



HI-SMART: HIGHER EDUCATION PACKAGE FOR NEARLY ZERO ENERGY AND SMART BUILDING DESIGN

4. MODUL

5. FEJEZET: BIOMASSZA

Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával



SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA



1 ELMÉLETI ALAPOK

1.1 KÖRNYEZETVÉDELMI IRÁNYELVEK

Földünk energiakészlete napról napra csökken, amelyet alternatív megoldásokkal pótolnunk, helyettesítenünk kell. A felhasznált energiakészlet közel 40%-át az épületek használják el, sok esetben magas CO₂ kibocsátás mellett, rossz hatásfokú berendezésekkel. Az Európai Unió 2020-ig elérendő céljaként az üvegházhatású gázok kibocsátását 20%-al kívánta csökkenteni, 20%-ra kívánták emelni a megújuló energia hasznosítását, továbbá 20%-al kívánták növelni az energiahatékonyságot. Ezeket a célokat még 2007-ben fogalmazták meg, de további céldátumként középtávon 2030 jelenik meg. Ekkor az 1990-es szinthez képest 55%-kal szeretnék csökkenteni az üvegházhatású gázok kibocsátását. 2050-re a klímasemlegesség elérése a cél. [1] Épületgépészeti vonatkozásban a célok elérésében megoldást nyújtanak a megújuló energiát hasznosító berendezések alkalmazása. Ezek közé sorolható a hőszivattyú, napenergiát hasznosító rendszerek, biomasszát hasznosító berendezések, rendszerek, stb. Szilárd és biomassza tüzelésű berendezések esetén az EN 303-5 szabvány ad iránymutatást, amely különböző teljesítményű, és kialakítású berendezések esetén fogalmaz meg követelményeket hatásfok, kibocsátás, biztonságtechnikai és egyéb paraméterek szempontjából. [2]

1.2 A BIOMASSZA ÉRTELMEZÉSE

Először tisztázni kell, mit is jelent a biomassza. A biomassza a szén, a kőolaj és a földgáz után a negyedik legnagyobb energiaforrásunk, amely a fejlődő országokban megközelítőleg 35%-át teszi ki az energiafelhasználásnak. A biomassza keletkezése alapján három csoportra bontható:

- Elsődleges biomassza: a természetes vegetáció (mezőgazdasági növények, erdő, mező, stb.),
- Másodlagos biomassza: az állatvilág és az állattenyésztés fő és melléktermékei,
- Harmadlagos biomassza: feldolgozó iparok gyártási mellékterméke, az emberi működés melléktermékei.

Komfort épületgépészetben elsősorban az elsődleges biomasszát használjuk föl, amelynek két legelterjedtebb fajtája a pellet és a faapríték, hiszen ezek remekül automatizálhatóak, komfortos tüzelési és üzemeltetési feltételeket biztosítanak. Klasszikus vonatkozásban épületfűtésre hasábfát használtunk, de mára az erre a tüzelésre alkalmas berendezések nagy része elavultnak minősül, amelyről a későbbiekben részletesen beszélünk.

Mezőgazdasági vonatkozásban az elsődleges, valamint a másodlagos biomassza jellemző előállításáról, hasznosításáról beszélhetünk, amely képes ellátni a komfort épületgépészetben jelentkező tüzelőanyag igényeket. Az energetikai célú növénytermesztés

lehetőséget biztosít a termelők számára, hiszen továbbra is mezőgazdasági termeléssel foglalkoznak, azonban a megtermelt növény megújuló energiaforrásként felhasználható.

Szilárd biomasszaként az erre a célra termesztett, energetikai felhasználásra szánt növényeket, vagy a mezőgazdaság, erdőipar, illetve a faipar melléktermékeként, hulladékként jelentkező halmazt értelmezzük. A szántóföldi növénytermesztés melléktermékeként a gabonafélék szalmája, kukorica szára és csutkája, valamint az egyéb növényi szármaradványa hasznosítható tüzelési célokra. Természetesen az ültetvények melléktermékei is hasznosíthatóak, így a szőlővenyige, gyümölcsfa nyesedék, stb. A keletkezett hulladékot az anyag függvényében szárítják, bálázzák, aprítják, keverik, majd végül brikettálják, vagy pelletet készítenek belőle. Az így kapott tüzelőanyag fűtőértéke meghaladja egyes barnaszemek fűtőértékét, alacsony kéntartalom mellett. Ahogy korábban említettük speciális mezőgazdasági mellékág az energiaerdők gondozása. Jellemzően a mezőgazdaságilag nem hasznosított területeket alkalmazzák erre a célra, ahol speciális faültetvényeket ültetnek, amelyek a legrövidebb idő alatt, olcsón, jó tüzeléstechnikai jellemzőkkel, nagy mennyiségben kitermelhető. A legrövidebb vágásforduló 1-4, míg a leghosszabb 20-25 év. Erre a célra kiváló fajták pl. a gyertyán, juhar, hárs, fűz, akác.

Természetesen nem csak szilárd biomassza állítható elő, hanem folyékony energiahordozó és készülhet mezőgazdasági termékekből. Erre a célra magas olaj, illetve zsírtartalmú növényeket alkalmaznak, mint pl. a repce, napraforgó, vagy a szója. Az így előállított tüzelőanyag ólom és kénmentes, magas oktánszámmal. Jellemző előállított tüzelőanyag a bioetanol, biometanol.

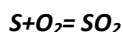
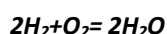
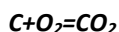
Másodlagos biomassza hasznosításakor növényi és állati maradványok lebomlásakor, erjesztésekor, rothadásakor biogáz keletkezik. Összetétele szerint kb. 65-66% metán, 31 % szén-dioxid, 3-4 % egyéb gáz. Jellegzetes szagát a H_2S -hidrogénnek köszönheti. Biogáz előállítására alkalmas alapanyagok közé tartozik a cukorrépa- feldolgozás melléktermékei, néhány fűfélé, stb. A megtermelt biogáz a PB gázhoz hasonló formában hasznosítható. Épületgépészeti vonatkozásban ezen anyagok alkalmazása nem jellemző.

További biogáz előállítására alkalmas szinte valamennyi szervesanyag, így a trágya, fekália, élelmiszeripari melléktermékek, háztartási hulladék stb. [3] [4]

1.3 A BIOMASSZA TÜZELÉSE

Ahogy az előzőekben említettük épületek hőellátására jellemzően elsődleges, szilárd biomasszát alkalmazunk, amely az egyik legősibb fűtési forma. Akár hasbáfa, vagy pellet tüzelésről van szó, a lezajló folyamatok között nincs különbség. A fa szilárd tüzelőanyag, azonban meggyújtva túlnyomó részt (tömeg szerint a 83%-a) fagázként ég el. A gázalakban elégett tömegszázalék adja a fűtőértékének mintegy 70%-át. fagáz magas lángjával égő fának nagy tűztérre van szüksége. A gázláng köré felhevített, oxigénben gazdag friss levegőtöbbletet (előmelegített szekunder levegő) kell biztosítani, amire azért van szükség,

mert a képződött, energiában gazdag fagáz így ég el maradéktalanul. Mivel a fa a természetben nőtt anyag, így a fatűz fejlődési szakaszai nem, vagy csak nagyon nehezen írhatóak le egészen pontosan. A növekvő hőmérséklet és maguk az égési folyamatok fokozatosan nyomulnak a fa felszínétől befelé. A légszáraz fában visszamaradt nedvesség még mindig a tömeg 15-20%-a. Ez a nedvesség csak 100 °C körüli hőmérsékleten távozik a fából. A fa összetevői nagyságrendileg egy időben kezdenek folyékonyvá válni, molekuláik hasadni és párologni kezdenek és 100-200 °C-on a képződő gázok a fát még nagyon lassan hagyják el. A leghamarabb képződő fagázokat a gyújtópapír lángja gyújtja be, azonban ha gyújtólángot elveszünk, az égési folyamat leállna. Ezért kb. 225 °C –ig kell a fával hőenergiát közölni, hogy az égési folyamat ne álljon le. Ezt az endoterm folyamatot váltja fel nagyságrendileg 260 °C-nál egy exoterm folyamat, amikor már hőtöbblet keletkezik. A fagáz reakcióképes összetevőire, azaz szénre és hidrogénre nagyságrendileg 1000 °C hőmérsékleten bomlik szét tökéletesen és oxidálódik. Ez azt jelenti tehát, hogy a tökéletes égéshez magas hőmérsékletre van szükség, hogy ne szabaduljon föl tökéletlenül hasadt szénhidrogén a füstgáz elvezető rendszeren át a környezetbe. Tökéletes égés során CO₂ és H₂O keletkezik. Környezetvédelmi szempontból ezért a fatüzelést szén-dioxid semlegesnek tekintik, hiszen eltüzelése során éppen annyi CO₂ szabadul föl, amennyit élete során megkötött. A gyorsan távozó fagáz miatt nem jut elegendő oxigén a fadarab felületére, ezért ez egyre inkább faszénné alakul át, amely 50-800°C hőmérsékleten elizzik, hiszen a tiszta faszén gyakorlatilag láng nélkül ég, ezért nem való kandallóba, de kiválóan alkalmas kerti grillezésre. A szilárd tüzelőanyag éghető-, és nem éghető összetevőkre osztható. Éghető összetevő a szén, a hidrogén, valamint a kén. Nem éghető komponensek az oxigén, nitrogén, nedvességtartalom, valamint a hamu. Az égésre alkalmas biomassa égése leegyszerűsítve a következők szerint megy végbe:



1.4 AZ ÉGÉSI LEVEGŐ MEGHATÁROZÁSA

Az égéshez szükséges tényleges levegőmennyiség meghatározásához szükségünk van az elméleti oxigén mennyiségére és a légfeleslegtényező értékére. A tüzelőanyag tökéletes elégetéséhez az elméletinél nagyobb mennyiségű levegőt kell felhasználni. A többletlevegőt légfelesleg tényezővel (λ) fejezzük ki, amely megadja, hogy a ténylegesen felhasznált levegő hányszorosa az elméleti levegőszükségletnek. Az elméletileg szükséges levegő mennyiségét az alábbi összefüggés alapján határozhatjuk meg:

$$O_{2elm}=1,867C+5,6H_2+0,75S-0,7O_2 [Nm^3/kg]$$

Az elméleti levegőszükséglet 21% O₂-t és 79% N₂-t tartalmaz. Ez alapján:

$$L_o = 1/0,21 * O_{2elm} = 4,76 O_{2elm} \text{ [Nm}^3\text{/kg]}$$

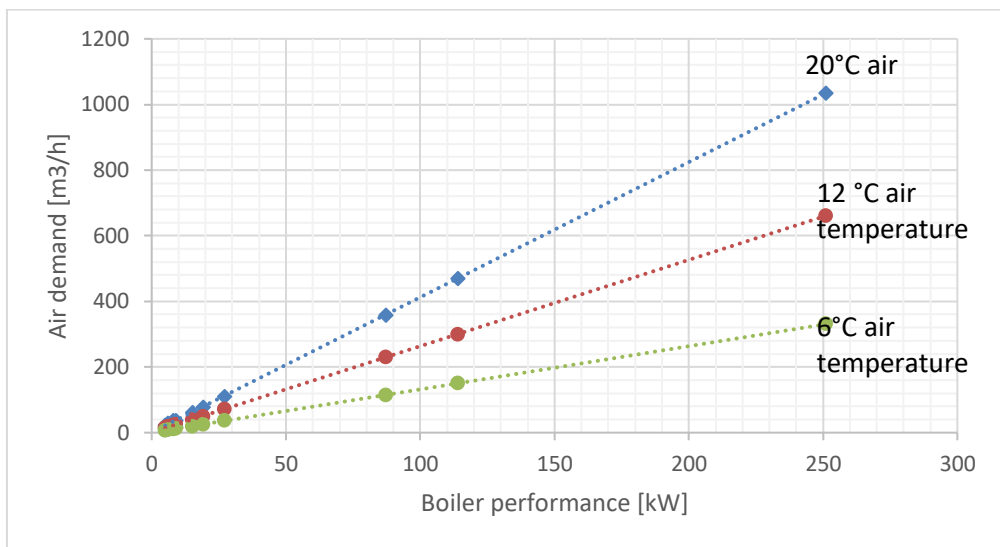
Az elméleti égési levegő és a légfesleg tényező ismeretében meghatározhatjuk a valóságos égési levegő mennyiségét:

$$L_v = \lambda * L_o \text{ [Nm}^3\text{/kg]}$$

A normál köbméter (Nm³) 0 °C-os (273,15K) és 1,013bar nyomású gáz térfogategysége. A légfesleg tényező értékének meghatározásához szükség van az elméleti füstgázmennyiség értékére is. Ennek meghatározása az alábbi módon történik:

$$1,86 * C + 0,683 * S + 11,1 * H_2 + O_{2elm} * 3,72 = CO_2 + SO_2 + H_2O + N_2 \text{ [Nm}^3\text{/kg]}$$

Az alábbi diagramon különböző teljesítményű szilárd tüzelésű készülék égési levegő igényét láthatjuk különböző hőmérsékletű égési levegő esetén. [5]

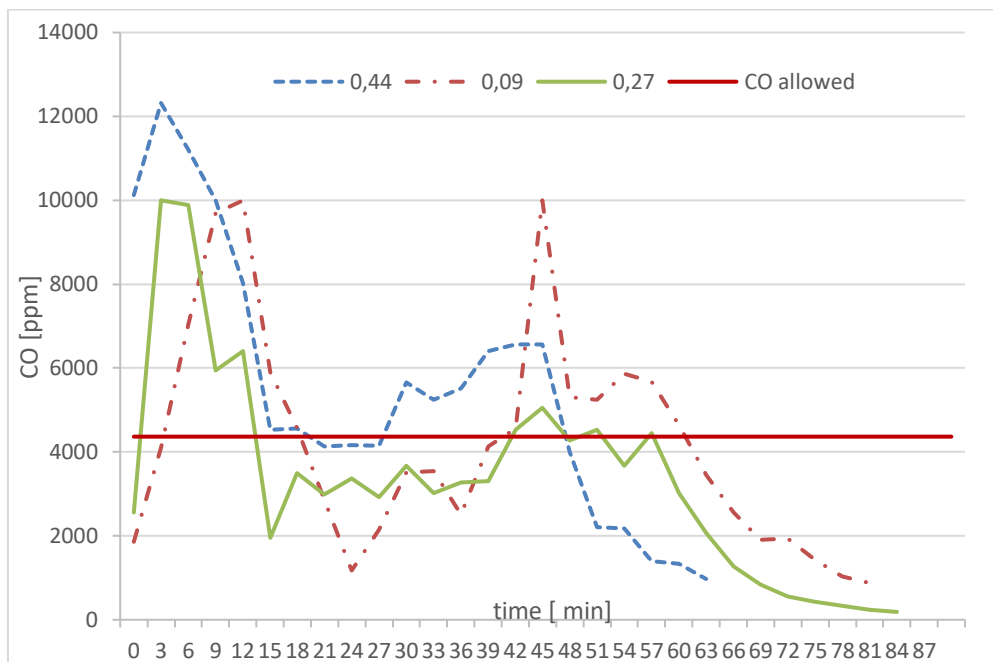


1. ábra: Égési levegő igények alakulása különböző teljesítményű berendezések esetén

Megfigyelhető, hogy ugyanolyan teljesítményű berendezés esetén a szükséges égési levegő mennyisége nagymértékben függ a helyiség hőmérsékletétől, tehát egy lakótérbe helyezett kandalló esetén fajlagosan több égési levegő bevezetéséről kell gondoskodni, mint egy ugyanolyan teljesítményű, fűtetlen térben üzemelő berendezés esetén. Az égési levegő meghatározása minden esetben tervezői feladat!

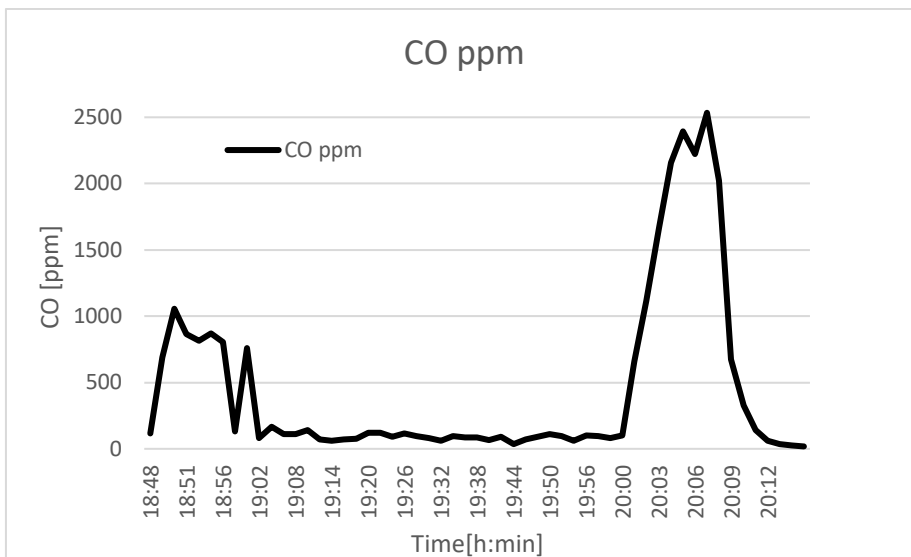
A megfelelő égési levegő alkalmazása a berendezés üzemvitele szempontjából a legfontosabb paraméter. Nem csupán a kinyerhető teljesítmény, hanem a kibocsátott károsanyag mennyiségét is befolyásolja, hiszen az égés minősége függ tőle. A 2. ábrán egy

kézi adagolású szilárd tüzelésű kazán egy töltet kiégését szemléltető diagramot láthatunk, ahol az egyes töltetek elégetéséhez különböző égési levegő mennyiséget biztosítottunk.



2. ábra: Szilárd tüzelésű kazán CO kibocsátása különböző égési levegőellátás mellett

A 2. ábrán látható, dimenziótlan számmal jellemzett görbék az egyes üzemekhez tartozó égési levegőt jelölik egy átfolyási számmal. Az átfolyási szám a szabad égési levegő beáramlási keresztmetszet, valamint a névleges légbeeresztő keresztmetszet hányadosa. Megfigyelhető, hogy túl magas, illetve túl alacsony égési levegő mennyiség esetén is magas CO kibocsátás jellemzi a tüzelési folyamatot, amely nagy mértékben eltér a vonatkozó szabványban rögzített, az ábrán konstans vonalként megjelenő kibocsátási határértéktől. Megfelelően méretezett égési levegő bevezetés esetén a kibocsátási értékek a megengedett határon belül tarthatóak a normál tüzelési szakasz elérését követően. Automata adagolású, megfelelő égési felügyelettel üzemelő kazánok esetén (pl. automata adagolású pellet kazán) a kibocsátási értékek a normál tüzelési szakaszban jóval kedvezőbb értékeket mutatnak. [6]



3. ábra: CO kibocsátás automata adagolású pellet kazán esetén

Megfigyelhető a 3. ábrán, hogy a felfűtési szakaszt követő normál tüzelési szakasz ideje alatt a szén-monoxid kibocsátás értéke konstans. Ezt az értéket egészen a készülék lekapcsolásáig tartja a kazán automatikája. Lekapcsoláskor nagy mennyiségű levegőt kever a berendezés égőterébe a kazán ventilátora, elfojtva a bent égő tüzet. A nagymértékű CO kibocsátás a hanyatló szakaszba kerülő, tökéletlen égést mutatja.

1.4.1 KANDALLÓK LÉGELLÁTÁSA

Kandallók esetén az égési levegő meghatározása ugyanazon az elven működik, ahogy ezt az előzőekben bemutatuk. Kandallók esetén azonban a speciális igényeket az jelenti, hogy a



figure 4: Zárt égésterű kandalló
(www.ecofire.hu)

lakótérben kerülnek elhelyezésre. Mivel huzamos tartózkodási célú helyiségekben üzemelnek ezek a berendezések, így a megfelelő légellátás életvédelmi szerepet is betölt. A korszerű lakóépület elrendezéseknél jellemző a konyha-nappali-étkező, központi, egy légterű helyiség kialakítása, amelybe ezeket a berendezéseket helyezik el. A gravitációs égéstermék elvezetés elvén alapuló kandalló üzemére kedvezőtlen hatást gyakorol bármilyen kényszerített áramlást generáló berendezés, amely a távozó égéstermékot visszaszívhatja. Az előzőekben említett lakóépület elrendezésnél ilyen berendezés lehet pl. a konyha páraelszívó. Nyílt égésterű kandallók esetén a kényszerített áramlást létrehozó, a kandalló üzemétől független berendezéseket reteszelni szükséges a kandallóval, így együttes üzemük nem alakulhat ki. Korszerűbb megoldást jelent zárt égésterű kandallók alkalmazása, amelyek

méretezett légcsatornán keresztül szívják az égési levegőt a tűztérbe. Ez a levegőbevezetés megvalósulhat méretezett, gravitációs elven működő, vagy füstgáz ventilátort alkalmazó berendezés esetén is. Az üzem lényege, hogy a kandalló teljes üzeme független a helyiség levegőjétől. A teljes kéményáramkör értelmezését az égéstermék elvezető rendszerek fejezetben tárgyaljuk.

2 BIOMASSZA TÜZELÉSŰ RENDSZEREK FŐBB ELEMEI

A biomassza tüzelőanyagot hasznosító berendezések esetén is fontos és elengedhetetlen a rendszerszemlélet. Nem elegendő pusztán a berendezést vizsgálni, a hozzá kapcsolódó rendszerelemekkel együtt kell tervezni a teljes rendszert. A biomassza tüzelőanyagon alapuló fűtési, és használati melegvíz termelő rendszerek négy alappillérből tevődnek össze. A rendszer fő alkotó eleme a kazán, amely közvetlenül kapcsolódik egy égéstermék elvezető rendszerhez. Az előzőekben tárgyalt levegőellátást tekinthetjük a harmadik rendszerelemnek és végül, de nem utolsó sorban az ellátott hőleadó, hőtároló rendszerelemekkel válik teljessé a rendszerünk.

