl. parapet falak kialakítása költséghatékonyabb lehet helyszíni munkával, kézi zsaluzóelemekből, mintsem falelemként leszállítva.

4.4.2. Falelem csatlakozások

A kézi zsaluzóelemes falak építésénél minden sor felrakásánál nagy gondot fordítanak a falidomok kialakítására, melynek lényege, hogy a falak T és L csatlakozásainál a különböző síkban álló falak betonmagjai összeérjenek, és így egy monolit szerkezetet alkossanak. Ezeknek a csatlakozásoknak a megerősítéséhez kiegészítő vasalás is alkalmazható: háromsoronként 1-1 szál $\varnothing 8$ betonacél, irányonként legalább 0,75 m-es túlnyúlással. Ha az épületünket előregyártott Durisol kéregfalakkal szeretnénk megépíteni, akkor az egyes falelemek csatlakozásait másként kell kialakítani.

4.12. ábra
Durisol kéregfalak
L csatlakozása,
ablak kialakítás

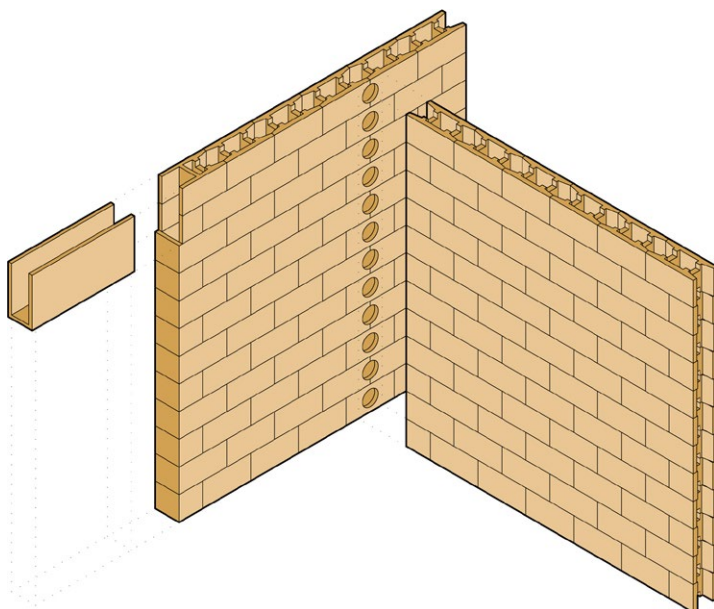


Amennyiben a kéregfal elemek **egyvonalban csatlakoznak** egymáshoz, úgy nincs különösebb teendő. Ilyenkor a csatlakozó fal-elemek vége nyílt, így a betonmag folytatódólagos lesz, az illesztési hézagban egy betonmag oszlop alakul ki.

L alakú csatlakozásnál a sarokra kifutó falelem vége univerzális zsaluzóelemekkel készül, melyeknek oldalára nyílásokat kell fúrni vagy vágni, hogy a hozzá oldalról csatlakozó másik, normál elemmel végződő falelem betonmagjával létrejöhessen a monolitikus kapcsolat.

T alakban történő csatlakozás esetén el kell dönteni az egyes elemek pozícióját a találkozásnál. Dönthetünk úgy, hogy a merőleges falba becsatlakozó falat kifuttatjuk a külső falsíkra. Ebben az esetben azt univerzális elemekkel kell zárni, és mindkét oldalán nyílásokat kell fúrni vagy vágni, hogy a hozzá oldalról csatlakozó két másik, normál elemmel végződő falelem betonmagjával létrejöhessen a monolitikus kapcsolat. De dönthetünk úgy is, hogy a merőlegesen becsatlakozó falat csak nekivezetjük egy falelem közepének, lehetőleg olyan helyen, ahol üreg van a zsaluzatban. Ebben az esetben a csatlakozó falat normál elemekkel zárhatjuk, és a másik falelem közepére kell nyílásokat fúrni vagy vágni a kapcsolat létesítéséhez.

A falelemeken belül a kézi zsaluzóelemeket **ragasztóhabbal** ragasztják össze. Ezt a ragasztóhabot a helyszínen is célszerű használni a hézagok tömítésére, a falelemek egymáshoz illesztésénél,



4.13. ábra
Durisol kéregfalak
T csatlakozása,
ajtó kialakítás



4.14. ábra
A kéregfal elemek kapcsolódásához szükséges módosításokat még az üzemi előregyártás során elkészítik

valamint az aljzat és a falelemek között. A falelemek csatlakozásához a gyakorlatban viszonylag ritkán helyeznek el **kiegészítő vasalást**, mivel az acélbetétek elhelyezése kicsit körülményesebbé teszi a falelemek elhelyezését. Ilyen esetben a második falelemet oldalról kell érkeztetni, hogy a vízszintesen kiálló acélbetétek behúzhatóak legyenek a megfelelő üregekbe.

Általános esetben a T és L csatlakozásoknál 10-12 cm átmérőjű lyukakat fúrnak a zsaluzóelemek másik falelemhez csatlakozó oldalán **a betonmagok közötti monolitikus kapcsolat** létrehozása érdekében. Amennyiben ezt a kapcsolódási módot nem tarjuk elégésnek statikai vagy akusztikai okokból (hanggátló falak esetén), akkor lyukak helyén a teljes csatlakozó betonmag vastagságában felvághatjuk a zsaluhéjat, biztosítva a betonmagok teljes kapcsolását. Ezt a vágást célszerű a helyszínen, a végső pozícióba helyezés után elvégezni, hogy a szállítás és a beemelés során még ne legyen meggyengítve a kéregfal elem.

