

TripleA-reno kombinált minősítési rendszer lakóépületekre vonatkozóan

1. rész. A minősítési módszer ismertetése

Dr. Magyar Zoltán^a – Németh Gábor^b

Ebben a cikkben a lakóépületekre kifejlesztett TripleA-reno kombinált minősítési rendszert ismertetjük. A TripleA-reno az Európai Unió által támogatott projekt, amelynek célja a lakóépületek mélyfelújításának ösztönzése. A TripleA-reno kombinált minősítési rendszer magában foglalja a lakás épületenergetikai, beltéri környezeti és jólléti indikátorait. Az indikátorok elsősorban a lakások olyan energetikai és komfort jellemzőire összpontosítanak, amelyek felújítás során fejleszthetők.

1. Bevezetés

A TripleA-reno projekt az Európai Unió H2020 kutatási és innovációs keretprogramján belül koordinációs és támogatási tevékenységekre kapott támogatást a 784972 sz. támogatási megállapodás szerint. A projekt 2018. májustól 2021. áprilisig tart. A projekt átfogó célja a mélyfelújítás és a közel nulla energiaigényű felújítások elfogadottabbá tétele és a felújítással kapcsolatos döntés elősegítése a lakók számára. Ennek érdekében a projekt egy felhasználó központú platformot fejleszt ki, amely segít a felújítás döntéshozatalában, megvalósításában, sőt a kivitelezést követően a használati fázisban is.

A projekt részeként a cél egy olyan kombinált minősítési rendszer kialakítása lakóépületekre vonatkozóan, amely magában foglalja az energetikai, a beltéri környezeti minőségi és a jóllét mutatóit. A kombinált minősítési rendszer indikátorait a projekt céljának megfelelően gyűjtöttük össze, ezért ezek a mutatók elsősorban a lakóépület felújítással fejleszthető energetikai és komfort jellemzőire összpontosítanak.

A munka során tanulmányoztuk a LEED, BREEAM, WELL, DGNB és az SRI minősítési rendszereket, az Épületenergetikai Direktíva (EPBD) szerinti épületenergetikai tanúsítást, a Level(s) jelentési keretrendszert, valamint áttekintettünk több uniós projektet annak érdekében, hogy releváns indikátorokat és követelményeket határozzunk meg.

2. Miért szükséges a kombinált minősítési rendszer?

A TripleA-reno projekt középpontjában a mélyfelújítás piaci akadályainak leküzdése áll. A projekt ezt egy felhasználó-központú, játékos elemekkel gazdagított platform kifejlesztésével éri el, amely [1]:

1. Elősegíti az új fogyasztó- és végfelhasználó-központú üzleti modelleket tény adatokon alapuló indikátorok

- felhasználásával, amelyek a döntéshozatalt megkönnyítik;
- Fokozott minőség-ellenőrzéssel javítja a mélyfelújítás eredményét, célzott CPD (continuous professional development – folyamatos szakmai fejlődés) és képzés támogatásával;
- Vonzó, érthető és személyre szabott információkkal látja el a mélyfelújítási projektek résztvevőit az elért eredményekről és
- Valós demonstrációs eseteken keresztül mutatja be a kifejlesztett rendszer előnyeit és tény adatokon alapuló megoldásait.

A projektben több országban találhatóak demonstrációs épületek: magyarországi társasház, többlakásos épület Spanyolországban, Szlovéniában és Olaszországban, családi házak Hollandiában és egy diákház Görögországban. Minden épület esetén alapos ún. etnográfiai kutatást [2] végeztünk, amelynek célja a felhasználói igények összegyűjtése volt a fejlesztés megkezdése előtt. Interjúink során minden megkérdezett személy hangsúlyozta, hogy más – a felújítandó épülethez hasonló – épületek felújítás előtti és utáni tényadatait nagyon hasznos lenne tudni a felújításról történő döntéshozatalhoz. Jelenleg az energetikai felújítással kapcsolatos ismeretek hiánya jelentős akadályt jelent a projektek megvalósításában.

A magyarországi demonstrációs épülettel kapcsolatban a lakók kifejtették, hogy nem tudnak túl sokat más felújított épületekről és nagyon hasznos lenne megismerni a felújított épületek esetén az elért energia megtakarítást, az üzemeltetés tapasztalatait és a komfortot. Fókuszcsoporthoz interjúnk során egy kivitelező vállalat képviselője kifejtette, hogy számos energetikai felújítási projektet valósítottak meg, de sem az elért energia megtakarításról, sem a felújított épületek komfortjáról nincsenek adataik. Ezek a körülmények megalapozták az energetikai, a beltéri környezeti és a jólléttel kapcsolatos indikátorokat tartalmazó kombinált minősítési rendszer szükségességét, amely képes a lakások átfogó minősítésére akár egy energetikai felújítási projekt előtt és után is.

Az épületállomány felújítása nagy szerepet játszik az EU-tagállamokban kitűzött energiahatékonysági célok teljesítésében. A felújítási folyamat sebessége a teljes épületállomány primer energiafogyasztásának éves csökkenésével fejezhető ki. Az Európai Unióban a felújítási ráta körülbelül 1%. Ha ez az arány továbbra is fennáll, akkor az építőipar nem fogja teljesíteni a tervezett primerenergia-csökkentést és az üvegház-

hatást okozó gázok kibocsátásának csökkentését [3]. A kombinált minősítés egyértelmű, tényadatokon alapuló információkat nyújt az energiahatékonyságról, a beltéri környezeti minőségről és a jóllétről, amelyek

^{a)} Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3., K ép. 232. magyar@egt.bme.hu

^{b)} Comfort Consulting Kft., 2310 Szigetszentmiklós, Deák Ferenc u. 2. fszt. 3. nemeth.gabor@comfortconsulting.hu



segíthetik a döntéshozatalt és növelhetik a mélyfelújítási projektek számát.