2.1 KAZÁNOK

Lakó-, és középületek központi biomassza kazánal történő fűtése esetén több szempontból is megkülönböztethetjük a tüzelőberendezéseket:

- használt tüzelőanyag szempontjából,
- tüzelési technika szempontjából,
- kézi, vagy automata adagolású,
- automata égés szabályozóval ellátott, stb.

A következőekben kézi, vagy automata adagolás szempontjából közelítjük meg a főbb paramétereket, főbb működési karakterisztikákat. A korszerű épületgépészetben az energiahatékonyság, környezettudatosság, valamint a kiemelkedő kényelem tölti be a legfontosabb igényeket, amit a végfelhasználó egy berendezéstől elvár.

2.1.1 KÉZI ADAGOLÁSÚ SZILÁRD TÜZELÉSŰ KAZÁN

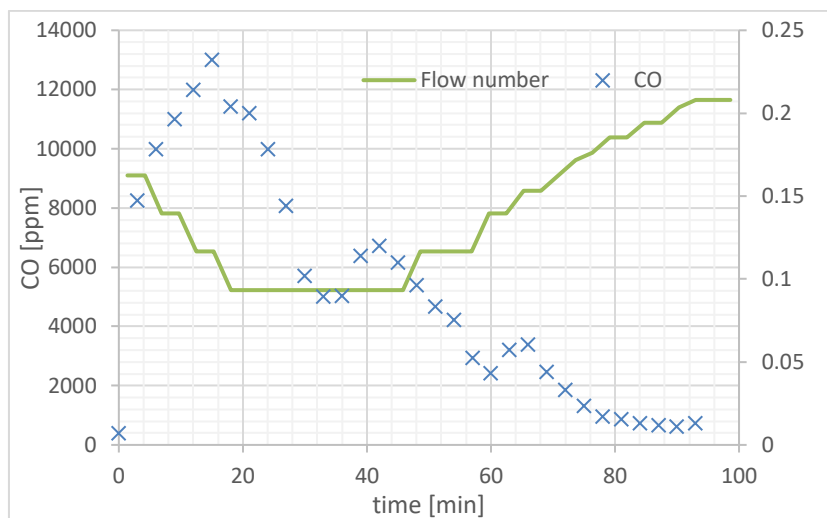


figure 5

www.netkazan.hu

A hagyományos elven, kézi adagolással üzemelő fa, vagy a legtöbb esetben vegyes tüzelésű kazánok jellemzően három fő szegmensből épül föl. Középen található a tűztér, alatta a hamuzó ajtó, amely egyben az égési levegő huzatszabályozó is, illetve a tűztér fölött a szekunder levegő bevezető nyílás, amely egyben karbantartásra, tisztításra is alkalmazható. Biztonságtechnikai okok miatt a kazánban található kazánhőmérséklet korlátozó szelep, amely maximálja a kazánból kilépő előremenő hőmérsékletet. A szelep egy láncsal összeköttetésben áll a kazán

huzatszabályozó ajtájával, amely folyamatos mozgásával szabályozza a tűztérbe lépő égési levegő mennyiségét. Amennyiben a kazánban kialakuló víz hőmérséklet a beállított határérték felé tart, folyamatos zárással csökkenti a teljesítményt, megakadályozva az esetleges túlhőmérséklet kialakulását. Ez az eljárás biztonsági szempontból kifogástalan, azonban kinyerhető teljesítmény, illetve kibocsátott károsanyag szempontjából kedvezőtlen.



6. ábra: CO kibocsátás alakulása huzatszabályozó hatására [6] [6]

Az 5. ábrán látható a huzatszabályozó folyamatos mozgásának a hatása a kibocsátott szén-monoxidra. A biztonsági szelep folyamatos mozgása „elrontja” a tüzelést, amely a magas CO kibocsátást eredményezi. A 2. ábrával összehasonlítva megfigyelhető, hogy megfelelően beállított légellátás esetén a kibocsátott CO mennyisége kimutathatóan kevesebb. Ezeknek a berendezéseknek a hatásfoka 75-80% körüli értéket ér el, de nagy mértékben függ az eltüzelte tüzelőanyag minőségétől. Hasábfű tüzelés esetén nagy kockázatot jelenthet a tüzelőanyag nedvességtartalma, amely nagymértékben befolyásolja a kazán hatásfokát, károsanyagkibocsátását, valamint a kinyerhető teljesítményt.

2.1.2 FAELGÁZOSÍTÓ KAZÁN

A hagyományos szilárd tüzelésű kazánokhoz képest a faelgázosító kazánok működése egy energiahatékonyabb, korszerűbb megoldást mutat. A hagyományos elven üzemelő berendezések esetén a tűztérbe helyezett töltet az előzőekben bemutatott módon egyszerű szabályozási folyamatokon keresztül leég. A kinyerhető teljesítmény nagy része az égésterméken keresztül távozik a kéményen keresztül. Faelgázosító kazánok speciális kialakításának köszönhetően a magasabb hőmérsékleten éghető gázokat is képes elégetni, ezzel jóval kedvezőbb hatásfokot biztosítva a berendezésnek. Ezt a fajta égést csak és kizárólag megfelelő égési levegőellátással lehet elérni. A kezdetlegesen kialakítású berendezések esetén ezt pusztán mechanikus úton légbevezető zsalukkal szabályozták.

Korszerűbb kialakítású kazánok esetén az égési levegőt elektronikus szabályozó által vezérelt égési levegő ventilátorokkal oldják meg. Ennek a kialakításnak két féle műszaki megoldása van. Az egyik esetben az égési levegőt nyomja a ventilátor, így a kazánt körülölelő hidegebb levegő halad át a ventilátoron, megnövelve ezzel az élettartamát. A másik kialakítás esetén a ventilátor füstgáz oldalon szívja az égési levegőt, így áthalad rajta az igen magas hőmérsékletű égéstermék is, amely a rendszerelem nagyobb terhelését jelenti. A korszerű szabályozású faelgázosító kazánok 90-93%-os hatásfokot is el tudnak érni, továbbá egy teljes töltet akár 12 órán keresztül hasznosul a tűztérben. Ezzel nem csak energiahatékony berendezést kapunk, hanem üzemeltetési szempontból is jóval kényelmesebb a hagyományos elven üzemelő szilárd tüzelésű berendezésekhez képest!

2.1.3 AUTOMATA ADAGOLÁSÚ PELLETT, VAGY FAAPRÍTÉK TŰZELÉSŰ KAZÁN

A családi házakban alkalmazható leghatékonyabb és legjobban automatizálható tüzelőberendezés fajtája az automata adagolású pellet, vagy faapríték kazán. A berendezés égési levegő szabályozása hasonlóan a korszerű faelgázosító kazánokhoz, itt is egy szabályozott ventilátoron keresztül történik. Az apró szemű tüzelőanyagoknak köszönhetően az pelletet, vagy faaprítékot automata behordó rendszeren keresztül is el lehet juttatni a berendezéshez. A tüzelőanyag adagolásának több féle megoldása létezik, amelyekre a későbbiekben mutatunk néhány példát. Az égés felügyeletért a füstgáz csőbe integrált lambda szonda a felelős, amely jellemzően az égéstermékben található oxigén mennyiségre szabályoz. A lambda szonda segítségével ad jelet az automatika a ventilátornak, illetve a tüzelőanyag adagoló rendszernek. Ezek a berendezések gyártmánytól függően igen széles spektrumon képesek modulálni. A korszerűbb gyártmányok akár 30-100% közötti teljesítmény tartományban is képesek üzemelni. Ennek köszönhetően a berendezések üzemvitel szempontjából fölveszik a versenyt a korszerű gázkazánokkal.

Laboratóriumban több féle pellet összetétel mellett vizsgáltuk a berendezés tüzeléstechnikai hatásfokát, ugyanazon a modulációs szinten.

Az eltüzelt tüzelőanyagok összetételét az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat : Eltüzelt pellet fajták

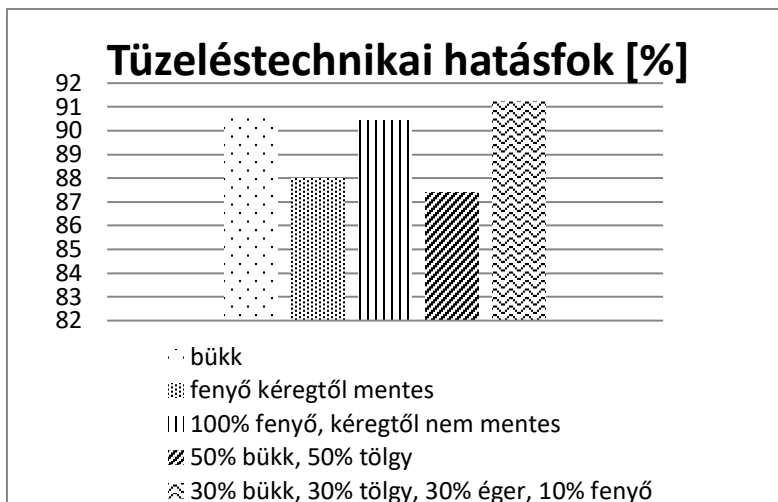
Jellemzők	Tüzelőanyag fajta					
	100% bükk	100% fenyő	100% fenyő, kéreggel	50% bükk -50% tölgy	30% 30% 30% 10%	bükk, tölgy, éger, fenyő
Fűtőérték [MJ/kg]	20,00	19,00	17,69	17,45	17,53	

Hamutartalom [%]	0,50	2,35	2,42	0,98	0,77
Széntartalom [%]	44,0	46,2	47,1	46,34	47,2
Hidrogéntartalom [%]	6,50	5,60	5,80	5,48	5,49
Nitrogéntartalom [%]	0,75	0,31	0,34	0,83	0,356
Kéntartalom [%]	0,05	0,062	0,086	0,053	0,055
Oxigéntartalom [%]	42,0	39,2	39,32	39,07	40,25

A mérések a különböző pelletek esetén 100 percig tartottak, ami magában foglalta a készülék felfűtési szakaszát egészen a készülék lekapcsolásáig. A készülék működése az alábbi szakaszokra osztható:

1. gyújtáselőkészítés (előszellőztetés),
2. hidegindítás,
3. felfűtési szakasz, [7]
4. normál szakasz,
5. kiegészi szakasz.

Az 1. táblázatban látható pelletösszetételekből jól kivehető, hogy a különböző komponensek kis mértékben térnek el egymástól, így tüzeléstechnikai hatások tekintetében a várható szignifikáns eltérés nem is jelentkezett (7. ábra). A legnagyobb és a legkisebb mért tüzeléstechnikai hatások között kevesebb, mint 4%-os eltérés adódott. Ezt az eredményt nemzetközi publikációk is alátámasztják kazánhatások tekintetében. [7] Az összes pellet tüzelőanyag nedvességtartalma 7% alatti volt, amely bőven megfelel a légszáraz tüzelőanyag kritériumának.