5. Referenciaprojektek

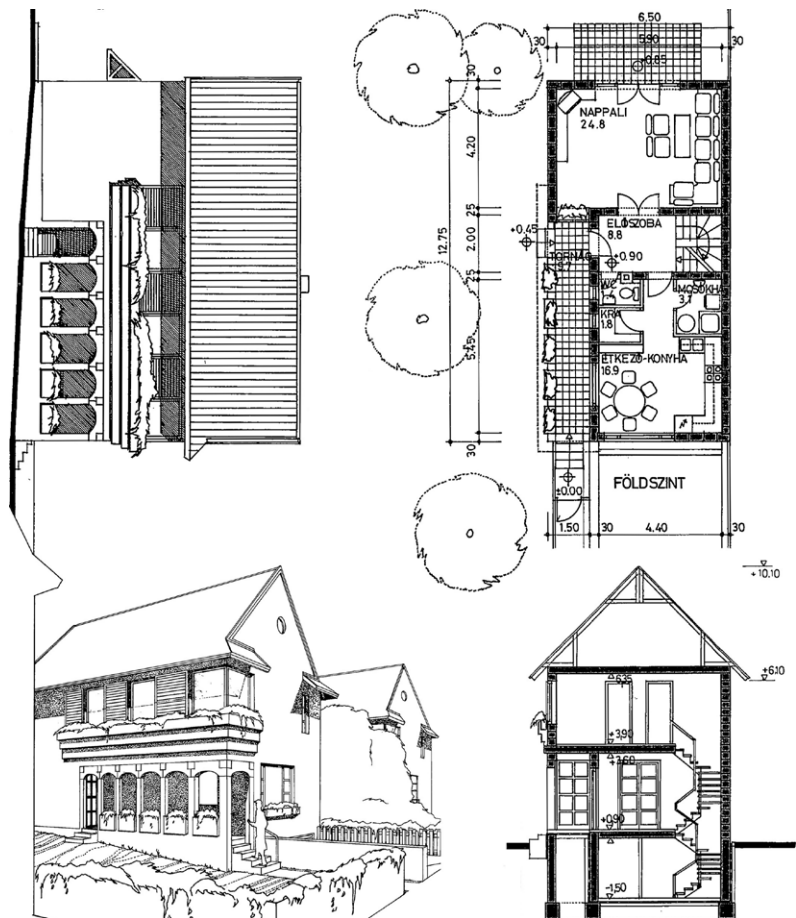
5.1. Kilenc évtizedes nemzetközi múlt

A Durisol fabeton anyag története az 1930-as évekig nyúlik vissza, de igazán nagy jelentőségre csak a II. világháborút követő újjáépítésben tett szert főleg azokon a területeken, ahol lehetőség volt fenyőfa kitermelésre és nevelésre. Magyarország a világháborúk utáni megcsönkített formájában már nem rendelkezett jelentős fenyőerdőkkel saját területein, a határokon átívelő kereskedelem pedig nagyon nehézkes és egyértelműen csak KGST irányú lehetett. Ezért az 1950-60-as évek építőiparában az építési fa más anyagokkal történő kiváltása volt jellemző. A fa nyílászárók helyett megjelentek az acél keretesk, a magastetők fa tetőszerkezeteinek helyére pedig alternatív acél, sőt vasbeton megoldásokat dolgoztak ki. A tömeges lakásépítés problémáját eleinte téglával, kohóhabsalak betonnal, majd leginkább vasbetonnal kívánták megoldani. Ezzel párhuzamosan nyugaton, Ausztriában és Németországban, ahol fenyőfa termő területek bőséggel álltak rendelkezésre, elindulhattak olyan kísérleti építkezések is, melyekben a fenyőfa jelentősen több szerephez juthatott. A fabeton, mind másodlagos ipari nyersanyagból készülő építőanyag, kedvező épületfizikai jellemzőivel nagy sikerre tett szert Ausztriában.

Már 1955-ben megjelent egy cikk a Schweizerische Bauzeitung című szaklapban, mely a Durisol építési rendszer előnyeit néhány **kísérleti épülettel** együtt mutatta be. E cikkben még főleg Durisol

