

SZAKDOLGOZAT

Galó Rózsa
Általános gépészmérnök szak

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Általános gépészmérnök Szak

Fatüzelés az épületgépészetben

Belső konzulens:	Benécs József István Tanszéki munkatárs
Külső konzulens:	György Gergő Gépészmérnök
Készítette:	Galó Rózsa JQKTWN Nappali tagozatos
Intézet/Tanszék:	Épületgépészeti és Energetika tanszék

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET ÁLTALÁNOS GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
épületgépész specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Galó Rózsa (JQKTWN)

részére

A szakdolgozat címe:

Fatüzelés az épületgépészetben

Feladatkiírás:

Fatüzelés irodalomanyagának áttekintése
Épület hőveszteség számítása
Puffer-tartály méretezése és kiválasztása
A fűtésrendszer megtervezése

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: *György Gergő, gépészmérnök*

Belső konzulens: *Benécs József István, tanszéki munkatárs, MATE, Műszaki Intézet*

Beadási határidő: 2022. 5 hó 2 nap

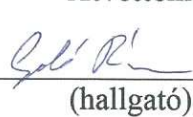
Gödöllő, 2022. hó nap

Jóváhagyom


(tanszékvezető)

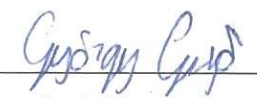

(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2022. 03 hó 24 nap


(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

<u>1. Bevezetés</u>	<u>2</u>
<u>2. Szakirodalom</u>	<u>3</u>
<u>2.1 Fa égésmélete</u>	<u>3</u>
<u>2.2 Fa, mint tüzelőanyag</u>	<u>4</u>
<u>2.3 Fafajták fűtőértékei</u>	<u>6</u>
<u>2.4 Fatüzelés Magyarországon</u>	<u>8</u>
<u>2.5 Gazdasági stabilitás</u>	<u>9</u>
<u>2.6 CO₂ kibocsátás</u>	<u>12</u>
<u>2.7 A füstben lévő por</u>	<u>13</u>
<u>2.8 Fatüzeléses berendezések</u>	<u>15</u>
<u>2.9 Pellet tüzelés</u>	<u>15</u>
<u>2.10 Vízteres kandallók</u>	<u>16</u>
<u>3. Tervezés</u>	<u>18</u>
<u>3.1 Szerkezetek hőátbocsátása</u>	<u>18</u>
<u>3.2 Helyiségek hőszükséglete</u>	<u>22</u>
<u>4. Fűtésrendszer megtervezése</u>	<u>29</u>
<u>4.1 Légfűtés</u>	<u>29</u>
<u>4.2 Radiátoros fűtés puffer-tartállyal</u>	<u>29</u>
<u>4.3 Fűtésrendszer részei</u>	<u>30</u>
<u>4.4 Telepítésköltség</u>	<u>44</u>
<u>4.5 Faszükséglet</u>	<u>46</u>
<u>5. Összefoglalás</u>	<u>49</u>
<u>6. Summary</u>	<u>50</u>
<u>7. Nyilatkozat</u>	<u>51</u>
<u>8. Irodalom jegyzék</u>	<u>52</u>
<u>9. Mellékletek</u>	<u>54</u>

1. Bevezetés:

Egy otthonban legfontosabb, hogy védelmet nyújtson a külvilág behatásaitól. A téli hidegben szeretnénk kellemes meleg otthonba hazaérkezni. Így az otthon fűtésének megfelelő tervezése elengedhetetlen, hogy egy épületet „otthonnak” lehessen hívni, ahova a család tagjai boldogan hazaérkezhetnek a fűtésiidényben.

Amikor egy élhető épület felújítását vagy építését tervezzük, a fűtésre rengeteg opció áll rendelkezésünkre, lehet fatüzeléses kandalló, gázkazán vagy akár hőszivattyú. Választást ezek közül rendkívül meg kell fontolnunk. Figyelembe kell vennünk az épület adottságain felül a lakók igényeit és a környezeti adta lehetőségeket.

Ha fatüzeléssel szeretnénk lakásunkat fűteni, akkor rengetegféle módon megtehetjük ezt, a kézzel épített tömegkályháktól kezdődően a vaskályhákig, amik mind eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek. Így a megfelelő kiválasztáshoz rengeteg helyes döntést kell meghoznunk.

Szeretném a szakdolgozatomban bemutatni a mai épületeinknél a fatüzelés használatának előnyeit, és beszerelés módjait.

A kályha kiválasztásának menetétől kezdődően, annak beüzemelése és üzemeltetésének kérdéseit végigjárva.

2 Szakirodalom

A fatüzelésről általánosan

A tűz már a kezdetek óta az életet jelentette az embernek, meleget ad és az ételeinket is ezen készítjük. Így mindig igyekezett fejleszteni és hatékonyabbá tenni a tüzelőberendezéseit és a hozzá tartozó elemeket, legyen szó akár a tüztérről vagy a kéményről.

2.1 A fa égése

Az égés olyan exoterm reakció, amely a rendszer egy pontjában jön létre, majd gyorsan áterjed az egész rendszerre.

A szilárd fa tömegének megközelítőleg 20% ég el ilyen alakban, míg a többi 80% füstgáz formájában ég el. Csak a füstgáz elégetése adja a fa fűtőértékének a 70%-át.