7. ábra: Tüzeléstechnikai hatások alakulása

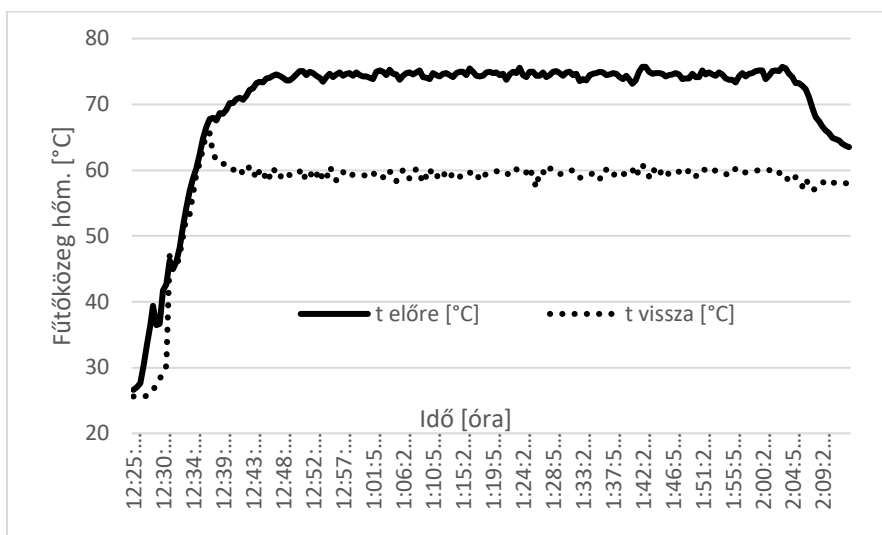
A különböző összetételű pellet tüzelőanyagok előzetes vizsgálatából megállapítottuk, hogy a kazán alapvető működésére nincs hatással a pelletösszetétel. Ezután a kéregtől mentes 100% fenyő összetételű pelletet választottuk ki, amelyet már a készülék teljes modulációs tartományában vizsgáltunk kibővített mért paraméter csoporttal. A füstgáz elemzéséhez egy MRU Optima 7 típusú füstgázvizsgálót használtunk, amellyel a 2. táblázatban szereplő füstgáz komponenseket mértük, valamint az előző méréshez hasonlóan rögzítettük a méréshez szükséges többi jellemző értéket is.

1. táblázat: Mért paraméterek

Mért paraméter jele	Mértékegység	Mért paraméter neve
O_2	%	Füstgáz oxigén tartalma
CO_2	%	Füstgáz szén-dioxid tartalma
CO	ppm	Füstgáz szén-monoxid tartalma
NOx	ppm	Füstgáz nitrogén-oxid tartalma
SO_2	ppm	Füstgáz kén-dioxid tartalma
$\Delta p_{kémény}$	Pa	Kéményhuzat
t_{fg}	°C	Égéstermék hőmérséklete
λ	-	Légfelesleg tényező
q_A	%	Égéstermék veszteség
$m_{v\acute{i}z}$	l/min	Fűtési közeg tömegáram
t_{fw}	°C	Előremenő fűtőközeg hőmérséklet
t_r	°C	Visszatérő fűtőközeg hőmérséklet

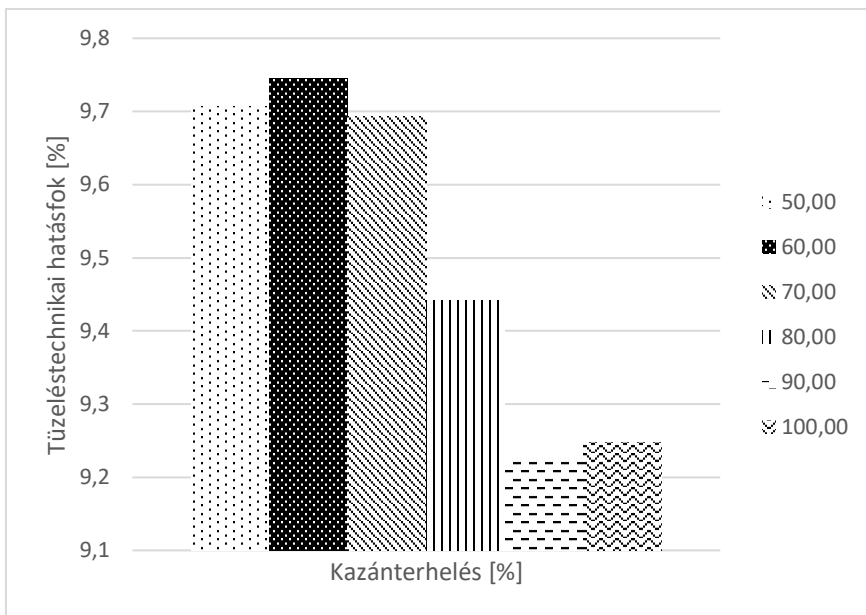
Mérési eredmények

A készülék működési karakterisztikáját jól jellemzi a fűtőközeg hőmérsékletének alakulása a vizsgált időtartamban, amit a 4. ábra szemléltet. A rövid gyújtás előkészítő szakaszt követően a gyors felfűtési szakasz kb. 15 perces intervallumát figyelhetjük meg. Ezt követően normál, szabályozott levegőellátású szakaszba lép a tüzelés, amely a gázkazánokhoz hasonló jelleget mutat. Ez erősen különbözik a hagyományos elven működő szilárd tüzelésű kazánoktól, hiszen nem figyelhető meg a tüztérben kialakuló éledő-, csúcspont, valamint hanyatló tűzkép.

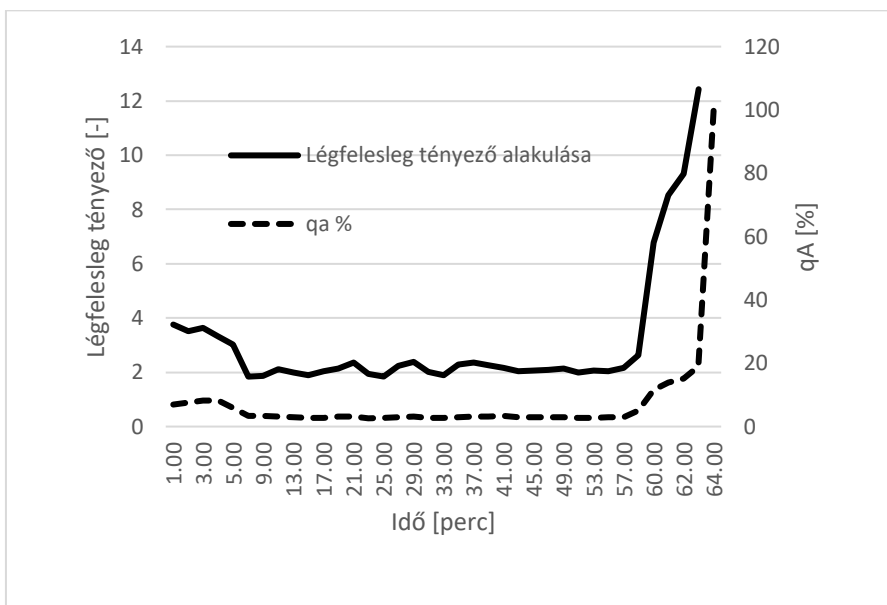


8. ábra: Pellet kazán üzemvitele a fűtővíz vonatkozásában

A készülék terhelési szintjeit 50-100 % között állítottuk manuális üzemben 10%-os lépésközzel. Az 5. ábrán az így kapott tüzeléstechnikai hatások láthatóak. A terhelés növekedésével az égéstermékkel távozó veszteségek emelkednek, amely az emelkedő égéstermék hőmérsékletnek köszönhető. Megfigyelhető azonban, hogy a legmagasabb égéstermék veszteség esetében is a qA veszteség tag nem haladja meg 8%-os átlagértéket a vizsgált tüzelési időtartam alatt. Az 9. ábrán látható eredmények normál tüzelési szakaszra vonatkoznak, nem tartalmazzák a felfűtési szakaszt, valamint a kiegészi szakaszt. Kiegészi szakaszban a készülék füstgáz ventilátora nagy mennyiségű levegőt kever az égőtérhez, amely a légszelektív értékeiben jól megmutatkozik. Ezzel egyidejűleg a qA füstgáz veszteségtag növekszik (10. ábra).



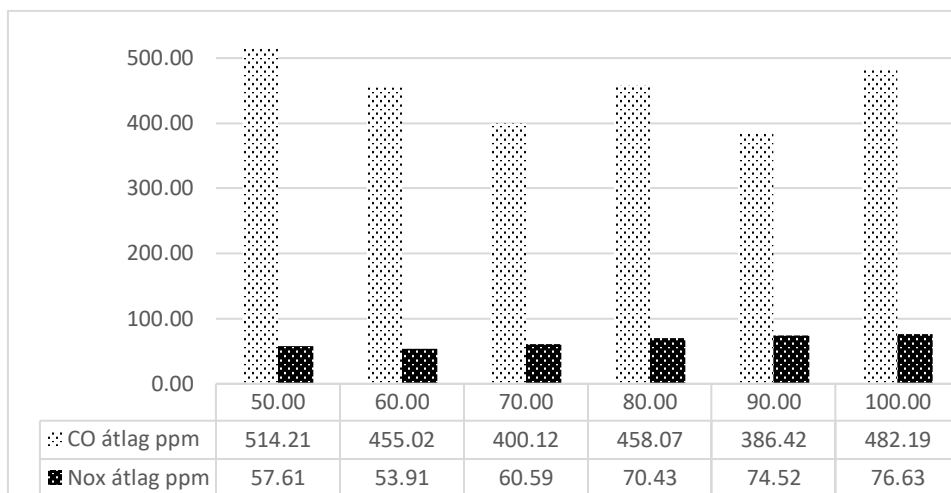
9. ábra: Tüzeléstechnikai hatások a kazánterhelés függvényében



10. ábra: Kiegészi szakasz karakterisztikája

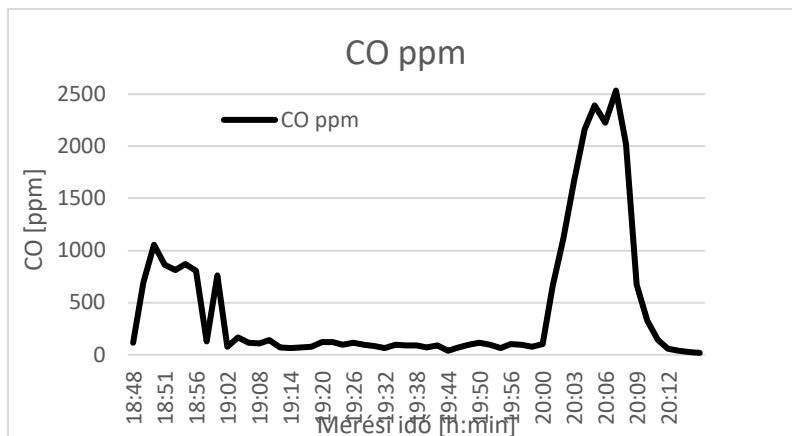
A mért paraméterek közül az EN 303-5 szabvány szerint is kiemelt fontosságú szén-monoxid, valamint az NO_x kibocsájtás alakulását helyeztük az elsődleges vizsgálandó károsanyag komponensek közé. A 11. ábrán a különböző terhelésekhez tartozó CO és NO_x kibocsájtások

értékei láthatóak ppm mértékegységben a teljes tüzelési időtartamra vonatkoztatva. Az EN 303-5 szabvány szerinti határértéknek megfelelően, a 4. osztályba sorolt automata adagolású biomassza kazánokra vonatkozó 873 ppm CO határértékek minden terhelési szinten teljesülnek. A legmagasabb, 5. osztályba tartozó 436 ppm CO határértékek 60 és 90%-os terhelés mellett teljesülnek.