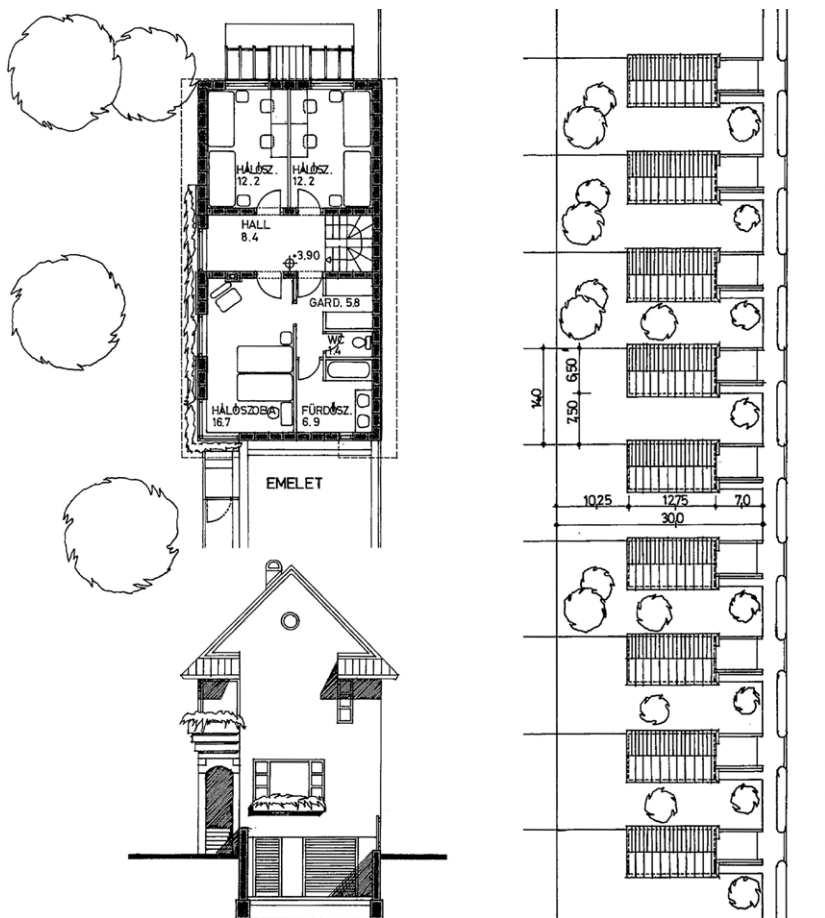


5.1. ábra
Kilencszintes szálló
épület építése Genfben
az 1950-es években,
teherhordó Durisol
falszerkezettel



homlokzati panelekkel épülő vázas épületek szerepelnek: egy faváz-szerkezetű óvoda Bázelen, egy sportcsarnok Bernben és két nyaraló New York államból, egy acélváz ipari épület Zürichből és egy előregyártott vasbeton vázas Wolfwilből. De megjelenik egy képpel és egy rövid leírással már egy kilencemeletes szállásépület is Genfből, melyet teherhordó Durisol falazóelemekkel építettek, vázszerkezet nélkül (építész: F. Jenny). A cikk szerint az anyagválasztás indoka a szerkezet kiváló léghanggátlása mellett, az új szerkezeti kialakítással elérhető anyag, hely és súlymegtakarítás volt.

A Durisol termék még a nyolcvanas években megjelent a **magyar piacon**, abban az időszakban, amikor az első olajválságok hatására az épületek energiahatékonysága is elkezdett fontossá válni. A licensz ekkori magyar tulajdonosa az AGROBER és a KOMÉP volt. Az építőanyag meghonosításához több lakóház mintaterv gyűjteményt is kidolgoztak, mely „segítséget kíván nyújtani tervezőknek, építetőknek az új építőanyagból készült lakóház kialakítási lehető-



5.2. ábra
Egy 120 m²-es
szabadon álló lakóház
terve az 1987-es
Durisol mintaház gyűj-
teményből, tervező:
Bodrossy Attila DLA

ségeivel kapcsolatban, hogy a Durisol biobeton kézi falazóelemből megtervezett szerkezetek előnyei teljes mértékben kihasználhatóak legyenek”. A Durisol építőanyagot akkoriban számos épületnél alkalmazták, tömegesen azonban nem sikerült elterjeszteni.

Ugyanebben az időszakban **Szlovákiában** a Durisol falszerkezetek használatával nagyobb, többlakásos épületek is épültek. Az egyik ilyen az alábbi képeken látható ötszintes, többlakásos lakóépület Pozsony jellemzően paneles beépítésű, Dolné Hony városrészének peremterületén. A három tömeggel egy gangos belső udvart körbeölelő ház egy kifejezetten üdítő példa a korszak építészeteiből. De ennél az épületnél nagyobb társasházakat is építettek Szlovákiában Durisol faszerkezetekkel. Tudomásunk van róla, hogy Besztercebányán és Trenčsénben még nyolcszintes épületeknél is alkalmazták a fabeton zsaluzóelemes technológiát.

A rendszerváltás után, és főleg az EU tagság megszerzésével sokminden megváltozott az építőanyagok piacán hazánkban is.



5.3. ábra
Pozsony Dolné Horny
városrészében álló
ötszintes lakóépület
az 1990-es évekből

Megnyíltak a határok és a piacok, országokon átívelő együttműködések jöttek létre, mind a gyártói, mind a keresleti oldalon. Ennek egyik szép példája a Leier cég, mely többek közt újra meglátta a lehetőséget a Durisol fabetonban. Így lehetővé vált, hogy az oszt-rák fa alapanyagból Pozsonyban készítsenek kézi zsaluzóelemeket, melyekből a győri üzemben gyártanak pl. hanggátló falakat nagy mennyiségben.

A Leier cég magasépítési üzletága jelentős erőfeszítéseket tesz, hogy a kiváló tulajdonságokkal rendelkező megújult Durisol fabeton építőanyagokat minél szélesebb körben megismertesse a szakmai és a laikus körökkel egyaránt. A kommunikáció fontos célja, hogy kiemelje: a Durisol építési rendszer a termékfejlesztésnek köszönhetően szintet lépett, az új termékcsaládnak köszönhetően jobb minőséget biztosít, és most még több lehetőség rejlik benne, mint korábban. A következőkben néhány az elmúlt években megvalósított magyarországi és ausztriai építkezés és épület bemutatásával szeretnénk illusztrálni, hogy milyen is egy Durisolból épült ház, és hogy miként használják az anyagot a gyakorlatban különböző funkciójú épületek esetén.