A fa meggyújtásakor először a maradék nedvességnek kell távoznia, a teljesen légszáraz tűzifa tömegének 15-20% nedvesség. Ennek távozáshoz 100°C-ot kell elérni. Sajnos ezt a kezdeti veszteséget meg kell fizetnünk a tüzeléskor. Ekkor használja el a levegőnek a 80%-át, ezt nevezzük primer levegőnek.

Ezután a teljesen kiszáradt fahasáb bomlásnak indul. Folyékonyvá válnak az alkotóelemei, recsegve-ropogva párologni kezdenek és lassan elhagyják a fahasábot 100-200°C fokon.

Az így keletkezett fagáz azonnal nem fog magától égni, hogy az égés folytatódni tudjon, hőenergiát kell bevinnünk 225°C-ig. Eddig tart az endoterm reakciója a tüzelésnek.

260°C-tól hőenergia szabadul fel. A hőtöbblet az égés során végbemenő bomlások során keletkezik, már exoterm folyamat zajlik. Ekkor mind a fa égéséhez mind a fagáz égéséhez is oxigén kell. A bomló fahasáb közelében a fagáz nem jut elegendő oxigénhez, így az arrébb lobban lángra. Ennek tökéletes égéséhez 1000°C láng hőmérsékletet kell elérnünk. Ekkor használja el a levegőnek a 20%-át, ezt nevezzük szekunder levegőnek.

Az így megtermelt hőt a környezetnek három fele módon tudjuk átadni, ezek a hővezetés, hősugárzás és a hőszállítás.

Hővezetés például a kandalló határoló lemezeinek a hőfelvétele. Itt a lemez részecskéi között zajlik le. A magasabb hőfokú több energiával rendelkező részecskék átadják a

kevesebb energiával rendelkező szomszédjuknak. Ez a folyamat addig tart míg a hőmérséklet különbség ki nem egyenlítődik.

A sugárzás a tűz lánggal történő égése során lefelé közölt hője.

Hőszállítás pedig a szoba levegőjének felmelegítésével jutatjuk el a hőt a tér egyik helyiségéből a másikba. Ez a folyamat lejátszódhat sűrűségkülönbség okozta levegőáram következtében vagy valamilyen ventilátorral fokozhatjuk a hatásosságát. [2]

2.2 Fa, mint tüzelőanyag

Fa alkotóelemei megközelítőleg:

- 50% szén
- 43% oxigén
- 6% hidrogén
- kis mennyiségben nitrogén és éghetetlen anyagok

Nem tartalmaz ként, ezért elégetésekor nem kerülnek a természetbe mérgező, savas esőt okozó, környezetet terhelő vegyületek.

Egyenlettel kifejezve a fa égését:

Dr Beke János: Műszaki hőtan mérnököknek című könyve alapján, egy mérlegegyenlettel tudjuk kifejezni a fában lévő éghető anyagok oxigénnel való egyesülésüket. Ismerve az alkotó elemek molekulatömegét fel tudjuk írni egységnyi mennyiségre az egyenletet. [2]

Ez kétféle módon írható fel:

- Tömeg szerinti egyesülés
- Tömeg és térfogat szerinti egyesülés

Ezek számításához a fentebb említett alkotóelemek és azok arányait használom.

Tömeg szerinti égés mérlegegyenlete:

Először kiszámolom az elméleti oxigén szükségletet.

$$O_0 = \frac{8}{3} \cdot g_c + 8 \cdot g_{H_2} - g_{O_2}$$

$$\text{Behelyettesítve: } O_0 = \frac{8}{3} \cdot 0,5 + 8 \cdot 0,06 - 0,43 = 1,383 \frac{\text{kg } O_2}{1 \text{ kg tüzelőanyaghoz}}$$

Ahogy a mértékegység is mutatja, csak akkor elegendő ez a mennyiség, ha csak oxigént tartalmazó gáz áll rendelkezésre az égéshez.

Ezért meghatározom az elméleti levegő mennyiségét:

A levegőt tömeg szerinti összetételét használva:

$$L_0 = \frac{O_0}{0,23} = \frac{1,383}{0,23} = 6,01 \frac{kg \text{ levegő}}{1 kg \text{ tüzelőanyaghoz}}$$

Mivel célunk a tökéletes égés folyamata, ezért többlet levegő mennyiségét is figyelembe vesszük. Így minden éghető részecske oxigénhez juthasson az égés során. Ehhez meghatározom a légviszony tényezőt. A szénmonoxid keletkezés elkerülése végett több levegőt szeretnénk, hogy rendelkezésre álljon, így légfelesleggel számolok.

Légfelesleg tényező szilárd tüzelőanyagoknál a legnagyobb $\alpha=1,5-2$. Én az α értékét 1,7 veszem fel. Ez azt jelenti, hogy a szükséges levegőmennyiség 1,7 szerese áll az égés során a rendelkezésünkre. Ez az érték a tüzelőanyag típusától változhat.