A főbb minősítési rendszerek, a Level(s) jelentési keretrendszer és több uniós projekt tanulmányozását követően összegyűjtöttük a kombinált minősítéshez legszükségesebb indikátorokat. A cél egy olyan minősítés kidolgozása volt, amely főként a lakásokra és azok energetikai és komfort jellemzőire összpontosít. A minősítési rendszert igyekeztünk a lehető legegyszerűbbé tenni a széleskörű támogatottság és az egyszerű használhatóság érdekében.

Az elvégzett kutatásunk alapján megállapítottuk, hogy nem áll rendelkezésre olyan kombinált minősítési rendszer, amelyet kifejezetten lakásokra fejlesztettek volna ki, és amely együttesen tartalmazza az energiahatékonyság, a beltéri környezeti minőség és a jóllét mutatóit. Az energetikai indikátorok tekintetében mind a számított, mind a mért energiafogyasztást érdemes bemutatni a kombinált minősítésben, amely általában nem jelenik meg együttesen a meglévő tanúsítási rendszerekben, azonban van néhány kivétel, például az ALDREN [4], de ez elsősorban irodákra és szállodákra vonatkozik.

A beltéri környezeti minőséget és jóllétet befolyásoló minőségi paraméterek értékelése szintén újszerű megközelítés, amely a meglévő minősítési rendszerekben nem, vagy csak részben jelenik meg (pl. a hőmérséklet-szabályozási stratégia értékelése a BREEAM tanúsítási rendszerben [5]). Ami a jóllét minősítését illeti, a WELL minősítési rendszer [6, 7, 8] nyilvánvalóan a jóllét szempontjaira összpontosít, viszont nem értékeli az épületek energetikai jellemzőit. A TripleA-reno kombinált minősítés a felhasználókra összpontosít és tájékoztatja őket otthonuk energiahatékonyságáról és a jólléttel összefüggő tényezőkről. A jóllét és IEQ (indoor environmental quality, beltéri környezeti minőség) indikátorok az épület és az épületgépészeti rendszerek tulajdonságait értékeli a jóllét és a beltéri környezeti minőség szemszögéből, azonban emellett helyszíni mérések is szükségesek annak érdekében, hogy kimutassuk, hogy az elemzett lakóépületben vagy lakásban milyen értékek valósulnak meg.

A korszerű építészeti és épületgépészeti megoldások alkalmazása sem garantálja minden esetben az épületet használók komfortját és jóllétét, ezért is szükséges a mérések elvégzése. A mérőberendezésekkel kapcsolatban a közelmúltban jelentős fejlesztések történtek a miniatürizálás, a pontosság, a robusztusság, az adattárolás, a több kommunikációs protokoll használatával történő kapcsolódás képessége és a felhőbe történő integráció terén, ami számos elérhető megoldást eredményezett [9] a monitoring elvégzéséhez.

3. TripleA-reno kombinált minősítés: energetika, beltéri környezeti minőség, jóllét

A kutatásunk alapján kidolgoztuk a TripleA-reno kombinált minősítési rendszert, amely magában foglalja az energetikai, a beltéri környezeti minőség és a jóllét mutatóit. A releváns indikátorok és követelmények meghatározása érdekében áttekintettük a meglévő, jelentősebb tanúsítási rendszerek módszertanát és a vonatkozó szabványokat.

Tanulmányunk alapján kifejlesztettük a TripleA-reno kombinált minősítést, mely az alábbi indikátorokat foglalja magában:

1. Energetikai indikátorok – számított és mért energetikai jellemzőket tartalmaz.
2. Jóllét és beltéri környezeti minőség indikátorok – az épületre és az épületgépészeti rendszerre vonatkozik.
3. Mért jóllét és beltéri környezeti minőség indikátorok – mérési adatokon alapul, a lakóegységhez kapcsolódik és összefüggésben van a felhasználói szokásokkal.

A minősítés a lakások legfontosabb energetikai jellemzőit, beltéri környezeti minőségi és jólléti indikátorait foglalja magában és nem tartalmaz más mutatókat, amelyek értékelése elfedhetné az eredményt. A TripleA-reno kombinált minősítési rendszer első javaslatát a belgrádi 50. Nemzetközi HVAC & R kongresszuson és kiállításon mutattuk be [10]. Ezután a kombinált minősítési rendszert sikeresen alkalmaztuk a TripleA-reno projekten belül 14 demonstrációs esetre több európai országban, melyet követően a rendszert továbbfejlesztettük a demonstrációs épületek szakértőinek visszajelzései alapján.

3.1 Energetikai indikátorok

Az energetikai tanúsítványt az Európai Unió országaiban, így hazánkban is alkalmazzák az Épületenergetikai Direktívával összhangban született jogszabályoknak megfelelően. A tanúsítvány információt tartalmaz az épület külső határoló szerkezeiteinek hőtechnikai tulajdonságairól, az épületgépészeti rendszerekről és bemutatja az épület primer energiafogyasztását. Az energetikai tanúsítvány az energiafogyasztás minősítéséhez nagyon hasznos. A tanúsítvány olyan objektív minősítés, amely segíti a felhasználókat az energiahatékonysággal kapcsolatos információk megszerzésében, ezért az energetikai tanúsítványban megadott energetikai besorolást energiahatékonysági indikátorként használjuk a minősítés során.