5.2. Kisebb lakóépületek

A Durisol magasépítési rendszer egyszerű, könnyen megtanulható technológiájának köszönhetően ideális választás lehet akár egylakásos lakóépületek építéséhez is. Az építetők építési módba vetett bizalmának elnyeréséhez elengedhetetlenül szükséges, hogy az építető átlassa az építési rendszert, és megértse annak logikáját. Ilyen projektek esetén, ha az építető a Durisol építőanyag és rendszer mellett dönt, akkor szeretné a házat a lehető legteljesebb mértékben ebből az anyagból építeni. A magánépítetőkét sokszor nem is kifejezetten az építőanyag kiemelkedő teljesítményjellemzői, inkább az ökológikus anyaghasználat győzi meg, melyről a NaturePlus minősítés is tanúskodik.

A Durisol 2017-ben publikált promóciós videója mutat be **egy kétszintes, magastetős, kompakt tömegű házat**. Az utca viszonylag sűrű beépítésű, de az épületek szabadon állnak benne,

5.4. ábra
Egy kétszintes
magastetős családi ház
szerkezetkész képei





5.5. ábra

Egy részben kétszintes alacsony hajlású tetős családi ház szerkezetkész képei

a telek az utcafronttól a kert irányába erősen lejt, ezért az utcáról nézve az épület egyszintes, az udvar felől kétszintes. A tetőszerkezet térdfalról indul, így lehetőség van a tetőtér beépítésére. A függőleges tartószerkezetek szinte teljes egészében a Durisol termékcsaláddal készültek a 25 cm-es modulmérethez igazodva. A külső falak 37,5 cm széles, integrált grafitadalékos hőszigetelést tartalmazó kézi zsaluzóelemekkel, a belső teherhordó falak pedig 25 cm széles normál zsaluzóelemekkel épültek. Mivel az alsó szint egyik fele a talajba került, szükséges volt a földnyomásnak kitett falakat megvasalni, ezért a vízszintes és függőleges betonmagokba egy-egy szál betonacél került. Az áthidalások univerzális zsaluzóelemekkel készültek, a koszorúkat és egyes nagyobb keresztmetszeti igényű vasbeton tartószerkezeteket azonban inkább polisztirolhab hőszigeteléssel vették körül. A födémek monolit vasbeton szerkezettel készültek.

Egy másik, szabadabb formálású családi házzal a Durisol termékismertetőiben és a Leier honlapján találkozhattunk már 2014-től. A ház kertvárosias területen, megközelítően sík területen épült. Egyszintes részét alacsony hajlású nyeregtető, kétszintes részét ugyanilyen hajlású félnyeregtető fedi nagy ereszkinyúlásokkal. Az épület tömegformálása és tartószerkezeti rendszere kihívások elé állította az építőket. A külső falak a 30 cm széles, integrált hőszigetelést tartalmazó zsaluzóelemekkel készültek. A Durisol modulméretéhez több helyen nem alkalmazkodtak, ezért viszonylag sok helyszíni vágott elem, sőt egész sorok is láthatóak a vakolatlan szerkezeten. Az áthidalók méreteiknél és sarok kialakításuknál fogva egyedi megoldásokat igényeltek. Az épületben csak a szintek között készült szilárd födém, a többi teret az alacsonyhajlású tető fedi, könnyűszerkezetes megoldással. A koszorúkat és az áthidalókat is Durisol elemek fedik.

5.3. Többlakásos lakóépületek

Többlakásos épületek építéséhez a Durisol falszerkezetek kifejezetten kedvező tulajdonságokkal bírnak, hiszen a betonmagnak köszönhetően jól tervezhető a teherbírásuk, és lakáselválasztó falakként is kiváló hanggátló teljesítményt nyújtanak. Az ilyen projekteknél általában a beruházó dönt az alkalmazandó épületszerkeze- tekről az épület tervezőivel egyeztetve. Ebből adódóan a termék műszaki tulajdonságai és a megvalósítás költségei egyaránt jelentős szerephez jutnak a szerkezetválasztásban. Hazánkban még viszony- lag ritkán, de Ausztriában előszeretettel alkalmazzák a Durisol fal- lakat többlakásos épületeknél, mind a kézi zsaluzóelemes, mind a kéregfalas módszert. Utóbbi különösen terjedőben van, mivel jelen- tősen rövidíteni tudja a kivitelezés idejét.

A Durisol kommunikációs anyagaiban több **ausztriai többla- kásos építkezés** képeivel is találkozhatunk. Az egyik ilyen egy há- romszintes épület, négy egymás melletti lakással szintenként. A fal-



5.6. ábra
Egy ausztriai három-
szintes, többlakásos
lakóépület szerkezet-
építés közben

5.7. ábra
Egy ausztriai Durisol szerkezettel épülő társasház projekt, három négyzetes épülettel, szerkezet-építés közben



szerkezetek a Durisol hagyományos kézi zsaluzóelemeivel készültek, hőszigetelésüket utólag fogják kialakítani. Ennél a háznál az áthidalások nagyon kis szerkezeti magassággal valósultak meg, és jelentős kiállítású konzolos erkélyek, függőfolyosók is megjelennek körben, ezért az áthidalóknál és a koszorúknál nem alkalmazták a Durisol megoldásait.