Így a valós légszükséglete az égésnek:

$$L = L_0 \cdot \alpha = 6,01 \cdot 1,7 = 10,22 \frac{kg \text{ levegő}}{1 kg \text{ tüzelőanyaghoz}}$$

Ennek mintája alapján ki tudom számolni a keletkezett füstgáz mennyiségét is.

$$G_F = \frac{11}{3} \cdot g_c + 9 \cdot g_{H_2} + 0,77 \cdot L + 0,23 \cdot (\alpha - 1) \cdot L_0$$

$$G_F = \frac{11}{3} \cdot 0,5 + 9 \cdot 0,06 + 0,77 \cdot 10,22 + 0,23 \cdot (1,7 - 1) \cdot 6,01 = 11,21 \frac{kg \text{ füst}}{1 kg \text{ tüzelőag.}}$$

Füstgáz tömeg szerinti összetétele:

$$\text{Szén-dioxid: } g_{CO_2} = \frac{\frac{11}{3} \cdot g_c}{G_f} = \frac{\frac{11}{3} \cdot 0,5}{11,21} = 0,16 \frac{kg CO_2}{1 kg \text{ füstgáz}}$$

$$\text{Vízgőz: } g_{H_2O} = \frac{9 \cdot g_{H_2}}{G_f} = \frac{9 \cdot 0,06}{11,21} = 0,048 \frac{kg H_2O}{1 kg \text{ füstgáz}}$$

$$\text{Nitrogén: } g_{N_2} = \frac{\alpha \cdot 0,77 \cdot L_0}{G_f} = \frac{1,7 \cdot 0,77 \cdot 6,01}{11,21} = 0,702 \frac{kg N_2}{1 kg \text{ füstgáz}}$$

$$\text{Oxigén: } g_{O_2} = \frac{(\alpha - 1) \cdot 0,23 \cdot L_0}{G_f} = \frac{(1,7 - 1) \cdot 0,23 \cdot 6,01}{11,21} = 0,075 \frac{kg O_2}{1 kg \text{ füstgáz}}$$

Pusztán a tűzifa szárazsága nagyban befolyásolja az égé hatásosságát.

A tüzelőanyagok Fűtőérték: Az a meleg mennyiség, mely egységnyi mennyiségű tüzelőanyag elégetésénél felszabadul és a tüzelőanyagban a égéstermékeiben a víz gőz halmazállapotban van jelen.

Égэшő: Az a meleg mennyiség, mely egységnyi mennyiségű tüzelőanyag elégetésénél felszabadul és a tüzelőanyagban a égéstermékeiben a víz folyékony halmazállapotban van jelen. [2]

Tűzifa vásárláskor mindig a következő fűtésszezonra kellő mennyiséget vesszük meg előre, így a frissen kitermelt „élőfa” egy jól szellőző helyen 1 év alatt kiszáradhat. Célunk ezzel a fentebb írt égésfolyamatban a nedvességtartam elpárolgatására elpazarolt hő csökkentése. Az így elpazarolt hő miatt csökken a fa fűtőértéke és a tüztér hőmérséklete is. Az égés ezek miatt tökéletlenül tud csak végbemenni, nem ég el minden alkotóeleme, így azok kátrányként lecsapódnak a kémény belsejében. A megtapadt korom szigeteli a kéményt, így a füstgáz nem tudja leadni a hőt és csak kimegy. Az el nem éget füstgáz a környezetre is nagy terhelést jelent. Nedves fával ezért nem éri meg tüzelni.

2.3 Fafajták fűtőértékei

A fa összetevői: cellulóz, lignin, cellulózhoz hasonló poliszaccharidok, gyanták és viaszok. Ezek közül a gyanta és a lignint tartalmazza a legtöbb fűtőértékét a fának.

A fenyők jóval több gyantát tartalmaznak a lombhullató fafajtákhoz képest, ezért több jobb fűtőértéke van súlyra nézve. Fenyő 4,4 kWh/kg míg a lombfák 4,2 kWh/kg.

De figyelembe véve azt, hogy a lombfák sűrűsége nagyobb a fenyőkhöz képest. Például térfogatra nézve egy bükk fa 2100 kWh/űrmérték míg a fenyő csak 1600 kWh/űrmérték (űrmérték=0,57m³). Ha tűzifát veszünk, azt térfogatban számolva vesszük ez miatt sem éri meg fenyővel tüzelni. Másik fontos tényező, hogy az gyorsabban ég el a keményfafajtákhoz képest, sok hamu marad vissza elégetésük után. És a magas gyantatartalmuk miatt szikrát vett égésük során, ezért veszélyes. Fokozott odafigyelést igényel és nyílt égéstérnél kifejezetten veszélyes.

A faanyag fűtőértékét a feldolgozás módja is befolyásolja. Értem itt azt, hogy az egész, nagyobb darabokban hagyott fahasábok nagyobb fűtőértékkel rendelkeznek, mint ha aprítékként égetnénk el. Legjobb erre nézve a 14cm átmérő feletti darabok.

Legjobb a fentiekben leírtak alapján a keményfák, amiket favágáskor lehetőleg nagy darabokban hagytak meg. A nedvesség mellett még a fa fajtájára is ügyelnünk kell. A keményfák nagyobb fűtőértékkel rendelkeznek [16]

1.táblázat -A légszáraz fa fűtőértéke [3]

Fafaj	Vastagfa fűtőértéke kWh/űr	Vastagfa fűtőértéke, kWh/kg
Gyertyán	2200	4,2
Bükk	2100	4,2
Tölgy	2100	4,2
Kőris	2100	4,2
Akác	2100	4,1
Nyír	1900	4,3
Szil	1900	4,1
Juhar	1900	4,1
Éger	1500	4,1
Fűz	1400	4,1
Nyár	1400	4,2
Duglászfenyő	1700	4,4
Erdei fenyő	1700	4,4
Vörösfenyő	1700	4,4
Lucfenyő	1600	4,4
Jegenyefenyő	1500	4,4

A fenti táblázat igazolja, hogy az eltérő fafajták eltérő fűtőértékekkel rendelkeznek.