11. ábra: CO és NO_x kibocsátások a terhelések függvényében

Az NO_x kibocsátás esetén a ppm-ben mért értékeket az EN 303-5 szabvány szerint, mint NO₂ adjuk meg, mg/m³-re történő átszámítás esetén 2,05-ös átszámítási tényezőt kell alkalmazni. [2] Biomassza tüzelésű berendezések esetén 350 mg/m³-es határértéket kell figyelembe venni. A vizsgálatunk során a 100% terheléshez tartozó legmagasabb kibocsátási érték 157,1 mg/m³-re adódott, ami a megengedett határértéken belül van. Mivel az NO_x fejlődése tüztér hőmérséklet függő, így a kapott eredmények megfelelnek az elméleti feltevéseknek. Az 50 %-os kazánterhelés esetén normál tüzelésű szakaszban 444 °C-os átlagos tüztérhőmérsékletet, míg 100%-os terhelés esetén 623 °C-os tüztérhőmérsékletet regisztráltunk.

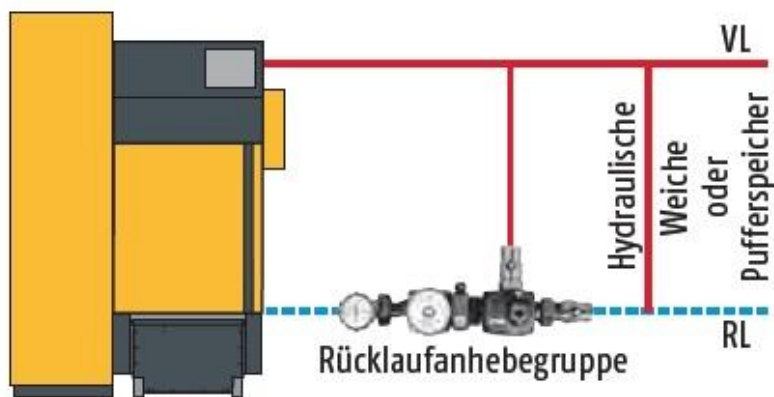


12. ábra: CO kibocsátás a teljes tüzelés alatt

A 12. ábrán megfigyelhető, hogy gyújtáselőkészítő szakasztól egészen a kiégési szakasz végéig, milyen formában alakul a CO kibocsátás. A mérés első szakaszában ingadozó, 1000 ppm közeli értékek a még nem a normál szakaszra jellemző, bizonytalan, tökéletlen égést jellemzi, amely nagyságrendileg 15 perc elteltével beáll. Ezt követően a normál szakaszban lényegében konstans kibocsájtási értékekkel üzemel a kazán. A nagyságrendileg 8 percenként jelentkező enyhe emelkedés az automata behordó csiga üzemét mutatja, ugyanis ezekben az időpillanatokban hord tüzelőanyagot a tűztérbe. A frissen behordott pellet tökéletes begyulladását követően a szén-monoxid kibocsájtási értékek visszaáznak az adott terheléshez tartozó jellemző értékekre. Ez a folyamat egészen a kazán lekapcsolásáig periodikusan ismétlődik, majd a kiégési szakasz kezdetével beáramló nagy mennyiségű levegő hatására az égés minősége elromlik, amely tökéletlen égéshez vezet. Ennek köszönhető a kiégési szakasz 15 perces intervallumához tartozó kiugró CO kibocsájtási érték, amely a hagyományos elven működő, kézi adagolású kazánok normál üzemviteléhez tartozó kibocsájtási értékeihez képest is jóval alacsonyabb.

A családi házakban és középületekben alkalmazható pellet tüzelésű kazánok vonatkozásában elérhető már a kondenzációs elven működő pellet kazán is. A működési elve a gáztüzelésű kondenzációs kazánokéhoz hasonló. 55 °C alatti visszatérő fűtőközeg hőmérséklet esetén beindul a kondenzációs folyamat, ahol az égéstermék nedvességtartalma kondenzálódik. Ebben a folyamatban a fázisváltásban rejtett hőt tudjuk hasznosítani, amelynek a magas hatásfokot köszönhetjük. Ezzel párhuzamosan az alacsony hőmérsékletű égésterméknek köszönhetően a tüzeléstechnikai hatásfok is magas, hiszen kis energiartalmú égéstermék távozik a kéményen keresztül. A kondenzátum savas kémhatású anyag, ebből adódóan a készülékek belső tere saválló anyagból készül. Természetesen a kondenzációs folyamat készüléktől függetlenül jelentkezik hagyományos elven működő berendezéseknél is, de ezeknél a kazánoknál az alacsony visszatérő hőmérsékletű fűtőközeg hőmérsékletét kerülni kell, adott esetben emelni. Erre a célra visszatérő hőmérséklet emelő keverőszelepek beépítése szükséges, amely egy előre beállított határhőmérséklet esetén az előre menő

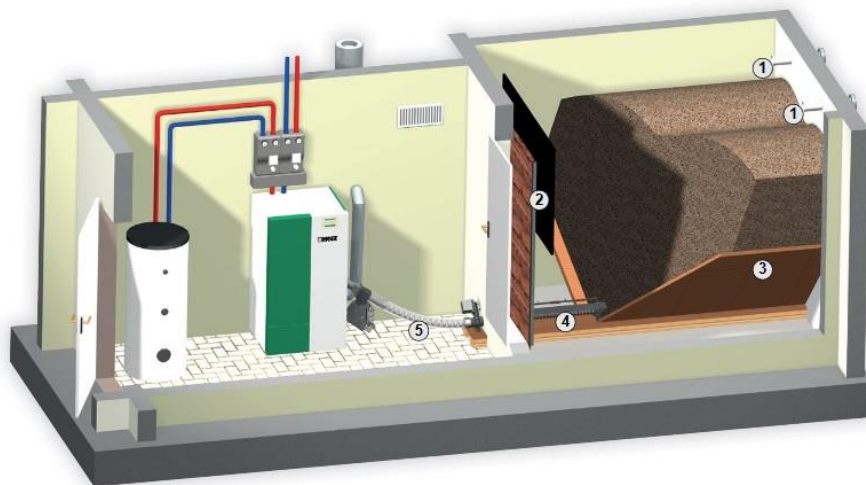
fűtőközezből kever be a kondenzáció szempontjából veszélyes hőmérsékletű visszatérő ágba fűtőközeget. Hagyományos elven működő kazánok esetén kondenzációs üzemben történő üzemeltetés kazánkorrozíóhoz vezet, amely a berendezés kilyukadását okozza. A 13. ábra a visszatérő fűtőközeg hőmérséklet emelésére mutat be egy megoldási példát.



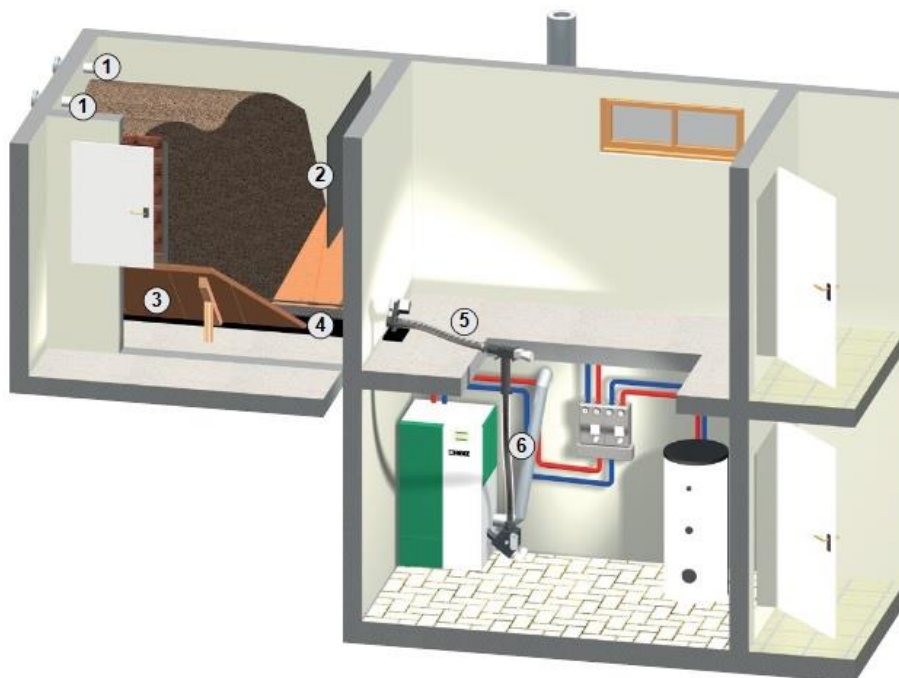
13. ábra: A visszatérő víz hőmérsékletnövelése (www.eta.co.at)