5.8. ábra
Lakópark építés, ahogy a Google Earth feltérképezte Wals-Siezenheimben, Durisol szerkezetű házak különböző készütséggel

Három különálló többlakásos épület épült egy másik, nagyobb léptékű projektben. Az épületek 3-4 szint magasak, lapostetősek, a legfelső szint körben visszaugrik, hogy teraszok alakulhassanak ki. A homlokzatok az egyik oldalon nyugodt lyukarchitektúrát mutatnak, a másikon erkélylemezek is megjelennek, a nyílászárók felületaránya



nagy. A felmenő falakat 25-es Durisol kézi zsaluzóelemekkel építették, melyeket utólag hőszigetelnek majd. Az áthidalásoknál és a koszorúk körül hagyományos zsaluzatot alkalmaztak. A lapostető szélén látható, hogy az attikafalat 2-3 zsaluzóelem sorral alakították ki. Itt és valószínűleg az ablakok közötti kis felületű pilléreknél is kihasználták a Durisol falszerkezet megvasalhatóságát.

Egy Salzburg melletti kistelepülésen, **Wals-Siezenheimben Durisol kéregfalak segítségével építettek fel egy kisebb lakóparkot**, tíz kisebb-nagyobb, háromszintes lakóépülettel. Az épületekben háromszintes lakások találhatóak, ikres és sorházas jelleggel egymás mellé rendezve. Az épületek két teljes szinttel rendelkeznek, a harmadik szintet részben magastető, részben terasztető fedi, változatos formákkal. A külső és belső falszerkezeteket (hang- és tűzgátló falakat egyaránt) a lehető legvékonyabb Durisol 17/12-es zsaluzóelemeiből összeállított kéregfalak segítségével építették meg. E döntés eredményeként a tartószerkezetek helyfoglalása jelentősen lecsökkent. A nyílások közötti tömör falszakaszokat a Leier cég elemtervek szerint szállította a helyszínre, az ablakok alatti parapetfalakat a helyszínen készítették el. A tetőhöz csatlakozó szerkezetekhez ferde vonalban vágott tetejű elemek érkeztek. A födémek monolit vasbeton szerkezettel készültek, az áthidalók és koszorúk egy részét hagyományosan zsaluzták, másutt a kéregfal külső oldala adta a zsaluzatot.

5.9. ábra
Szerkezetépítés
kéregfalakkal Wals-
Siezenheimben





5.10. ábra
Lakáselválasztó falak
építése kéregfalakkal
Sankt Pöltenben

Utolsó többlakásos lakóépület példánkban **egy Sankt Pöltenben épített három épületegységből álló, négyszintes épületet** mutatunk be, melynél a függőleges teherhordó szerkezeteket többféle módon alakították ki, az egyes helyeken fellépő követelmények együttes figyelembe vételével. Az épület egy domboldalba épült, oly módon, hogy hátoldalához csak a legfelső szinten csatlakozik majd a terep. A három épületegység alatt egy jelentős méretű összefüggő pince található, a gépjárművek számára. A pince és a talajjal érintkező emeleti falak esetén, melyek fűtetlen tereket határolnak, a vasbeton kéregfalas építést választották a tervezők. A három épületegység külső falai 20 cm vastag vázkerámia falazattal készültek, melyet 18 cm vastag utólagos hőszigeteléssel kívánnak ellátni. A belső teherhordó, lakáselválasztó falakat pedig 25 cm vastag Durisol kéregelemes megoldással építették. Az építkezésen készült kép jól mutatja, hogy minden szint esetén először a külső vázkerámia falak készültek el. Mivel ezek magukban kevés merevséggel rendelkeznek, ideiglenesen merevíteni kellett őket. A lakáselválasztó falakat úgy alakították ki, hogy azokat egészen a külső falsíkgig kivezették a külső falaknál, a hanghidak elkerülése érdekében.

5.4. Ipari és mezőgazdasági épületek

A Durisol magasépítési rendszere jó működő megoldás lehet szinte bármely falas szerkezeti rendszerű, vagy vázas szerkezetű, de sok kitöltőfallal rendelkező középület, ipari vagy mezőgazdasági épület esetében. Utóbbi épületeket általában valamilyen a magán-szektorba tartozó tulajdonos megbízására tervezünk és építünk. Ezek az ingatlan- és egyben cégtulajdonosok többnyire ár-érték arány alapján döntenek olyan kérdésekben is, mint az épületek szerkezetei. Természetesen a döntéshez kikérik a munkával megbízott tervezőik véleményét is. A Durisol termékek kiváló teljesítményjellemzői egy ilyen döntési folyamatban könnyen képviselhetnek olyan értéket, melyhez nem szükségszerű, hogy a legalacsonyabb ár tartozzon. Az ipari és mezőgazdasági épületek nagyon sokfélék lehetnek, melyekben sokféle követelmény elfordulhat. A következőkben néhány olyan épületet mutatunk be, melyeknél e követelmények figyelembe vételével az építetők úgy döntöttek, hogy a Durisol falak kínálják az ideális megoldást számukra.