A számított összes primerenergia-fogyasztás bemutatása része a TripleA-reno minősítési rendszernek. Végfelhasználói szempontból azonban a számított primerenergia-fogyasztás nehezen érthető, továbbá nagy különbségek vannak a különböző energiahordozók primerenergia átalakítási tényezői között, ezért a primerenergia-felhasználás mellett a végső energiafelhasználást is célszerű bemutatni, amely a felhasználónál jelentkezik. A végső energiafogyasztást tekintve mind a számított, mind a mért érték szerepel a TripleA-reno minősítésben. A számított végső energiafelhasználás objektív értékelést biztosít. A mért végső energiafelhasználás szintén nagyon hasznos mutató, különösen abban az esetben, ha valaki egy mélyfelújítás vagy bármilyen energetikai intézkedés előtt és után szeretné figyelemmel kísérni az energiafogyasztást, vagy ha értékelni szeretnének a felhasználói szokásokat egy lakóépületben vagy lakásban. A felhasználói szokás nagyon jelentős hatással van az energiafogyasztásra, sőt a komfortra is, ezért a mért energiafogyasztás (és a mért komfort paraméterek) nem maradhatnak ki az értékelésből. Az energiafogyasztás figyelemmel kísérése megvalósítható villamos energia mérővel, gázmérővel és távfűtés esetén hőmennyiségmérővel vagy számlák alapján (pl. biomassza, fűtőolaj).

Az épületet/lakást több külső határoló szerkezet veszi körül (pl. külső fal, padló, tető, nyílászárók, stb.), amelyek hőátbocsátási tényezője eltérő. A területtel súlyozott átlagolás egyszerű matematikai technika, amellyel több komponens különböző értékeit egyetlen számmal lehet kifejezni. A felületre súlyozott átlagos hőátbocsátási tényezőt a TripleA-reno kombinált minősítés energetikai indikátoraihoz soroltuk, mert hasznos mutatószám az épületszerkezetek felújítás előtt és után történő összehasonlításához, vagy ha különböző épületek épületszerkezeteinek hőtechnikai jellemzőit szeretnénk összehasonlítani. A felületre súlyozott átlagos hőátbocsátási tényező a padlószint feletti szerkezetekre vonatkozik, mivel felújításkor a hőszigetelés a legtöbb esetben ezen épületszerkezetekre terjed ki és a padló hőszigetelést általában nem tartalmazza, mert utóbbi a meglévő épületekben nagyon költséges megvalósítani.

Az Épületenergetikai Direktíva módosítása meghatározza a közel nulla energiaigényű épület fogalmát, amely igen magas energiahatékonysággal rendelkező épület és a felhasznált közel nulla vagy nagyon kis mennyiségű energiának igen jelentős részben megújuló forrásokból kell származnia, beleértve a helyszínen vagy a közelben előállított megújuló forrásokból származó energiát is [11].

A megújuló energiafelhasználás aránya az összes primerenergia-felhasználásban fontos információ a lakók és a szakértők számára is, ezért része a TripleA-reno kombinált minősítésnek. Ez a mutató nagyon egyértelmű és a végfelhasználókat motiválhatja, hogy több megújuló energiát használjanak, amellyel védik a környezetet. Szeretnénk felhívni a figyelmet, hogy ez a megújuló részarány nem a 7/2006. TNM Rendelet szerint számított, vitatott – akár 100% feletti – értékeket eredményező részarány, hanem a megújuló primerenergia és az összes primerenergia aránya. A jelenleg hatályos 7/2006. TNM Rendelet alapján számított primer energia nem az összes primerenergia-fogyasztást fejezi ki, ezért a helytelen viszonyítási alap miatt kaphatunk 100%-nál is nagyobb eredményt megújuló részarányra, ha a 7/2006. TNM Rendelet szerint számolunk.

A TripleA-reno energetikai indikátorok, a mértékegységek, a számítási módszer és az indikátorok forrása az **1. táblázatban** látható.

Megjegyzés: az 1.5. és 1.6. sorok összefüggései a következő oldalon láthatók.

1. táblázat. A TripleA-reno kombinált minősítés energetikai indikátorainak jellemzői

Energetikai indikátorok				
Sorszám	Megnevezés	Mértékegység	Hivatkozás / Leírás	Forrás
1.1	Energetikai besorolás	–	Az energetikai tanúsítványnak megfelelő besorolás. Magyarországon a 7/2006. (V. 24.) TNM Rendelet és a 176/2008. (VI. 30.) Kormányrendelet alapján.	EPBD
1.2	Számított összes primer energia-fogyasztás	kWh/m ² a	Az MSZ EN 15603 és MSZ EN ISO 13790, vagy MSZ EN ISO 52000 szabványcsomag alapján	EPBD, Level(s)
1.3.1	Számított végső energiafogyasztás (fűtőanyag)	kWh/m ²	Az MSZ EN 15603 és MSZ EN ISO 13790, vagy MSZ EN ISO 52000 szabványcsomag alapján	Level(s)
1.3.2	Számított végső energia fogyasztás (villamos energia)	kWh/m ²	Az MSZ EN 15603 és MSZ EN ISO 13790, vagy MSZ EN ISO 52000 szabványcsomag alapján	Level(s)
1.3.3	Számított végső energia fogyasztás (távhő)	kWh/m ²	Az MSZ EN 15603 és MSZ EN ISO 13790, vagy MSZ EN ISO 52000 szabványcsomag alapján	Level(s)
1.3	Számított végső energia fogyasztás	kWh/m ²	A számított végső energiafogyasztások összesítve	Level(s)
1.4.1	Mért végső energia fogyasztás (fűtőanyag)	kWh/m ²	Mérés vagy számlák alapján. Az energia- fogyasztás korrekciók nélkül értendő.	
1.4.2	Mért végső energia fogyasztás (villamos energia)	kWh/m ²	Mérés vagy számlák alapján. Az energia- fogyasztás korrekciók nélkül értendő.	
1.4.3	Mért végső energiafogyasztás (távhő)	kWh/m ²	Mérés vagy számlák alapján. Az energia fogyasztás korrekciók nélkül értendő.	
1.4	Mért végső energiafogyasztás	kWh/m ²	Mért végső energia fogyasztások összesítve	
1.5	Megújuló energia részarány	%	A megújuló primer energia fogyasztás és az összes primer energia fogyasztás aránya: RER_p	REHVA
1.6	Felületre súlyozott átlagos hőátbocsátási tényező	W/m ² K	Padlószint feletti szerkezetekre vonatkoztatva az átlagos U	