2.1.4 KORSZERŰ KAZÁNHÁZI ELRENDEZÉS PÉDLÁK

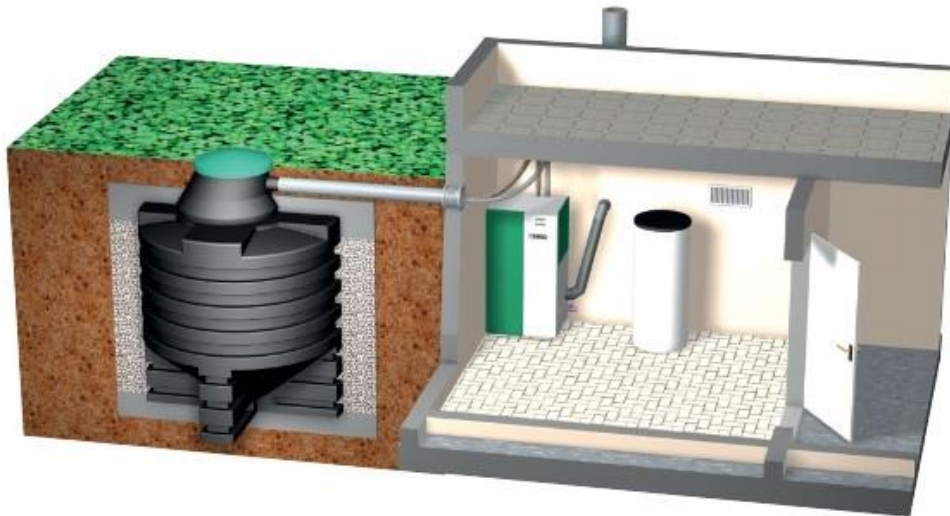
A korszerű pellet, vagy faapríték tüzelésű berendezések automata tüzelőanyagadagolása nagymértékben megkönnyíti, komfortosabbá teszi a biomassza tüzelésű kazánok használatát. A kazánház elrendezésekor több fontos szabályt be kell tartani. A kazánnal egy légtérben, tűzvédelmi megfontolások alapján csak egy napra elegendő tüzelőanyagot tárolhatunk. Ez minden szilárd tüzelésű berendezésre igaz. Ebből adódóan a méretezett tüzelőanyag raktár elszeparált helyiségben foglal helyet a kazánháztól. Ezt lényegében hasonlóan kell elképzelni, mint egy gázkazánház és a gázmérő helyiség kapcsolatát. A kazánháznak rendelkeznie kell közvetlen szabadba nyíló ajtóval, amelyen keresztül a tüzelés során képződött melléktermék kihordható. A tüzelőanyag tárolónak is járhatónak kell lennie. A tüzelőanyag kiszerezésének több fajtája van, értelemszerűen a tároló kialakításának igazodni kell a szállított tüzelőanyag csomagolási módjához. A tároló speciális kialakítást követ, jellemzően a helyiség mélypontjára lejt a terem, így a tüzelőanyag önmagát adagolva jut rá a behordó csigára. A csiga összeköttetésben áll a kazánházzal, ahol fix, vagy flexibilis behordóművön keresztül kapcsolódik a kazánra. A kazánokon található egy csappantyú, amely vész esetén lezár, így esetleges visszaégés esetén sem terjedhet át a tűz a tüzelőanyag tároló helyiségbe. Működnek vákuumos rendszerek is, ahol egy csatorna hálózaton keresztül szívja a rendszer a tüzelőanyagot a kazánba. Ez jellemzően olyan esetekben alkalmazott megoldás, ahol nehezen, vagy nem oldható meg a csigarendszer kiépítése. Tüzelőanyag tároló elhelyezhető akár padlásra, vagy épület mellé, talajba süllyesztett tárolóval is. A lenti példák mindegyike a Herz pelletkazánt, és hozzá tartozó rendszer elemeket gyártó cég személtető rendszer megoldásai.



14. ábra: Rugalmas csigás behordó rendszer



15. ábra: "Ejtett" csigás behordó rendszer

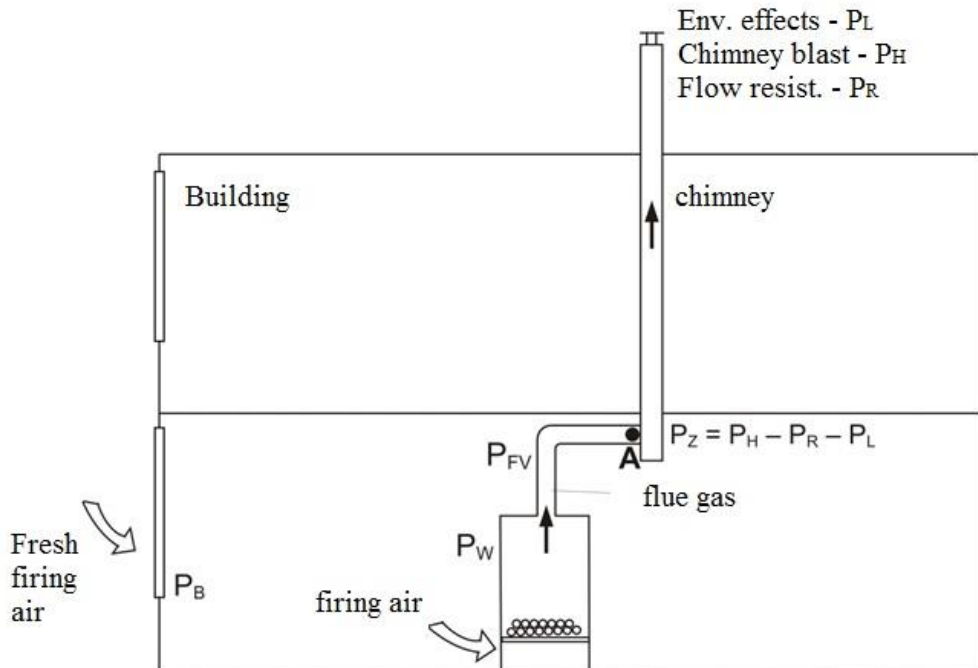


16. ábra: Földfelszín alatti tárolás

3 ÉGÉSTERMÉK ELVEZETÉS

Ahogy fentebb említettük, biomassza tüzelésű berendezések telepítésekor is elengedhetetlen a megfelelő rendszer szemléletű gondolkodásmód. A rendszerünk szíve a kazán, vagy kandalló, de a kazán üzemképtelen megfelelő égési levegő, valamint pontosan méretezett égéstermék elvezető rendszer nélkül.

A kémények működésének megértéséhez ezt a három paramétert együttesen kell kezelni. Jellemzően egy tüzelőberendezés valamilyen belső térben foglal helyet. Lehet ez egy kazánház, vagy kandalló esetén a lakótér. Ahogy a gázkazánoknál, szilárd tüzelés esetén is megkülönböztetünk tisztán gravitációs elven, vagy ventilátorral üzemelő tüzelőberendezéseket. Ahogyan a fentiekben már említettük, a korszerű biomassza kazánok, kandallók a megfelelő égésszabályozás érdekében ventilátort használnak, de a régebbi berendezések, vagy a kandallók, kályhák többsége tisztán gravitációs elven üzemelnek. A teljes tüzelési folyamatot, azon belül is a megfelelő égéstermék-elvezetést a 17. ábrán keresztül szemléltetjük. [6]



17. ábra: Chimney circle

A rendszer működéséhez bevezetjük az ún. kéményáramkört, ahol együtt kezeljük az égéshez szükséges levegőt, a tüzelőberendezést és az égéstermékkelvezetést. Az égéstermékkelvezető rendszer rendelkezik egy hatásos nyomással, huzattal. Ennek a huzatnak le kell győznie az égési levegő bevezető ellenállását, a készülék ellenállását, a kéményben jelentkező súrlódási, valamint alaki ellenállásokat, és végül, de nem utolsó sorban a környezeti hatásokat, pl. a kéményre ható szélnyomást. Ventilátorral üzemelő tüzelőberendezések esetén is ugyanezt az elvet követjük, csak abban az esetben a készülékben üzemelő ventilátornak kell biztosítani a kívánt rendelkezésre álló nyomáskülönbséget.

Az ábrán szereplő jelölések:

p_w - A tüzelőberendezéshez szükséges huzatigény

p_b - A levegőbevezetés áramlási ellenállása

p_{FV} - A füstcső áramlási ellenállása

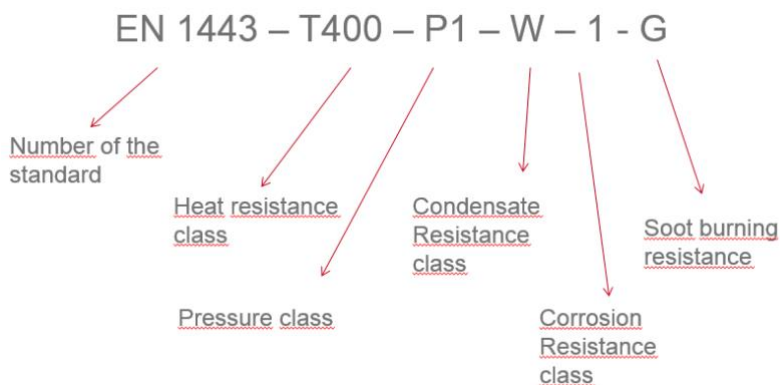
p_r - Az égéstermék járat áramlási ellenállása

p_H - Az égéstermék járat elméleti huzata

p_L - Szélnyomás

p_z – Az égéstermék- elvezető berendezés függőleges szakaszának égéstermék bevezetésénél fellépő huzat [6]

Ahhoz, hogy a folyamat önfenntartó legyen az égési levegő bevezetését minden esetben biztosítani kell. Amennyiben ez valamilyen oknál fogva nem valósul meg, az égéstermék elvezetés folyamata megreked, és visszaáramlás léphet föl. A jelenséget úgy lehet elképzelni, mintha egy fecskendő dugattyúját mozgatni kívánjuk. Amikor a fecskendő végén szabad az áramlási keresztmetszet, akkor a dugattyú szabadon tud mozogni. Ha a fecskendő végét befogjuk, a dugattyút nem tudjuk mozgatni. Tüzelőberendezések esetén ebben a formában a helyiség levegője elhasználódik, és megfelelő utánpótlás hiányában a visszaáramló égéstermék CO₂ tartalmát kezdi tüzelésre használni a kazán, amely tökéletlen égéshez vezet, amelyből nagymennyiségű CO keletkezik. Ugyanez az eset áll fenn nyílt égésterű gázkazánoknál is. Szilárd tüzelés esetén a jelenség annyiban különbözik, hogy a tökéletlen szilárd anyag égés nagymennyiségű fekete, jellegzetes szagú füsttel is jár, azonban a keletkezett CO mennyiség nagyságrendekkel magasabb a gázkazánban keletkező CO koncentrációjának. Ez a jelenség különös tekintettel igaz huzamos tartózkodási célú helyiségekben üzemelő berendezésekre, azaz kandallókra, vagy kályhákra. Az 1.4.1. fejezetben szereplő égési levegő bevezető rendszer méretezésekor a kéményáramkör rendszerébe a zárt égésterű kandalló levegő bevezető rendszerének áramlási, valamint alakí ellenállásait is figyelembe kell venni. Ez a levegő bevezető rendszer megvalósítható szellőző kürtős, épített égéstermék-elvezető rendszerrel is.