Véleményem szerint az akác az egyik legbiztosabb választás, mert Magyarország erdeinek nagy részét akácfa alkotja, tehát könnyen hozzájutunk helyben. Könnyen jellemezhető a gyorsan növekedéssel és terjedéssel. 30 év alatt használhatóvá fejlődik, ami lényegesen rövidebb idő, mint a tölgy 80 éve. Szárazságtűrő, ami a mai klímaviszonyok mellett fontos. Ezek miatt gyorsabban fog terjedni és kiszoríthatja az őshonos fajokat.

Az éves tűzifamennyiség egy kis részét más forrásokból is fedezhetjük. A fatüzelésre tervezett házak többsége rendelkezik kerttel. Az amúgy is avarégetésre szánt kerti hulladékokat kiszáradva ugyan úgy elégedhetjük a kandallónkban az összehasogatott

fahasábok mellett. Például diófalevél nagy probléma, mert komposztálni nem lehet, vagy a gyümölcsfák éves metszése során visszamaradt ágak. Az építőipar által végzet fakitermelés után visszamaradt gallyakat is felhasználhatjuk, akár brikett alapanyagául is szolgálhatnak. Igaz ezek nem adnak annyi hőt, mint egy fahasáb, de amúgy is égetésre szánták volna.

A fa mellett megemlíteném még a briketteket és a pelletet is. Többféle anyagból készülhetnek; faapríték, papírhulladék, mezőgazdasági hulladék (pl: napraforgómag, az étolajgyártásból visszamaradt zöldhulladék). Magas nyomáson préseléssel készült tüzelőanyag. Ahhoz hogy összeálljon tömbé nem kell plusz kötőanyagot használni így összetétele megegyezik az eredeti anyaggal. Nedvességtartalma jóval kisebb 10% alatti, így elégetésekor jobb fűtőértéket kapunk és tisztább az égése (kevesebb korom és hamu lesz belőle). [16]

2.4 A fatüzelés Magyarországon

Sajnos rengeteg cikket találunk arról, hogy a fatüzelés mennyire károsítja a környezetet. Ezt azzal bizonygatják, hogy a vegyes tüzelésű kazánokban nem csak fát égetnek, hanem az otthonkeletkező szemetet (műanyagpalack, abroncs, stb.) is. És a fatüzelést az elmaradt, szegény vidéki emberek otthonához kötik hazánkba. Ezért sokan küzdenek a fatüzelés ellen, de a jelenlegi energiaválság jól rámutatott, hogy egy független energiaforrás mennyire fontos. És a fatüzelés helyes működtetése megtiltja a szemétegetést, mert az nem csak a levegőt szennyezi, hanem a készülékben és a kéményben is kárt tesz (pl:kémény eltömődését okozhatja a füstből kicsapódó műanyag).

Gyakran találkozunk azzal a magyarországi térképpel, ami az országon található erdős területeket jelöli. És emiatt az emberek tudatában az él, hogy az országnak mennyire sok erdője van. Jelenleg ezt egyre inkább múlt időben mondhatjuk. Mind az építkezések faanyag igénye miatt mind a tüzelőnek kivágott mennyiségek miatt egyre inkább csökken ez a terület. Erre egy jó bizonyíték az idén nyáron történtek. Sokan akart tűzifát vásárolni a téli időszakra, amit a helyi erdészetek nem tudtak már kiszolgálni, ezért például nálunk Szlovákiából hozattak. Sajnos az erdőszgazdálkodás is olyan, mint a mezőgazdaság, a tulajdonosok pénzt, hasznót szeretnének elkönyvelni. Sokan megöröklik az erdőt, de nem tudják mit is jelent ez. Fontos lenne, hogy akik erdőtulajdonosok, de nem tudnak erről az egésztől semmit lehetőségük legyen tanulni ezekről a dolgokról, és növelni az erdőterületünket. Ha az erdőgazdálkodás egy sikeres „vállalkozás” lenne, akkor Magyarországon az erdők száma rohamosan növekedne.

2.5 Gazdasági stabilitás

Jelen helyzetünkben nagy probléma az energia biztosítása. A fatüzelés erre nézve stabilabb forrás, mint az importból érkező gáz.

Magyarország sok erdejével biztos alapanyagforrást biztosít. A nagyobb kerttel vagy parlagon hagyott földel rendelkezők elgondolkodhatnak egy-két fa ültetésén. Ezzel is önállósodva és akár más felhasználási célra is hasznosítható faanyagot termelve. Ezekre csak minimális anyagi ráfordítást kell szánnunk, ellenben ha egy gázfűtéses rendszert szeretnénk átalakítani biogáz üzemre az hatalmas költségekkel jár. A napelem megfelelő kihasználásához szerencsés tájolású tető és porta kell, amire semmilyen nagyobb épület vagy fa nem vett árnyékot. Egy kandalló beszerelése ezekhez képest nem jár ennyi problémával és sok régebbi házba alaptól betervezték a helyét.

A megfelelő erdőgazdálkodás elégedhetetlen az egészséges fatüzeléshez. Az igaz hogy a fa helyénvaló elégetésekor csak CO₂ keletkezik, de rendelkeznie kell akkora zöldfelülettel, hogy azt a CO₂ mennyiséget növényzet visszaforgathassa oxigénné a fotoszintézis során.