A megújuló primer energia fogyasztás és az összes primer energia fogyasztás aránya:

$$RER_p = \frac{\sum E_{Pre_n}}{\sum E_{P_{tot}}}$$

A felületre súlyozott átlagos hőátbocsátási tényező:

$$\bar{U} = \frac{\sum A_i \cdot U_i}{\sum A_i}$$

3.2. Jólét és belső környezeti minőség indikátorok

A jólét és a beltéri környezeti minőség nagyban függ az épületgépészeti rendszerektől. Az alkalmazott módszertan, azaz minőségi paraméterek értékelése, megfigyelhető a DGNB, az SRI és az Openhouse minősítési rendszerekben is. A kifejlesztett TripleA-reno kombinált minősítési rendszerben a jólét és a belső környezeti minőség indikátorok az épület és az épületgépészeti rendszer legfontosabb jellemzőire összpontosítanak, amelyek jelentősen befolyásolják a belső környezeti minőséget és a felhasználók jólétét a lakóépületekben, másrészt ezek az indikátorok a felújítás során javíthatók.

Az első indikátor a fűtési rendszer szabályozása, a második pedig a hűtési rendszer szabályozása. A fűtési / hűtési rendszerek megfelelő szabályozása nagyon fontos a hőkomfort elérése és a felhasználók elégedettségének növelése érdekében. A lakóknak képesnek kell lenniük a fűtési / hűtési rendszer szabályozására annak érdekében, hogy a hőmérsékletet a kívánt értékre állítsák be. A helyiségenkénti hőmérséklet-szabályozás jobb, mint a lakás vagy épület szintű hőmérséklet-szabályozás, mert helyiségenkénti hőmérséklet-szabályozás esetén a felhasználók saját igényeiknek megfelelően állíthatják be a hőmérsékletet. Központi szabályozás esetén a felhasználóknak csak korlátozott lehetősége van a beltéri hőmérséklet beállítására. A hőkomfort mellett a felhasználók elégedettsége és közérzete is jobb, ha lehetőségük van otthonuk hőmérsékletének szabályozására.

A harmadik indikátor a mesterséges szellőzés esetén az egy főre jutó friss levegő mennyisége. Az elégtelen szellőzés jól ismert potenciális tényezője a beteg épület szindrómának. Ha a légszere elégtelen, akkor a beltéri szennyezőanyagok, például a CO₂ és a VOC koncentrációja megnő, ami rontja a beltéri levegő minőségét és a felhasználók jólétét és negatív egészségügyi következményekkel is járhat. Mesterséges szellőzés esetén az egy főre jutó friss levegő mennyiség értékelése minden általunk tanulmányozott minősítési rendszer része, ezért természetesen a TripleA-reno kombinált minősítés is magában foglalja. Természetes szellőzés esetén a légszere a nyílászárók méretétől és helyétől függ, melyekkel kapcsolatos döntések elsősorban új épület tervezésekor merülnek fel. Mivel a TripleA-reno projekt meglévő épületekre összpontosít, amelyeknél többnyire korlátozott lehetőség van az ablakok méretének és helyének megváltoztatására, ezért a természetes szellőzés értékelése nem része a TripleA-reno minősítésnek.

A negyedik indikátor a nyílászárók légzárása, amely közvetlenül nem szerepel a tanulmányozott minősítési rendszerekben. A gyenge légzárású nyílászárók helyi komfort panaszokat okozhatnak a lakóknak elsősorban télen, mert a nyílászárók közelében huzat jelentkezhet. Ezen kívül a gyenge légzárású nyílászáró növeli a filtrációt, ami nagyobb fűtési és hűtési energiafelhasználást eredményez.

A külső árnyékolás az egyik legjobb passzív módszer a külső hőterhelés csökkentésére, amely képes korlátozni az otthonok nyári felmelegedését. Külső árnyékolás alkalmazásával egyrészt jobb hőérzet biztosítható, mivel a beltéri helyiségek és a nyílászárók üvegezésének hőmérséklete nem lesz olyan magas, másrészt hűtés esetén adott beltéri hőmérséklet fenntartása kisebb energiafogyasztással biztosítható. Továbbá a felhasználók nincsenek annyira kitéve az időjárási viszonyoknak, ezért elégedettségük és közérzetük jobb lesz. A külső árnyékolás értékelése a TripleA-reno kombinált minősítés ötödik indikátora.

A sugárzó fűtési és hűtési rendszerek jobb hőérzetet tudnak biztosítani, mint a hagyományos rendszerek. A TripleA-reno kombinált minősítés hatodik indikátora információt nyújt a felhasználóknak arról, hogy sugárzó fűtési/hűtési rendszerek működnek-e a kondicionált alapterület legalább 50%-át lefedő helyiségekben. A sugárzó fűtési és hűtési rendszer értékelése a WELL minősítési rendszerből származik.

A sugárzási hőmérséklet aszimmetria értékelését a legtöbb általunk áttekintett minősítési rendszer tartalmazza. Az MSZ EN ISO 7730 szabvány három különböző kategória követelményeit határozza meg, amelyek közül a B kategóriát választottuk ki a TripleA-reno kombinált minősítéshez, mert ez illeszkedik legjobban a meglévő épületekhez.