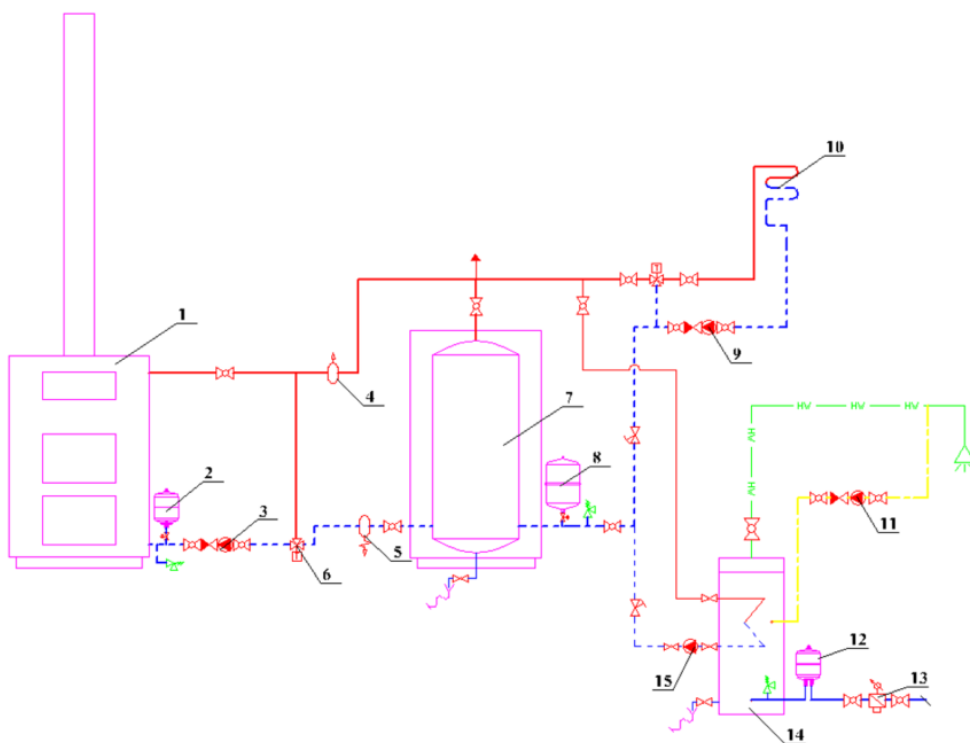
18. ábra: Égéstermék-elvezető rendszer szabványos jelölése

Szilárd tüzelést alkalmazó rendszerek esetén az égéstermék-elvezető rendszereknek speciális követelményei vannak. A 18. ábrán egy szilárd tüzelésű rendszerben alkalmazható kémény elem jelölését mutatjuk be. Az első tag a vonatkozó szabvány számát jelöli, majd azt követi a hőmérsékleti osztály. Fatüzelés esetén, amennyiben nem kondenzációs pellet kazánt alkalmazunk, magas égéstermék hőmérséklet jellemzi a füstgázunkat. hagyományos elven működő kazánok esetén 200-250 °C hőmérséklet is kialakulhat üzemszerűen. Pellet, vagy faelgázosító kazánok esetén ez a hőmérséklet 100-150 °C körül alakul. A következő tag a

rendszer nyomáosztályát jelöli. P osztály esetén a kémény alkalmas túlnyomásos égéstermék elvezetésre, azaz ventilátorral működő kazánok fogadására. N besorolás esetén csak gravitációs égéstermék elvezetés valósítható meg! A következő paparméter a korrózióval szembeni ellenállást mutatja be, majd végül, de nem utolsó sorban a koromégéssel szembeni ellenállás osztályát szemlélteti az utolsó tag. A bemutatott szabvány értelmében jól látható, hogy az égéstermék elvezető rendszerek esetén is csak rendszer jellegű kéményeket szabad megvalósítani, minősített építőelemekkel.

4 KAPCSOLÁSI PÉLDÁK

4.1 KÉZI ADAGOLÁSÚ SZILÁRD TÜZELÉSŰ KAZÁN PADLÓFŰTÉSSEL ÉS HMV TÁROLÓVAL



19. ábra: KÉZI ADAGOLÁSÚ SZILÁRD TÜZELÉSŰ KAZÁN PADLÓFŰTÉSSEL ÉS HMV TÁROLÓVAL

A rendszer hőforrása egy kézi adagolású szilárd tüzelésű kazán (1). A kazán a tüzelés és a kiegészi folyamat során folytonosan változó, az épület hőigényét akár jelentősen is meghaladó teljesítményt ad le, változó előremenő hőmérséklet mellett. A kazánban a néhány óra időtartamú kiegészés során megtermelt hőt a puffertárolóban (7) tároljuk el, hogy a fűtés és a HMV hőigényét egész napra fedezni tudjuk. A puffertároló nagy mérete miatt (legalább kb. 1000 liter) saját tágulási tartállyal (8) és biztonsági szeleppel rendelkezik.

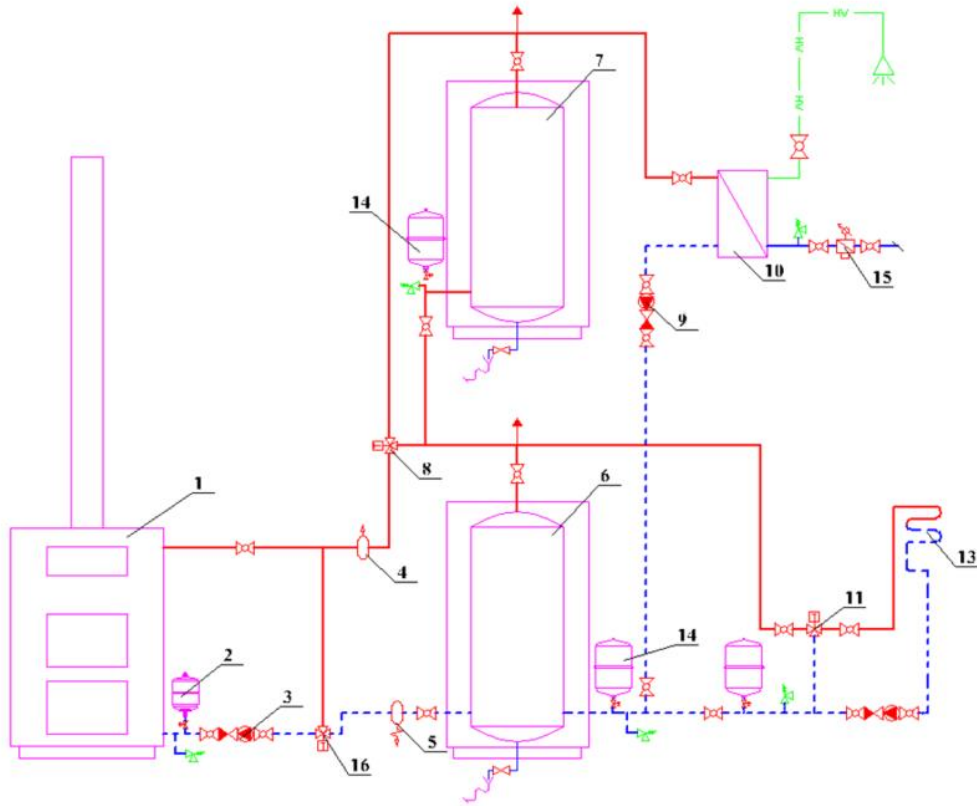
A kazán és a puffertároló között a vizet a primer szivattyú (3) keringeti. A szivattyú mellett helyezkedik el a tágulási tartály (2). A kazán túlnyomás elleni védelméről biztonsági szelep gondoskodik. A kazán befűtésekor az alacsony visszatérő hőmérséklet okozta korróziós kockázat csökkentésére a háromjáratú szelep (6) a visszatérő vízhőmérséklet megemelkedéséig előremenő hőmérsékletű vizet kever vissza a visszatérőbe. A beépített berendezések, csővezetékek és szerelvények állagának védelme érdekében a kazánból kilépő előremenő vezetékbe mikrobuborék leválasztót (4), a visszatérőbe iszapleválasztót (5) célszerű beépíteni.

Ennél a kialakításnál a HMV termelése a puffertároló szekunder oldalára csatlakozó belső csőkégyős („indirekt fűtésű”) HMV tárolóval (14) történik. A HMV hőcserélő tároló csőkégyójában a vizet a szivattyú (15) keringeti. A hidegvíz oldalon visszacsapó szelepet, szűrőt, szükség esetén nyomáscsökkentőt (13) célszerű alkalmazni. Kiterjedt épületekben célszerű cirkulációs hálózatot kiépíteni, amiben a vizet a cirkulációs szivattyú (11) keringeti.

A padlófűtési kör a puffertárolóról dolgozik. Mivel ennek hőmérséklete nem egyenletes, ezért a kör számára is pillanatnyi igényétől függetlenül változó hőmérsékletű víz áll rendelkezésre. Ennek kivédésére a kör saját, háromjáratú szelepes előremenő hőmérséklet szabályozással rendelkezik. A háromjáratú szelep az igényelt hőmérsékletet a puffer felől érkező magasabb, illetve a visszatérő vezetékben lévő alacsonyabb hőmérsékletű víz keverésével állítja elő. A változó primer hőmérséklet miatt itt nem lehet kettős bekeverő kapcsolást alkalmazni. A padlófűtés túlhőmérséklet elleni védelmét a pufferoldali csatlakozást automatikusan lezáró termosztatikus szelepes túlhőmérséklet elleni védelemmel lehet megoldani.

A padlófűtés egyes körei zónaszelepekkel rendelkeznek. Ezek lehetővé teszik a helyiségekben jelentkező hőnyereségek hasznosítását, ha ugyanis a hőnyereségek fedezik a helyiség hőigényének egy részét, a szelep a padlófűtési körökbe jutó víz tömegáramának korlátozásával megakadályozza a túlfűtést. A korszerű, jó szigeteléssel rendelkező épületekben igen jelentős a külső és belső hőnyereségek hányada a hőigényekhez képest, így ezzel a szabályozással jelentős megtakarítást lehet elérni. A zónaszelepek miatt a padlófűtési kör változó térfogatáramú, ezért a keringető szivattyúnak (9) változó fordulatszámúnak kell lennie.

4.2 KÉZI ADAGOLÁSÚ SZILÁRD TÜZELÉSŰ KAZÁN PADLÓFŰTÉSSEL ÉS FRISSVÍZMODULOS HMV TERMELÉSSEL



20. ábra: Kézi adagolású szilárd tüzelésű kazán padlófűtéssel és frissvíz modulós HMV termeléssel

A rendszer hőforrása egy kézi adagolású szilárd tüzelésű kazán (1). A kazán a tüzelés és a kiegészi folyamat során folytonosan változó, az épület hőigényét akár jelentősen is meghaladó teljesítményt ad le, változó előremenő hőmérséklet mellett. A kazánban a néhány óra időtartamú kiegész során megtermelt hőt a puffertárolókban tároljuk el, hogy a fűtés és a HMV hőigényét egész napra fedezni tudjuk. A háromjártatú termostatikus váltószelep (8) a kazánból érkező víz hőmérséklete függvényében azt a magasabb hőmérsékletű (7), vagy az alacsonyabb hőmérsékletű (6) tárolóba irányítja. A magasabb hőmérsékletű elsősorban a HMV termelés, az alacsonyabb hőmérsékletű a fűtés ellátására szolgál, azonban a fűtési tároló ebben a kapcsolásban képes a HMV termelést kiegészíteni. A puffertárolók nagy méretük miatt (kb. 300, illetve kb. 1000 liter) saját tágulási tartállyal (14) és biztonsági szeleppel rendelkeznek.

A kazán és a puffertárolók között a vizet a primer szivattyú (3) keringeti. A szivattyú mellett helyezkedik el a tágulási tartály (2). A kazán túlnyomás elleni védelméről biztonsági szelep

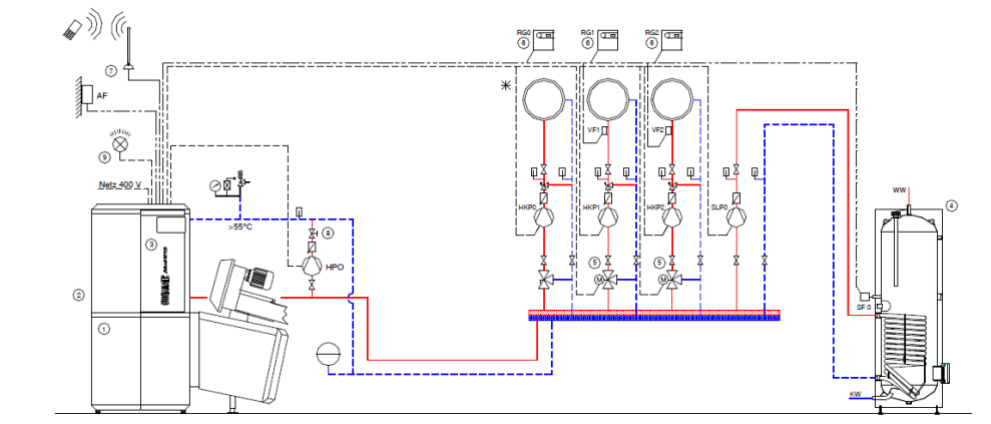
gondoskodik. A kazán befűtésekor az alacsony visszatérő hőmérséklet okozta korróziós kockázat csökkentésére a háromjáratú szelep (16) a visszatérő vízhőmérséklet megemelkedéséig előremenő hőmérsékletű vizet kever vissza a visszatérőbe. A beépített berendezések, csővezetékek és szerelvények állagának védelme érdekében a kazánból kilépő előremenő vezetékbe mikrobuborék leválasztót (4), a visszatérőbe iszapleválasztót (5) célszerű beépíteni.