Az első épület mezőgazdasági és középület is egyben. A **Nyírcsaholyban található lovas panzió** egy szállásépület és egy istállóépület együttese. A két funkció közül a szállásépület készült Durisol falszerkezetek segítségével. A falak elkészültéről a Leier vide-



5.11. ábra

A nyírcsaholyi lovas panzió a felmenő falak és a tetőszerkezet megépítése után, valamint elkészült állapotában

5.12. ábra
A mórahalmi papírgyár
fejépülete Durisol fal-
szerkezetekkel



ót is készített, ami 2016-tól elérhető online. Az épület külső falai 30 cm vastag, integrált hőszigetelést is tartalmazó zsaluzóelemekkel, a belső falak 25 cm vastag elemekkel készültek. A falat szakaszosan zsaluzva és betonozva építettek, transzport betonnal, de kézi betöltéssel. Az áthidalóknál és koszorúknál a Durisol rendszer megoldásait használták, kihasználva az univerzális zsaluzóelemek könnyű alakíthatóságát. A falak alapvetően vasalatlan szerkezetek, csak az alkalmazástechnikában ajánlott helyeken, az áthidalóknál és a koszorúban alkalmaztak vasalást. A szállásépületet könnyűszerkezetes fafödém és faszervezetű magastető fedi.

5.13. ábra
Csarnoképület épül
Rusztón vasbeton
pillérekkel, rétegelt
ragasztott fatartókkal és
Durisol kitöltőfalakkal

A mórahalmi papírgyár 2018-ban bővítette gyárát egy fejépülettel. A kétszintes új főépület egyszerű, téglalap alaprajzú, lapostető. Felmenő falai 37,5 cm vastag Durisol falazóelemekkel készültek, melyekben integrált hőszigetelés is található, földemei monolit vasbeton szerkezetűek. Az áthidalások a Durisol rendszer-





megoldásával, a koszorúk zsaluzása hőszigetelő táblákkal történt. A fejpület földszintjén nagyméretű falnyílásokra volt szükség, melyeknél mindenképpen vasbeton pilléreket kellett volna alkalmazni. A szerkezetek nagy hőtároló tömege hatékonyan tudja majd segíteni az épület nyári klimatizálását is.

A Durisol falszerkezetek jó megoldást jelenthetnek vázas ipari épületek falai számára is. A Fertő-tó osztrák oldalán fekvő **Rusztón egy olyan csarnok épült**, ahol a vázszerkezet monolit vasbeton, a kitöltőfalak Durisol zsaluzóelemes betonfalak, a térlefedést pedig rétegelt-ragasztott fatartókkal oldották meg. A Durisol szerkezet automatikus megoldást kínált a csarnokszerkezetek határoló falainak tartószerkezeti problémájára, mivel az oszlopok magassága fölé emelkedő falszakasz (vasalt) betonmagnak köszönhetően állékony, így nem igényel különleges megtámasztást a főtartó mellett.

Ipari csarnok külső térelhatárolása úgy is elképzelhető, hogy a fal nem a vázoszlopok közé, hanem azok külső oldalára csatlakozik. Ebben az esetben egységes külső és belső felület jöhet létre, melyre szép példa a Leier cégcsoport **gönyűi üzemépülete**, ahol kifejezetten arra törekedtek, hogy a 30 cm-es, integrált hőszigetelésű, Durisol szerkezetű külső fal vakolatlanul maradjon. E csarnok esetében különös figyelmet fordítottak az áthidalások, a falvégek és a falsarkok esztétikus kialakítására.

5.14. ábra
Vakolatlanul maradó
ipari épület fala, a Leier
gönyűi üzemében

Felhasznált irodalom

- []: 253/1997. (XII. 20.) Kormányrendelet az országos településrendezési és építési követelményekről. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99700253.KOR>
- []: 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1400054.BM>
- []: 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A0600007.TNM>
- []: Anwendungsbereiche von Durisol-Biobeton aufgrund seiner technologischen Eigenschaften. Durisol AG, 1979, 9 p.
- []: Dokumentation 1. Allgemeine Grundlagen Durisol. 1984, 154 p.
- []: Dokumentation 2. Systemanalysen. Durisol AG, 1984, 81 p.
- []: Dokumentation 3. Rezepturen und Rezepturbereiche. Durisol AG, 1984, 113 p.
- []: Dokumentation 4. Produktionstechnologien und Layout Produktionsanlage. Durisol AG, 1984, 177 p.
- []: Dokumentation Kurzfassung. Durisol AG, 2006, 50 p.
- []: Durisol: Umweltbewusstes Bauen. Ismertető, Leier Baustoffe, 2018, 12 p.
- []: Durisol das intelligente Bausystem. Előadásanyag. 2004. 122 p.
- []: Építkezés Leier Durisol falazóelemmel, Nyírcsaholy. Videó, Leier Hungária, 2016.06.03. <https://youtu.be/CWmOn9fPJAc>
- []: European Technical Approval ETA 05/0090. Deutsches Institut für Bautechnik, 2013.
- []: Leier Durisol falazóelemek - Miért érdemes ebből építkezni? Videó, Leier Hungária, 2018.09.04. <https://youtu.be/UWXBltxMMC4>
- []: Leier Durisol falazóelemek. Weblap, Leier Hungária, <https://www.leier.hu/durisol-falazoelemek-durisol-epitoanyagok>
- []: Leier Durisol Magaságys – Professzionális megoldás egyszerűen az Ön kertjébe is! Termékismertető, Leier Hungária, 2018, 4 p.
- []: Leier Durisol magasépítő falazórendszer az innováció, a hatékonyság és a környezettudatosság jegyében. Leier Hungária, 2018, 12 p.
- []: Leier Durisol peronelem. Ismertető, Leier Hungária, 2018, 4 p.
- []: Leier Durisol zajárnyékoló falrendszer. Leier Hungária, 2018, 12 p.
- []: Leier Durisol zajárnyékoló rendszer, vasútépítés – Alkalmazástechnika és tervezési segédlet. Leier Hungária, 2017, 48 p.
- []: Leier Durisol, a környezettudatos megoldás. Videó, Leier Hungária, 2017.10.20. <https://youtu.be/7G774i-7mX0>
- []: Leier égetett kerámia falazórendszerek. Leier Hungária, 2018, 20 p.
- []: Leier előregyártott betonelemek – Alkalmazástechnika és tervezési segédlet. Leier Hungária, 2018, 104 p.
- []: Leier Falazóelemek – Alkalmazástechnikai és tervezési segédlet. Leier Hungária, 2018, 314 p.
- []: MSZ 15601-1:2007 Épületakusztika. 1. rész: Épületen belüli hangszigetelési követelmények
- []: MSZ 15601-2:2007 Épületakusztika. 2. rész: Homlokzati szerkezetek hangszigetelési követelményei
- []: MSZ EN 1996:2013 Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése.
- []: MSZ EN 1998:2008 Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre.