A jólét és a belső környezeti indikátorok, a mértékegységek, a számítási módszer és az indikátorok forrása a következő oldalon bemutatott **2. táblázatban** látható.

3.3. Mért jólét és belső környezeti minőség indikátorok

A 3.2 fejezetben bemutatott jólét és beltéri környezeti minőség indikátorai információt adnak a felhasználóknak az épület és az épületgépészeti rendszerek jólétre és belső környezeti minőségre gyakorolt hatásairól, azonban nem adnak tájékoztatást arról, hogy a valóságban milyen értékek valósulnak meg az elemzett lakóépületben vagy lakásban. Ezért helyszíni mérésekre van szükség a megvalósult állapot értékeléséhez és a felhasználók tájékoztatásához, hogy mely paraméterek jók és melyeken lehetne javítani a belső környezeti minőség és a közérzet javítása érdekében.

A TripleA-reno projekt a lakóépületek felújításának motiválására összpontosít, ezért azokat a legalapvetőbb paramétereket gyűjtöttük össze, amelyek jelentős hatást gyakorolnak a lakók jólétére és a belső környezeti minőségre, másrészt ezek a felújítás eredményeként javíthatóak. Az operatív hőmérséklet, a relatív páratartalom és a CO₂ koncentráció a legfontosabb

2. táblázat. A TripleA-reno kombinált minősítés jóllét és belső környezeti minőség indikátorai

Jóllét és belső környezeti minőség indikátorok (Az épületre és az épületgépészeti rendszerre vonatkozik)					
Sorszám	Megnevezés	Mértékegység	Osztályozás	Hivatkozás /Leírás	Forrás
2.1	Fűtési rendszer szabályozása	–	5 kategória	1. Nincs fűtési rendszer 2. Nincs szabályozás 3. Épület szintű központi hőmérséklet-szabályozás 4. Lakás szintű központi hőmérséklet-szabályozás 5. Helyiségenkénti hőmérséklet-szabályozás	
2.2	Hűtési rendszer szabályozása	–	5 kategória	1. Nincs hűtési rendszer 2. Nincs szabályozás 3. Épület szintű központi hőmérséklet-szabályozás 4. Lakás szintű központi hőmérséklet-szabályozás 5. Helyiségenkénti hőmérséklet-szabályozás	
2.3	Egy főre jutó friss levegő mennyisége (mesterséges szellőzés esetén)	l/s, fő	3 kategória	MSZ EN 16798-1 szabvány I., II., III. kategória egy főre jutó friss levegő mennyisége	Level(s)
2.4	Nyílászárók légzárása	–	3 kategória	1. Gyenge légzárás: vetemedett, rosszul illesztett vagy tömítetlen nyílászárók 2. Közepes légzárás: nyílászárók jól illeszkedő tömítéssel 3. Jó légzárás: gyárilag beépített, alakos tömítéssel rendelkező vagy minősítő iratban MSZ EN 12207 szerinti 4-es légáteresztési osztályú nyílászáró	
2.5	Külső árnyékolás	%	%	A külső árnyékolással ellátott üvegezett nyílászárók százalékos aránya. A nyílászárókat csak kelettől nyugatig terjedően kell vizsgálni, az északi tájolást nem..	
2.6	Sugárzó fűtés és/vagy hűtés üzemel a kondicionált alapterület legalább 50%-át lefedő helyiségekben	%	50% alatt vagy felett	Sugárzó fűtés és/vagy hűtés (padló, fal, mennyezet) üzemel a kondicionált alapterület legalább 50%-át lefedő helyiségekben.	WELL
2.7	Sugárzási hőmérséklet aszimmetria	–	Igen / Nem	A sugárzási hőmérséklet aszimmetria kielégíti az MSZ EN ISO 7730 szabvány B kategóriájának követelményét	ISO 7730

paraméterek, amelyekre az emberek érzékenyek, ezért ezek mérése kötelező a minősítéshez. Az operatív hőmérsékletet és a CO₂ koncentrációt az MSZ EN 16798-1 szabvány kategóriáival kell összehasonlítani. A szabványból azt a kategóriát kell kiválasztani a minősítéshez, amelyet a mért értékek legalább 85%-a kielégít. A relatív páratartalomnak a komfort tartományban kell lennie, amely az MSZ CR 1752 szabvány szerint 30% és 70% közötti érték.

A TripleA-reno minősítés során figyelembe vesszük a beltéri környezetben leggyakoribb légszennyező anyagokat, úgymint a TVOC-t és a formaldehidet. Az építőanyagok, a bútorok, a szövetek, a tisztítószerek, a testápolási termékek és a légfrissítők mind illékony szerves vegyületeket (VOC) bocsáthatnak ki a beltéri környezetbe. A VOC-k összetettsége miatt az emberi testre gyakorolt egyéni egészségügyi hatásai eltérőek lehetnek és bizonyos esetekben nagymértékben változhatnak.

Hosszú távú expozíció még alacsony TVOC-koncentráció esetén is nem specifikus tünetekhez és reakciókhoz vezethet, ideértve a kellemetlen szagok és ízek érzékelését, az orrfolyást és a könnyezést, a szem / orr / torok irritációját, a bőr kiszáradását és viszketését, a fokozott érzékenységet a légúti fertőzésekkel szemben, a neurotoxikus tüneteket (fáradtság, fejfájás, csökkent szellemi teljesítmény).

A formaldehid (HCHO) lakásban található műanyagokból, bútorkból és ragasztókból kerülhet a levegőbe. A formaldehid egy szintelen aldehid gáz és a TVOC-hez hasonlóan a helyiség levegőjében található kis mennyiségű formaldehid is befolyásolhatja az emberi egészséget. A tünetek közé tartoznak a koncentrációs rendellenességek, idegesség, fejfájás, szédülés, de a hányinger, a nyálkahártya duzzanata, kötőhártya-irritációk és a könnyezés is [12].