Ezért igen fontos lenne, hogy az erdőgazdaságok telepítését népszerűsítsék és támogassák.

Elvégre egy új erdő telepítése egyszerűbb feladat, mint egy kőolajkutatót találni Kis Hazánkban. A földgáz kéz-kézben jár a kőolajjal, ahol van kőolaj ott nagy valószínűséggel földgázt is találunk.

Az igaz, hogy a földgáz helyes elégetése során is csak CO₂ és víz keletkezik, de ahhoz hogy felhasználható legyen rendkívül hosszú utat kell megtennie. De a beszállításban okozta problémák miatt szükségszerűvé vált más energiaforrásokkal kiváltani. És olyan lehetőségeket kell keresni erre a célra, ami helyben elérhető és megújuló.

És ha jövőben tovább romlik az energiaellátás helyzete, célszerű otthonunkat ennek megfelelően kiépíteni. Lehetőségeinkhez mérten függetlenedni közműhálózattól és ezzel nem csak a szűkös élethelyzeteket tudjuk átvészelni, hanem az ingatlan értékét növeli, ha el kell adnunk ingatlanunkat. Például a jelenlegi helyzetünkben egy korszerű, de nem gázzal fűtött ingatlan értéke nagyobb, mint egy hasonló gázüzemű fűtéssel rendelkezőnek.

Mai gazdasági helyzetünk előtérbe helyezi a földgázzal való takarékoskodást. Az ország tározói nem végtelenek és a mostani bizonytalan ellátási helyzetben mindenki érdeke a takarékoskodás. Nem is gondolnak bele az átlagemberek, hogy a gázhiány nem csak a lakásunk vagy gyáraink fűtését érinti. Például elengedhetetlen a műtrágyagyártáshoz, vagy

a mezőgazdaságban a nyáron betakarított termények szárításához használt terményszárítók üzemeltetéséhez, mert azok többsége gázüzemű. Így egy esetleges gázhiány az életünk minden pontjára kihat.

Ahogy az előzőekben írtam a fa csak szenet, oxigént és hidrogént tartalmaz, így ha helyesen égetik el akkor csak CO₂ keletkezik. Szeretném összehasonlítani a két tüzelőanyagot több szempontból.

Első pontban azt vizsgálom melyik rendelkezik nagyobb fűtőértékkel. Az ember minél többet akar kinyerni a rendelkezésre álló nyersanyagokból.

Összehasonlításra a ma leggyakrabban elterjedt Földgázt választottam. Magyarországon a lakások többsége vagy gázkazánnal működik vagy gondolkodnak a gázkazánra váltáson.

Energiatartalomra nézve: földgáz: 9,4 kWh/m³~5,358 kWh/űrmérték

Fa(száraz bükk):2100 kWh/űrmérték

(a gáz biztosabban váltottam át, mert adott tartájra nézve a gáz alkotóinak aránya megegyezik egy nagyobb tartájjal) 1kWh=3,6MJ

Alsófűtőértékre nézve: földgáz: 33,98 MJ/ m³~ 49,97 MJ/kg(0,68 kg/m³)

Fa(száraz bükk):4,2kWh/kg~15,12 MJ/kg

Második pontban; költségeket vettem figyelembe.

A gázóra m³ számolja az elfogyasztott gáz mennyiségét.

Az otthonokat muszáj a lehető legjobb szigeteléssel ellátnunk, aminek következménye a gázfogyasztás csökkenése. Ezért A1 árszabást vettem figyelembe.

földgáz: 78,7 Ft/m³~

Fa(száraz bükk, vágatlanul):30 900 Ft/m³

Az átlag lakossági fogyasztás 2021ben az MVM adatai szerint 1216 m³/év, amit ha egy összegben kifizetve 95 700 Ft lenne. És árát a kőolajhoz kötik, ami most elég magas áremelkedéshez vezetett [25].

Augusztus 1. árakkal számolva 150 m^3 gázt használó család havi szinten 15 833 Ft fizet, ami éves szinten 189 996 Ft. Ha túllépik a havi 150 m^3 fogyasztást akkor ennek az összege több lehet [23].

Egy közepes méretű családi házat (ami jól szigetelt) megközelítőleg $7\text{-}8\text{ m}^3$ kifűthetjük a fűtési időben, ami 216 300 Ft. Ezt az összeget egyösszegben kell kiadni a téli tüzelő megvásárlásakor, ami átlag keresethez mérve sok. De ahogy a fentiekben írtam egy kis előre gondolkodással kigazdálkodható összeg [24].

A gáztűzhelyeket nem veszem figyelembe, mert azokat a jól szigetelő ablakok mellé veszélyesnek tartom beszerezni. A gázláng égése a tartózkodási helyből használja el a levegőt az égéséhez és a jól tömített ablakok miatt nem érkezik friss levegő a konyhába. Ilyen helyiségekbe mindenképpen el kell helyezni jelzőkészüléket a baj megelőzése és az emberélet megvédése miatt.

De nem elég csak az üzemeltetési költségeket vizsgálni, mert a beruházási és karbantartási költségek sem elhanyagolhatóak.