- []: MSZ EN 13501-1:2007+A1:2010 Épületszerkezetek és építési termékek tűzvédelmi osztályozása. 1. rész: Osztályba sorolás a tűzveszélyességi vizsgálatok eredményeinek felhasználásával
- []: MSZ EN ISO 13790:2008 Épületek energetikai teljesítőképessége.
A fűtési és hűtési energiaigény számítása
- []: NaturePlus e.V. Hauptprüfung der Produkte Durisol Mantelsteine. Kutatási jelentés. Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie, Wien, 2009, 80 p.
- []: Összevont Építőipari Normarendszer ÖN IV/3. 33.
Falazás és egyéb kőműves munkák. Terc Kiadó, 2018, p. 336.
- []: Untersuchungen, Feuchtigkeitsverhalten und Feuchtigkeit-serscheinungen am Durisol-Biobeton. Durisol AG, 1979, 61 p.
- []: Verarbeitungsrichtlinien – Versetzen von Durisol-Mantelsteinen.
Alkalamazástechnikai útmutató. Leier Werk, Achau, 2012, 12 p.
- []: VÖB-Richtlinie – Recycling von Wänden aus Holzbeton. Verband Österreichischer Beton- und Fertigteilwerke, Wien, 2017, 6 p.
- Bosshard, Alex: Über die Entwicklung des Durisol-Verfahrens.
In: Schweizerische Bauzeitung, Vol. 70, No. 16, 1952, pp. 231-235.
- Bozsaky Dávid: Építési hőszigetelő anyagok. Terc Kiadó, Bp., 2017. 219 p.
- Cziesielski, Erich: Beton mit Fasern aus Holz. In:, Holz als Roh- und Werkstoff, Vol. 33, 1975, pp. 303-307.
- Dworak, H. J.: Bauökologische Berechnung für unterschiedliche Wandbildner.
Kutatási jelentés, Erste gemeinnützige Wohnungsgesellschaft Heimstätte, Wien, 2009, 77 p.
- Dworak, H. J.: Bauphysikalische Berechnung. Wärmeschutz. Kutatási jelentés,
Durisol Werke, Achau, 2005, 49 p.
- Filip De Jaeger: Tackle Climate Change: Use Wood. CEI-Bois Roadmap 2010 Conference. p. 44. <http://www.eximcorp.co.in/pdf/tackleclimatechangeceibois.pdf>
- Hegyí László, Katzkow Alexander: Épületfizikai számítások: Durisol „DSs 45/12” és „DSs 30/12” köpenyelemből készült falak hőtechnikai jellemzőinek meghatározása. Katzkow & Partner, Wien, 2018, 36 p.
- Horváth Tamás: Épületenergetikai szabályozásunk körvonalai és előzményei.
In: Magyar Építőipar 2017. 05. szám, pp. 156-165.
- Kasim, Jan; Ferk, Heinz: Prüfbericht Schalldämmung DSs 45/12 L N, DSs 30/12 L N.
Kutatási jelentés, Technische Universität Graz, Labor für Bauphysik, 2019, 18 p.
- Kisházi Vince [szerk.]: KOMÉP–Durisol lakóépületek. KOMÉP, 1986, 61 p.
- Reis Frigyes: Az épületakusztika alapjai – Épületek akusztikai tervezésének gyakorlata. Terc Kiadó, Budapest, 2003, 276 p.
- Schallaschek, P., Radhuber, W.: Erdbebenuntersuchung von Mauerwerk – Schubversuche Endbericht. Műszaki vizsgálati és kutatási jelentés, Technische Universität Graz, 1992, 293 p.
- Scotta, Roberto; Vitaliani, Renato: Berechnungshandbuch für Wände aus mit Beton vergossenen Holzspanbeton-Schalungssteinen aus mineralisierten Holzspänen. Kézikönyv, kézirat. 2009, 131 p.
- Szigeti Ferenc, Szócs Sándor, Ratatics Gábor: Durisol Biobeton építési rendszer ajánlott lakóépületei. AGROBER, 1987, 140 p.
- Tóth, L., Győri E., Mónus, P., Zsíros, T.: Seismic Hazard in the Pannonian Region.
In: Pinter, N., Grenerczy, Gy., Weber, J., Stein, S., Medak, D. (szerk.): The Adria Microplate: GPS Geodesy, Tectonics and Hazards, Springer Verlag, NATO ARW Series, Vol. 61, 2006, pp. 369-384.
- Tusch, Peter; Hye, Karin: Ökobilanz Holzspan-Mantelsteine und Holzspan-Dämmplatten. Kutatási jelentés, OEFZS-A-4194, 1997, 103 p.