A TripleA-reno minősítésben a TVOC megengedett koncentrációja – a jóllét határértéke – $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, amely a WELL [6] és a LEED [13] minősítési rendszerekből származik. A költséges és összetett laboratóriumi elemzés (ISO 16000-6) azonban nem szükséges, mert a TVOC mérése informatív jellegű. A formaldehid megengedett koncentrációja $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mely határértéket a WHO határozta meg.

A laboratóriumi elemzés (ISO 16000-3) nem szükséges, mert a formaldehid mérése informatív jellegű. A szálló por megengedett koncentrációja $\text{PM}_{2,5} = 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{PM}_{10} = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a WELL minősítési rendszerből származik. A mérés részecskeszámlálóval valósítható meg az ISO 21501-4 szabvány szerint.

Az akusztikai paraméterek értékelése nem része a TripleA-reno minősítésnek, mert az akusztikai panaszok elsősorban irodaházakban jelentkeznek, ahol a gépészeti rendszerek (szellőzés, fan-coil, folyadékűtő stb.) és az irodai berendezések zajosak lehetnek. A TripleA-reno minősítésnek nem része a világítási rendszer értékelése sem, mert egyrészt lakóépületek esetén az EPBD szerinti energetikai számítás a világítás energiafogyasztását nem tartalmazza, másrészt a világítás megítélése nagyon szubjektív. Ezen kívül a lakáson belüli világítási rendszer fejlesztése általában nem része a lakóépület felújítási projekteknek, mivel a világítás fejlesztését általában a lakók végzik el a saját igényeik szerint.

A mért jóllét és belső környezeti minőség indikátorok, a mértékegységek, a számítási módszer és a forrás a **3. táblázatban** látható.

3. táblázat. A TripleA-reno kombinált minősítés mért jóllét és belső környezeti minőség indikátorai

A mért jóllét és belső környezeti minőség indikátorai						
Sorszám	Megnevezés	Mértékegység	Kötelező vagy önkéntes	Osztályozás	Hivatkozás / Leírás	Forrás
3.1	Operatív hőmérséklet - fűtés*	°C	Kötelező	3 kategória	A mért érték az MSZ EN 16798-1 szabvány hőmérséklet kategóriákkal kerül összehasonlításra.	
3.2	Operatív hőmérséklet - hűtés*	°C	Kötelező	3 kategória	A mért érték az MSZ EN 16798-1 szabvány hőmérséklet kategóriákkal kerül összehasonlításra.	
3.3	Beltéri levegő relatív páratartalma 30% és 70% közötti érték	%RH	Kötelező	A komfort tartományban vagy azon kívül	A mért érték az MSZ CR 1752 szabványban megadott komfort tartománnyal kerül összehasonlításra (30-70% RH).	
3.4	CO ₂ koncentráció	ppm	Kötelező	3 kategória	A mért érték az MSZ EN 16798-1 szabványban megadott CO ₂ kategóriákkal kerül összehasonlításra.	
3.5	TVOC	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Önkéntes	A határérték alatt vagy felett	A mért érték a határértékkel kerül összehasonlításra ($500 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	A jóllét határérték forrása a WELL és a LEED minősítés
3.6	Formaldehid	ppb	Önkéntes	A határérték alatt vagy felett	A mért érték a határértékkel kerül összehasonlításra ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	WHO
3.7	PM _{2,5}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Önkéntes	A határérték alatt vagy felett	A mért érték a határértékkel kerül összehasonlításra ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	A jóllét határérték forrása a WELL minősítés
3.8	PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Önkéntes	A határérték alatt vagy felett	A mért érték a határértékkel kerül összehasonlításra ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	A jóllét határérték forrása a WELL minősítés

*A helyszíni bejárás során az operatív hőmérsékletet a fűtési vagy a hűtési időszakban kell mérni az évszaknak megfelelően.

3.4. Szükséges mérések

Ebben a fejezetben röviden összefoglaljuk a mérések követelményeit. A beltéri levegő operatív hőmérsékletét, relatív páratartalmát és CO₂ koncentrációját legalább 1 hétig kell mérni 5 perces mintavétellel. A beltéri hőmérséklet és a CO₂ koncentráció mért értékeit össze kell hasonlítani az MSZ EN 16798-1 szabványban megadott kategóriákkal. A relatív páratartalmat az MSZ CR1752 szabványban megadott komfort tartománnyal kell összevetni, mely 30% – 70% relatív páratartalom. A TVOC és a formaldehid méréseket a helyszínen, az egy hétig tartó hőmérséklet – relatív páratartalom – CO₂ koncentráció mérés kezdetén és végén, tehát két alkalommal kell elvégezni. A PM_{2,5} és a PM₁₀ mérést szintén két alkalommal kell elvégezni, de ennek legalább 30-30 percig tartó mérés sorozatnak kell lennie. A mérési adatok értékelésénél minden esetben azt a kategóriát kell választani, amelyet a mért értékek legalább 85%-a kielégít.

3.5. Minősítés

Az energetikai indikátorok az épület energetikai jellemzőit

fejezik ki, amelyeket külön-külön jelenítünk meg a felhasználóknak, ezeket nem indokolt összevonni. Az épület energetikai besorolása egyértelműen kifejezi a jelenlegi állapot energiahatékonyságát. Az összes primerenergia-fogyasztás, az energiahordozóként számított és mért végső energiafogyasztás, a megújuló energia részaránya és a felületre súlyozott átlagos hőátbocsátási tényező kerülnek bemutatásra. Ami a jóllét és a belső környezeti minőség együttes értékelését illeti, a minősítés eredménye ezeknél viszont összevontan egy-egy osztályban kerül kifejezésre, a könnyebb megértés elősegítése érdekében. A minősítés azonban nemcsak az eredményt (az elért osztályt) mutatja be, hanem az összes indikátort a megszerzett és az elméleti maximális pontjaival együtt, amelyek részletezik az eredményt és információkat nyújtanak arról, hogy mely indikátorokon lehet javítani. A jóllét és a belső környezeti indikátorok minősítésének lépései a következők:

1. A pontszám kiszámítása: a jóllét és a belső környezeti minőség releváns indikátorai pontszámokat szereznek az alábbi 4. és 5. táblázat szerint.
2. A releváns indikátorok elért pontszámainak összesítése.