Beruházásnál legfontosabb és legdrágább maga a készülék megvásárlása és biztonságos beszerelése. Nehéz összehasonlítani a két fűtésrendszert, mert eltérő működésre vannak tervezve. A kályhák a teret is fűtik ahol el vannak helyezve, míg a kazánok a megtermelt hőt adják át egy közvetítő közegnek. A gázkazán cserénél figyelembe kell vennünk, hogy egy kondenzációs kazánál a kéményhez is hozzá kell nyúlnunk. Az épület hőigénye miatt nem is tudnánk helyesen összehasonlítani, mert eltérő teljesítményskálában mozognak. Egy alacsony fűtés energia igényű épületbe felesleges egy 24 kW -os kondenzációs kazánt beszerezni és egy 20 kW -os gázkazán helyett sem tudunk egy 8 kW vaskályhát telepíteni. De az épület utólagos szigetelésével vagy már az építésnél is olyan anyagokat használunk, akkor kénytelenek leszünk kisebb teljesítményű kazánt keresni. A legjobb teljesítményt, komfortot és látványt akkor érjük el, ha már az építkezés előtt megterveztetjük a kályha helyét legyen az bármilyen típus.

Karbantartási költségeket nagyban befolyásolja a működtető technológia. Egyszerű működéssel együtt jár a kevés karbantartás. Így egy fatüzeléssel nincs sok gond, ha a tulajdonos tisztában van annak helyes működtetésével. Csak az éves kéményseprésre kell szakembert hívnia. Ezzel szemben egy modern gázkazánál bármely meghibásodása esetén

hivatásos szerelőt kel hívnunk, ami nem egy olcsó dolog. De mik tudnak meghibásodni egy gázkazánál; az elektronikai vezérlőtől kezdve a termosztátig bármi.

2.6 CO₂ kibocsátás

Az tökéletes égés egyenlete: $C + O_2 = CO_2$.

Ekkor nem kerül semmi más a levegőbe, csak szén-dioxid.

A fa csak oxigént, szenet és hidrogént tartalmaz, így annak elégetése kicsit máshogy néz ki $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow \text{ÉGÉS} \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ (elégetésekor víz és szén-dioxid kerül a levegőbe, amit a növényzet vissza is forgat)

A fában lévő szén a levegőből megkötött szén-dioxid, amit a fotoszintézis során beépített a szöveteibe. Legegyszerűbben, úgy írható le: Annyi szén-dioxidot engedünk ki a fa elégetésével amennyit az élete során a fotoszintézisre elhasznált. Ha annyi fát tüzelünk el amennyi új fa nő az erdőben, akkor nem kerül többletterhelés a levegőbe.

Mivel hőt akarunk kinyerni a fából legjobban, úgy tudjuk csökkenteni a károsanyag kibocsátást, ha a kályha hatásfokát javítjuk, így kevesebb fát kell elégetni ugyanannyi hőenergia eléréséhez (Kevesebb füst megy ki a kéményen). Jogszabály egyenesen meghatározza a forgalomban lévő tüzelő berendezések hatásfokát, hogy ezzel is óvja a környezetünket.

Metán égése, ami a földgáz nagy százalékát alkotja:



Mind a kettő pont ugyanannyira pusztítja a Földet.

Amikor elégetjük a fahasábot hamu marad vissza belőle, amit a régi időkben lúgfőzésre használtak egészen a 19. századig. Ma már nem kell ilyen célokra használnunk, inkább több energiát akarunk abból is kinyerni. Egyes kémiai alkotókkal képesek vagyunk a csökkenteni a hamu olvadáspontját, ezzel is energiát kinyerve belőle. Ilyen anyagok a kálium, magnézium és a kalcium.

Egyik sem tartalmaz ként, ezért nem növeli a savas eső kockázatát.

Manapság nem elhanyagolható a szállítás okozta környezetterhelés, mert az erre a célra használt járműveink mind benzinnel vagy dízellel üzemelnek.

A tűzifa vásárlása és kiszállítása egyes esetekben megyén belül is lebonyolítható, ehhez képest a földgáz vezetékes szállításakor gázturbina meghajtású kompresszorok dolgoznak, hogy egész rendszert ellássák [22]. Magyarországon 8 ilyen létesítmény található Beregdaróc, Nemesbikk, Hajdúszoboszló, Városföld, Csanádpalota, Szada, Bába, Mosonmagyaróvár, még vegyük számításba azokat az országokat, amiken még át kell haladnia míg ideér. Az igaz hogy a vezetékes rendszer jobb, mint ha Szibériából kellene kamionokkal elhozni a gázt Magyarországra. De a turbinák és kitermelés okozta környezeti terhelés nem kisebb egy helyben kitermelt faanyaghoz képest.

A megoldás a helyes arányban van. Nem lehet mindenhol fával vagy mindenhol gázzal fűteni. A kevés erdővel rendelkező megyékben és a nagyvárosok paneldzsungeljeiben célszerű a gáz használata. És a fatüzeléshez kell a fizikai erő. A fa behordása, felhasználása, így akik nem tudnak vagy nem akarnak fizikai munkát végezni továbbra is gázzal fűtsenek. És a középületeinkben sem célszerű a fatüzelés, mert annak működtetéséhez nem mindig van szakavatott munkaerő.

De amikor felújítjuk a házunkat célszerű ezt is számításba venni.

2.7 A füstben lévő por

A fatüzelés a levegő szállópor tartalmára jelent veszélyt főleg. Ezek aeroszol részecskék PM_{2,5} és PM₁₀ utalva ezzel a méretükre mikrométerben. Ezek gáznemű közegben elosztatott lebegő, szilárd és cseppfolyós szemcsék. Ha a levegőben túl sok szállópor van az ránk kétféle veszélyt jelent.