Képforrások

- 1.1a: Wikipédia, http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spruce_forest_at_Holma.jpg
- 1.1b, c; 1.3; 1.4; 2.11; 3.2: Durisol das intelligente Bausystem című előadás anyagból
- 1.1d: Textúra, http://www.eptar.hu/textures_data.php?id=1367
- 1.2; 1.6; 1.7; 1.8; 1.9; 1.10; 1.11; 1.12; 1.13; 2.5; 3.6; 3.7; 3.8; 3.11; 4.1; 4.2; 4.4; 4.5; 4.6; 4.7; 4.8; 4.9; 4.10; 4.11; 4.14; 5.3; 5.5-5.7; 5.9; 5.10; 5.13; 5.14: A Durisol munkatársainak szíves közreműködésével
- 1.5: Horváth Tamás saját szerkesztésű ábrája a Leier | Durisol Hochbausysteme – Intelligenz, Effizienz, Umweltbewusstsein című kiadvány ábrái alapján
- 2.1; 2.6; 3.1; 3.5; 4.3; 4.12; 4.13: Horváth Tamás saját szerkesztésű ábrája
- 2.2; 2.4: Leier | Durisol Hochbausysteme – Intelligenz, Effizienz, Umweltbewusstsein című kiadványból
- 2.3: Verarbeitungsrichtlinien – Versetzen von Durisol-Mantelsteinen című kiadványból
- 2.7; 2.8; 2.9: Leier – Falazóelemek – Alkalmazástechnika és tervezési segédlet című kiadványból
- 2.10; 3.10; 5.11: Építkezés Leier Durisol falazóelemmel, Nyírcsaholy című videóból. <https://youtu.be/CWmOn9fPJAc>
- 2.12: Horváth Tamás saját szerkesztésű ábrája a Verarbeitungsrichtlinien – Versetzen von Durisol-Mantelsteinen című kiadvány ábrái alapján
- 3.3; 3.1. táblázat: Schallaschek, P., Radhuber, W.: Erdbebenuntersuchung von Mauerwerk – Schubversuche Endbericht kutatási jelentés alapján
- 3.4: Tóth, L. at al.: Seismic Hazard in the Pannonian Region alapján, http://www.georisk.hu/Maps/EC8_zones_A4_print.jpg
- 3.9; 5.4; 5.12: Leier Durisol falazóelemek - Miért érdemes ebből építkezni? című videóból. <https://youtu.be/UWXBltxMMC4>
- 3.12: A NaturePlus webhelyről, <https://www.natureplus.org/>
- 3.13: Filip De Jaeger: Tackle Climate Change: Use Wood. <http://www.eximcorp.co.in/pdf/tackleclimatechangeceibois.pdf>
- 3.14: VÖB-Richtlinie – Recycling von Wänden aus Holzbeton. Verband Österreichischer Beton- und Fertigteilerwerke című kiadványból
- 5.1: Bosshard, Alex: Über die Entwicklung des Durisol-Verfahrens. In: Schweizerische Bauzeitung cikkből
- 5.2: A KOMÉP-Durisol lakóépületek című mintaház gyűjteményből
- 5.8: Goggle Earth fotó
- A szerzők portréit Nagy András készítette.

Durisol

ÉPÍTÉS FABETONNAL

Építési gyakorlatunk az elmúlt évtizedekben jelentősen megváltozott. Számos új technológia jelent meg az elmúlt években. Az épületekkel szembeni elvárásaink egyre fokozódnak. Az energiahatékonyság és a környezet védelme egyre fontosabb szemponttá válik.

E könyvben az olvasót egy környezetbarát építéstechnológiával, a Durisol fabeton zsaluzóelemes építéssel szeretnénk megismertetni. Bemutatjuk a fabeton termékeket és felhasználási lehetőségeiket.

Részletes vizsgálat alá vesszük a fabeton zsaluzóelemes szerkezetek tulajdonságait és teljesítményjellemzőit. Áttekintjük a zsaluzóelemes falak építési módjait, a szerkezetépítés leggyakoribb kérdéseit.

A könyv biztosan hasznos olvasmány lesz azon építetők, tervezők és kivitelezők számára, akik elkötelezettek a jó minőségű, környezetbarát épületek építését illetően.

Bozsaky Dávid PhD építészmérnök, egyetemi docens, a győri Széchenyi István Egyetem Építészeti és Épületszerkeztani Tanszékének vezetője, 2007-től az Építőanyagok, az Épületfizika és az Épületszerkezetek tárgyak oktatója, kutatási területe a hőszigetelő anyagok épületfizikai tulajdonságai, különös tekintettel a természetes és nanotechnológiás anyagokra.



Horváth Tamás PhD építészmérnök, egyetemi adjunktus, a győri Széchenyi István Egyetem Építészeti és Épületszerkeztani Tanszékének munkatársa, 2007-től az Épületszerkezetek, az Épületfizika, az Energiatudatos épülettervezés és az Épületenergetika tárgyak oktatója, kutatási területe az energiatudatos szemléletű építészet és a meglévő épületek komplex korszerűsítése.



A könyv a Leier Hungária Kft. és az Universitas-Győr Nonprofit Kft. együttműködésével készült.