4. táblázat. Jóllét és belső környezeti minőség indikátorok pontozása

Jóllét és belső környezeti minőség indikátorok pontozása		
Sorszám	Megnevezés	Hivatkozás /Leírás
2.1	Fűtési rendszer szabályozása	Helyiségenkénti hőmérséklet-szabályozás: 20 pont Lakás szintű hőmérséklet-szabályozás: 10 pont Épület szintű (központi) hőmérséklet-szabályozás: 5 pont Nincs szabályozás: 0 pont
2.2	Hűtési rendszer szabályozása	Helyiségenkénti hőmérséklet-szabályozás: 20 pont Lakás szintű hőmérséklet-szabályozás: 10 pont Épület szintű (központi) hőmérséklet-szabályozás: 5 pont Nincs szabályozás: 0 pont
2.3	Egy főre jutó friss levegő mennyisége (mesterséges szellőzés esetén)	Egy főre jutó friss levegő mennyisége kielégíti az MSZ EN 16798-1 szabvány I. vagy II. kategóriáját - 20 pont Egy főre jutó friss levegő mennyisége kielégíti az MSZ EN 16798-1 szabvány III. kategóriáját - 10 pont Egy főre jutó friss levegő mennyiség kevesebb, mint az MSZ EN 16798-1 szabvány III. kategóriája - 0 pont
2.4	Nyílászárók légzárása	Jó légzárás: 10 pont Közepes légzárás: 5 pont Rossz légzárás: 0 pont
2.5	Külső árnyékolás	10 pont, ha az üvegezett nyílászárók 100%-a rendelkezik külső árnyékolással (kelettől nyugatig tartó tájolás, kivéve észak) 9 pont, ha 90%-99% 8 pont, ha 80-89% 7 pont, ha 70-79% 6 pont, ha 60-69% 5 pont, ha 50-59% 4 pont, ha 40-49% 3 pont, ha 30-39% 2 pont, ha 20-29% 1 pont, ha 10-19% 0 pont, ha 0-9%
2.6	Sugárzó fűtés és/vagy hűtés üzemel a kondicionált alapterület legalább 50%-át lefedő helyiségekben	Sugárzó fűtés és/vagy hűtés üzemel a kondicionált alapterület legalább 50%-át lefedő helyiségekben: 10 pont Sugárzó fűtés és/vagy hűtés nincs, vagy kevesebb, mint a kondicionált alapterület 50%-át lefedő helyiségekben üzemel: 0 pont
2.7	Sugárzási hőmérséklet aszimmetria	A sugárzási hőmérséklet aszimmetria kielégíti az MSZ EN ISO 7730 szabvány A vagy B kategóriáját: 10 pont A sugárzási hőmérséklet aszimmetria az MSZ EN ISO 7730 szabvány C kategóriájának megfelelő vagy annál rosszabb: 0 pont

3. A releváns indikátorok elméleti maximális pontszámainak összesítése. Ez tartalmazza az összes releváns indikátor maximális pontját. Például, ha nincs hűtési rendszer vagy mesterséges szellőző rendszer az épületben, akkor azok nem lesznek figyelembe véve az elméleti maximális pontszám kiszámításakor.
4. Az összes elért pontszám és az elméleti maximális pontszám százalékos arányának kiszámítása.
5. A minősítés az összesített és az elméleti maximális pontok kiszámított százalékos aránya alapján a 6. táblázat szerint történik.

Az előző oldalon látható **4. táblázat** a jóllét és a belső környezeti minőség indikátorok pontozását mutatja be, az alábbi **5. táblázat** a mért jóllét és a belső környezeti minőség indikátorok pontozását tartalmazza, a **6. táblázat** pedig ezek minősítését mutatja be.

4. Összefoglalás

A TripleA-reno kombinált minősítés magában foglalja a lakás energetikai, beltéri környezeti minőségi és a jólléttel kapcsolatos indikátorait. Az energetikai indikátorok önállóan informálnak az épület vagy a lakás energetikai jellemzőiről, amelyek külön-külön kerülnek bemutatásra. A jóllét és a belső környezeti minőség együttes értékelésének eredménye összevontan egy-egy osztályban kerül kifejezésre a könnyebb megértés elősegítése érdekében. A közérzet és a beltéri környezeti

minőség nagymértékben függ az épületgépészeti rendszertől, ezért a minősítés azokat a gépészeti jellemzőket értékeli, amelyek befolyásolják a beltéri környezeti minőséget és a lakók jóllétét. A minősítéshez helyszíni mérések elvégzése is szükséges, amelyekkel a tényleges, kialakult állapot értékelhető.

A kombinált minősítéshez kifejlesztett Excel táblázat könnyen használható és képes tájékoztatni az embereket otthonaik energiahatékonyságáról, beltéri környezeti minőségéről és a jóllétről. A kombinált minősítés Excel táblázata letölthető a Comfort Consulting Kft. honlapjáról az alábbi linken: www.comfortconsulting.hu/publikaciok. A kombinált minősítés Excel táblázata változtatás nélkül szabadon felhasználható és terjeszthető.