Ennél a kialakításnál a HMV termelése úgynevezett frissvíz modullal történik. A HMV ellátáshoz szükséges hőt nem a használati, hanem a fűtési víz oldalán tároljuk. Ez higiéniai szempontból kedvezőbb megoldás, mert a melegvíz a hőcserélőn (10) történő felmelegítés után szinte azonnal távozik a rendszerből. A kialakítás energetikai szempontból is kedvezőbb, mert nincsen szükség termikus fertőtlenítésre, a HMV-t elegendő a felhasználás 40°C-nál nem magasabb hőmérsékletén megtermelni. A HMV hőcserélő primer oldalán a vizet a szabályozott fordulatszámú szivattyú (9) keringeti. A hidegvíz oldalon visszacsapó szelepet, szűrőt, szükség esetén nyomáscsökkentőt (15) célszerű alkalmazni.

A padlófűtési kör az alacsonyabb hőmérsékletű puffertárolóról dolgozik. Mivel ennek hőmérséklete nem egyenletes, ezért a kör számára is pillanatnyi igénytől függetlenül változó hőmérsékletű víz áll rendelkezésre. Ennek kivédésére a kör saját, háromjáratú szelepes (11) előremenő hőmérséklet szabályozással rendelkezik. A háromjáratú szelep az igényelt hőmérsékletet a puffer felől érkező magasabb, illetve a visszatérő vezetékben lévő alacsonyabb hőmérsékletű víz keverésével állítja elő. A változó primer hőmérséklet miatt itt nem lehet kettős bekeverő kapcsolást alkalmazni. A padlófűtés túlhőmérséklet elleni védelmét a pufferoldali csatlakozást automatikusan lezáró termosztatikus szelepes túlhőmérséklet elleni védelemmel lehet megoldani.

A padlófűtés egyes körei zónaszelepekkel rendelkeznek. Ezek lehetővé teszik a helyiségekben jelentkező hőnyereségek hasznosítását, ha ugyanis a hőnyereségek fedezik a helyiség hőigényének egy részét, a szelep a padlófűtési körökbe jutó víz tömegáramának korlátozásával megakadályozza a túlfűtést. A korszerű, jó szigeteléssel rendelkező épületekben igen jelentős a külső és belső hőnyereségek hányada a hőigényekhez képest, így ezzel a szabályozással jelentős megtakarítást lehet elérni. A zónaszelepek miatt a padlófűtési kör változó térfogatáramú, ezért a keringető szivattyúnak (12) változó fordulatszámúnak kell lennie.

4.3 PELLETTÜZELÉSŰ KAZÁN KAZÁNHÁZI OSZTÓ-GYŰJTŐ RENDSZERREL, HMV TERMELÉSSEL



21. ábra: Pellet tüzelésű kazán kazánházi osztó-gyűjtő rendszerrel, HMV termeléssel (www.guntamatic.com)

A 21. ábrán a pellet tüzelésű kazán a hőtermelő, amely primer oldalán megvalósul a megfelelő visszatérő hőmérséklet emelés. Primer oldalon látható továbbá egy zárt tágulási tartály is, amely a kazánkörben jelentkező víztérfogat tágulását képes fölvenni. A tágulás tartály mellé kötelező biztonsági elem a lefúvató szelep, amelyet minden esetben a rendszerben üzemelő leggyengébb nyomástűréssel rendelkező elemre kell kiválasztani. A kazán egy kazánházi fő osztó-gyűjtő rendszerre csatlakozik. Minden esetben gondoskodni kell a hidraulikai leválasztásról, így tudjuk elkerülni a primer és a szekunder rendszert ellátó szivattyúk kedvezőtlen egymásra hatását. A hidraulikai leválasztás megtörténhet hidraulikai leválasztóval, lemezes hőcserélővel, vagy az osztó és gyűjtő közé illesztett bypass ággal. A 21. ábrán az osztó-gyűjtő három független fűtési kört lát el bekeverő kapcsolással. A rendszer továbbá egy indirekt HMV tároló fűtését is végzi külön erre a célra beépített frekvenciaváltós szivattyúval. Ebben a rendszerben nem található fűtési puffer tároló, a kazán modulációs képességét kihasználva üzemel a rendszer. A használati melegvíz tároló akár betöltheti a fűtési többletenergia tárolását is, de ebben az esetben gondoskodni kell a megfelelő HMV előkeverésről a forrázásveszély elkerülése érdekében. Az előzőekben bemutatott kapcsolási rajzokon szereplő egyéb biztonsági, kazánvédelmi szerelvények ebben az esetben is kötelezőek!

4.4 TÁVFŰTÉS BIOMASSZA KAZÁNNAL

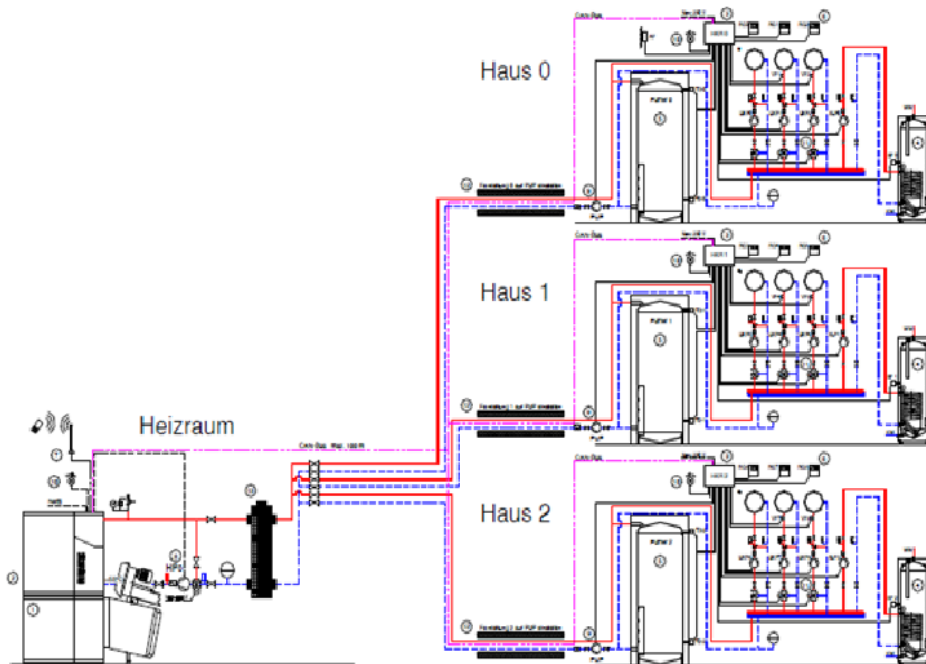


Figure 22: Biomassza tüzelésű rendszer távfűtéssel (www.guntamatic.com)

A 22. ábrán az előzőhöz hasonló elrendezést láthatunk, azonban ebben az esetben egy központi biomassza tüzelésű kazán több, egymástól független épületet lát el távezetési hálózaton keresztül. Primer oldalon a kazánház egy hidraulikai leválasztón keresztül kapcsolódik a szekunder hálózathoz. Az egyes épületekben található hőközpontok mindegyike rendelkezik fűtési puffer tárolóval, valamint a 21. ábrán látható osztó-gyűjtő rendszerrel, illetve indirekt HMV tárolóval. Hőtárolásra megoldást jelenthet egy kazánházi puffer tároló elhelyezése is, kiváltva a hőközpontokénti tárolókat. Minden egyes épület saját szabályozó rendszerrel rendelkezik, amely összeköttetésben áll a kazánházzal, biztosítva az épületenként jelentkező önálló, és egyben eltérő hőigények kielégítését. Felhasznált energia elszámolását épületenkénti hőmennyiségméréssel lehet megoldani. Ilyen esetekben a kazánházat az épületekkel összekötő távfűtési hálózatot előre szigetelt fűtési csőhálózattal kell megoldani. Olyan esetben, ha a használati melegvíz termelés is központilag valósul meg, rendelkezésre állnak négy, vagy akár öt csöves előszigetelt csőhálózati rendszerek is.

- [1] „European Commission,” 2021. [Online]. [Hozzáférés dátuma: 01. 2021].
- [2] *EN 303-5 Standard*, 2013.
- [3] P. Dr. Tóth, M. Dr. Bulla és G. Dr. Nagy, „A biomassza energetikai hasznosítása, energiatermelés biomasszából,” 2011.
- [4] European Union, „Útmutató a biomassza lépcsőzetes hasznosításához a fás biomassza felhasználásának válogatott bevált gyakorlatait szemléltető példákkal,” Luxembourg, 2019.
- [5] N. Érces, *Biomassza tüzelés - BSC épületgépészeti mérések felkészülési segédlet*, BME ÉPGET.
- [6] N. Érces és L. Kajtár, „Szilárd tüzelésű kazán üzemviteli vizsgálata különböző tüzelőanyagokkal,” *Magyar Épületgépészet*, 2020.
- [7] B. Lajos, Szerző, *7. Gázkészülékek égéstermék- elvezetése Természetes huzatú, nyitott égésterű gázfogyasztó berendezések*. [Performance]. BME ÉPGET , 2019..
- [8] D. J., C. M. és A. J. L. T., „Test of a small domestic boiler using different pellets,” *Biomass and Bioenergy*, %1. kötet27, pp. 531-539, 2004.
- [9] N. O.K., P. M. S., W. M., M. M. H., N. M., G. S., F. P., A. R., H. K., B. H. G. és T. M., „Annual dansih informative inventory reoprt to UNECE,” Danish Centre for Environment and Energy, 2016.
- [10] K. P.-K. Kristensen, „Air pollution from residential combustion,” The Dansih Ecological Council.
- [11] S. Clara, P. Henar és M. Esperanza, „Pine chips combustion in a 50 kW domestic biomass boiler,” *Fuel*, pp. 564-573, 2013.
- [12] S. Bram, J. De Ruyck és D. Lavric, „Using biomass: a system perturbation analysis,” *Applied Energy*, pp. 194-201, 2009.

A projektet az Európai Bizottság támogatta. A kiadványban megjelentek nem szükségszerűen tükrözik az Európai Bizottság nézeteit.

Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával



SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