1. A légútba került por irritáló hatása.

2. Kárt tehet a szervezetben, ha valamilyen veszélyes vegyületet tartalmaz.

És a környezeti növényeire lerakódva gátolják azok fotoszintézisét.

A PM_{2,5} szennyeződések a tüdőben felszívódnak és az folyamatosan gyűlik a szervezetünkben. De sok más tevékenység is szállópor képződéssel jár, a közlekedés és gyárak működése is.

Fatüzelésnél a pernye a PM₁₀ jelentősen több, amit igazából a kéményen kiment hamu és a korom alkot. Inkább a korom a veszélyes, mert az még reakcióképes. Ez még egy orvosolható gond. Sokan fejlesztenek valamilyen szűrő berendezést, amely képes megkötni

a füstben távozó szálló port. Több ötlet van; hőálló anyagú szűrő használata a kéményben vagy akár elektrosztatikus leválasztó kiépítése, ami a szemcséket nem engedik tovább.

De egy családi ház szintjén, anyagi okok miatt még korai ebben gondolkodnunk. Itt egy jó hatásfokú készülék hosszú távú befektetés. Modernebb és hatékonyabb készülékkel a kéményből dőlő füst mennyiségét nagyban csökkenthessük védve ezzel a környezetünket is, hiszen a régi gázkazánokat ugyan-úgy lecserélik modernebbekre, ezeket a költségeket nem lehet megspórolni.

Emiatt fontos, hogy mindig tanuljunk az otthonunkban lévő rendszerekről és lépést tartsunk a fejlesztésekkel ésszerűen.

Vannak lakosság által is elérhető a porleválasztó berendezések. Például a heizerschwaben cégnél elérhető ilyen berendezés, amit a kémény és a tüzelőegység közzé kell beépíteni. Elektrosztatikus működésen alapul, de a karbantartását ez nem bonyolítja. A hatósági személy a kéményseprés során itt is lekotorja a rajta lévő port. De egy drága berendezésről van szó, 1930 euróban, ami ilyen 733 400 Ft körül mozog. Ilyen pluszköltséggel növelni a rendszer kiépítését egy átlagos családnak problémát okozna, de nem vetném el a gondolatot, hogy a jövőben pályázati erőforrásokból finanszírozni ezek utólagos beépítését a fűtésrendszerekbe. [11]

2.8 Fatüzeléses berendezések

Most szeretném bemutatni az otthoni célra elérhető szilárd tüzelőberendezéseket.

Kandalló, kályha

Egy lemezből készült kályhatestek, amik gyorsan átmelegednek és adják le a hőt.

Faelgázosító kazán

A füstgáz egy része a kéményen keresztül távozik. Ez a típus a füstgáz elégetése adta hőt a legjobban kihasználja. Hatásfoka 89-90% körül mozog.

Cserépkályha- Tömegkályha

A cserépék lassabban vezetik a hőt, így lassabban hűl ki. A meleg nagyját sugározva adja le. De nem csak arról szól, hogy kályhacserépéket teszünk rá a kályhára. Már az építés során tudnunk kell, ha ilyen kályhát szeretnénk. A falba való beépítésével és az emiatt alkalmazható füstelvezetési rendszer miatt, jobb hatásfokot érhetünk el. Minimum egyszer 180°irányváltást kell a távozó füstnek tennie, majd egy hőcserélő csatornába kell kerülnie. Kihűlésre érzékeny. Ha egyszer kihűl, több hőt visz el az újbóli felfűtése, így optimális üzemeléséhez nem szabad hagyni teljesen kihűlni. Nem összekeverendő a cserépkandallóval. Modernebb változatát már Öko-tűztérrel építik, ezek kevesebb szállóport és füstöt engednek ki a szabadba. Szabályozása nehezen megoldható.

Mai épületeink és életvitelünk mellett már nem olyan népszerű. Azonnal szeretnénk meleget a lakásunkban és nincs mindig otthon valaki, hogy tegyen a tűzre. Ha régi építésű ingatlant veszünk és ilyen tűztérrel van építve, elbontását nem javasom, mert tökéletes kiegészítőfűtés a téli hidegebb hétvégekre. Újonnan épült házba beépíteni csak kiegészítőnek tartom jó megoldásnak a fentebb írt tulajdonságai miatt. [17]

2.9 Pellettüzelésről

Célszerű lenne a pellettüzelést nagyobb mértékben használni a mezőgazdaság szempontjából.

Ennek a tüzelésnek elengedhetetlen feltétele a megfelelő tüzelőanyag és az ahhoz tartozó égőfej.

Tüzelőanyaga: keményfát vagy mezőgazdasági zöldhulladékokat aprítanak fel és szárítanak ki, majd összepréselik. Nedvességtartalma kevesebb, mint a kiszáradt fahasábnál, 10% alatt van és elégetése során csak minimális hamu keletkezik.

A növénytermesztéssel foglalkozó mezőgazdasági cégek a visszamaradt zöldhulladékokat így saját házon belül tudják hasznosítani, akár a feldolgozó iparágukban is hasznosíthatják ezt az energiát. Ezzel is spórolva a közüzemi számlákon.