6. táblázat. A TripleA-reno kombinált minősítés eredményei

Az összes elért pontszám és az elméleti maximális pontszám százalékos aránya	Minősítés
90 - 100%	Kitünő
80 - 89%	Jó
60 - 79%	Elfogadható
50 - 59%	Gyenge
0 - 49%	Nagyon gyenge

5. táblázat. Mért jóllét és belső környezeti minőség indikátorok pontozása

A mért jóllét és belső környezeti minőség indikátorai		
Sorszám	Megnevezés	Hivatkozás / Leírás
3.1	Operatív hőmérséklet - fűtés*	30 pont – MSZ EN 16798-1 szabvány II. kategória 15 pont - MSZ EN 16798-1 szabvány III. kategória 0 pont - MSZ EN 16798-1 szabvány IV. kategória
3.2	Operatív hőmérséklet - hűtés*	15 pont - MSZ EN 16798-1 szabvány II. kategória 8 pont - MSZ EN 16798-1 szabvány III. kategória 0 pont - MSZ EN 16798-1 szabvány IV. kategória
3.3	Beltéri levegő relatív páratartalma 30% és 70% közötti érték	5 pont, ha a relatív páratartalom 30% és 70% között van
3.4	CO ₂ koncentráció	20 pont - MSZ EN 16798-1 szabvány II. kategória 10 pont - MSZ EN 16798-1 szabvány III./IV. kategória 0 pont - MSZ EN 16798-1 szabvány IV. kategóriánál rosszabb
3.5	TVOC	10 pont - TVOC 500 µg/m ³ alatt van 0 pont - TVOC 500 µg/m ³ felett van
3.6	Formaldehid	10 pont - Formaldehid 100 µg/m ³ alatt van 0 pont - Formaldehid 100 µg/m ³ felett van
3.7	PM _{2,5}	5 pont, ha a PM _{2.5} 15 µg/m ³ alatt van 0 pont, ha a PM _{2.5} 15 µg/m ³ felett van
3.8	PM ₁₀	5 pont, ha a PM ₁₀ 50 µg/m ³ alatt van 0 pont, ha a PM ₁₀ 50 µg/m ³ felett van

*A helyszíni bejárás során az operatív hőmérsékletet a fűtési vagy a hűtési időszakban kell mérni az évszaknak megfelelően.

A cikk 2. részében bemutatjuk a kombinált minősítési rendszer eredményeit a TripleA-reno projekt magyarországi demonstrációs épületre vonatkozóan.

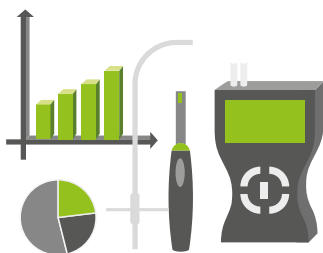
5. Irodalomjegyzék

- [1] <https://triplea-reno.eu/results/>
- [2] G. Cerinsek, D. Bancic, D. Podjed, S. D’Oca, J. Vetrsek, S. Dolinsek and P. op’t Veld: Boosting affordability, acceptability and attractiveness of deep energy renovations of residential buildings – a people-centred ethnographic approach, E3S Web of Conferences 111, 03026 (2019), Clima 2019
- [3] OIPSOS Belgium, Navigant: Comprehensive study of building energy renovation activities and the uptake of nearly zero-energy buildings in the EU, Final report, November 2019. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/97d6a4ca-5847-11ea-8b81-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-119528141>
- [4] J. Zirngibl, C. Mateo-Cecilia, C. Espigares-Correa: Alliance for deep renovation in buildings. A step forward to the common European voluntary certification scheme, E3S Web of Conferences 111, 03005 (2019), Clima 2019
- [5] BRE Global Ltd.: BREEAM International New Construction 2016, 2016
- [6] <https://v2.wellcertified.com/v2.1/en/air>
- [7] <https://v2.wellcertified.com/v2.1/en/thermal%20comfort>
- [8] International WELL Building Institute pbc, The WELL performance verification guidebook, Applies to WELL v1 and WELL v2, 2018
- [9] M. Waseem Ahmad, M. Mourshed, D. Mundow, M. Sisinni, Y. Rezgui: Building energy metering and environmental monitoring – A state-of-the-art review and directions for future research, Energy and Buildings, 120 (2016) 85–102
- [10] Zoltan Magyar: Integrated sustainable building design, Keynote presentation at 50th kgh HVAC&R Congress, <https://youtu.be/h7EJq9TRiNg>
- [11] Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast), Article 2 Definitions, Official Journal of the European Union, L 153/18, 2010
- [12] Jose A. Goris, MD, Sioucok Ang, MD, Carlos Navarro, MD: Minimizing the Toxic Effects of Formaldehyde. Laboratory Medicine, Vol. 29. Nr. 1., 1998
- [13] U.S Green Building Council, LEED v4 for Building Design and Construction, 2018



**comfort
consulting**

A 2004-ben alakult **Comfort Consulting Kft.** célul tűzte ki az épületek komfortjának növelését és energiafelhasználásának csökkentését a partnereinek nyújtott alábbi magas szintű szolgáltatásai által:



Energetikai audit,
TAO igazolás



Energetikai szakreferens,
kötelező al mérés



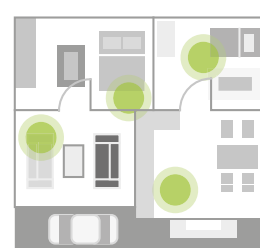
Energetikai pályázat



SRI okosépület mutató
számítása



Épületgépészeti rendszerek
méréses vizsgálata



Épületgépészeti és
épületenergetikai szakértés

További információ:

www.comfortconsulting.hu
info@comfortconsulting.hu

Várjuk jelentkezésüket!