A megfelelő készülékbe a megfelelő típusú pelletet kell rakni. Ha más szeretnénk tüzelni ezekben a készülékekben, akkor az így keletkező többlethamu a fapelletégőt eltömítheti. Ezért az égőfej megválasztásakor törekedni kell arra, hogy ne legyen érzékeny a salakosodásra és a hamutartalomra. Ha a választáskor erre odafigyelünk, akkor hosszútávon kiszolgáló berendezést kapunk, amibe többféle pellet típust tudunk eltüzelni (így akár keményfa és agripellet égetésére is alkalmas a készülék). És a házon belül termelődő biomasszát is felhasználhatjuk. Agripellet abból szempontból is előnyös, hogy nem kell erdőinket teljesen lecsupaszítanunk ha nagy mennyiségben kell faanyagot kitermelnünk. A 2022 nyarán bejelentett rezsirendelet miatt megrohmozták az emberek az erdőgazdaságokat tűzifavásárlás miatt. Az erdőgazdaságok kitermelték a megengedett mennyiséget, így sokan csak hónapok múlva jutnak „frissen vágott” fához, aminek még száradnia kellene, hogy megfelelően elégethessük. Így ebben a helyzetben az a meglátásom, hogy a legjobban azok jártak, akik ezt a tüzelési módot választották az otthonukban vagy egyéb létesítményeikben. [21]

Mert: - megfelelő berendezésekkel elégethetjük azt, amit mások már nem használnak fel (fakitermelés után ottmaradt gallyak, mezőgazdasági vagy papír hulladékok).

- központi elosztástól független, helyi és fenntartható tüzelőanyagforrás, ami jelen helyzetünkben a legfontosabb

- rönkfa tüzeléséhez képest kevesebb hamut termel

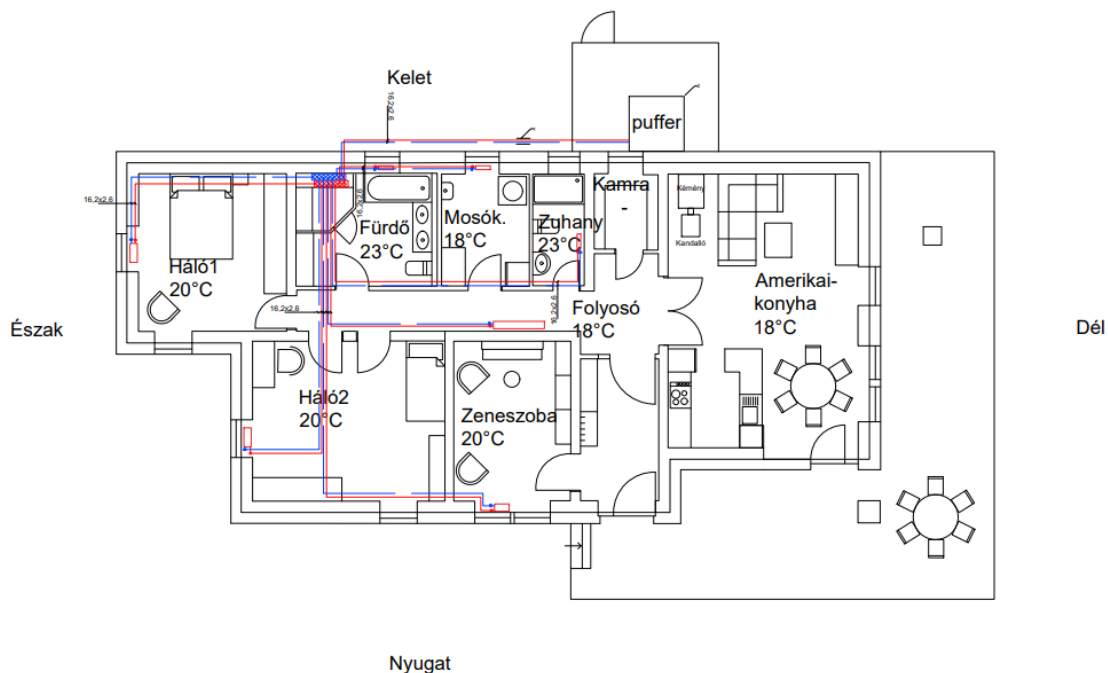
2.10 Vízteres kandallók

Ezek a típusok nagy népszerűségnek örvendenek manapság mind a gyártók mind a vevők oldaláról. Ennek egyik oka az, hogy jól beépíthető központi fűtésrendszerünkbe. Ezeknek a készülékeknek a tűztere és a füstelvezető nyílása köré hőcserélő került beépítésre, így a füst mielőtt távozna a tűztérből még jelentős hőt ad át a hőcserélőben keringő víznek. Ezzel nagyban növelve a készülék hatásfokát. De a víz felmelegítése nagyobb

energiamennyiséget igényel, mint a levegőé, ezt már a fajhőértékük közötti különbség is mutatja. És hogy központi fűtőegységként is tudjuk használni őket, 20kW alatti teljesítményben ritkán találni.[

Azért, hogy jobban szemléltethessem ennek a kandallótípusnak az előnyeit egy életszerű példában szeretném ennek menetét leírni.

Példámban egy családi ház központi fűtésének megtervezésén keresztül. Az épület egyszintes 143 m² hasznos területű ingatlan.



2.ábra-Fiktív épület alaprajza

3. Tervezés

Mint minden tervezésnél itt is a hőszükséglet kiszámításával kezdem. Rendelkezésemre állnak az épület határoló szerkezeteinek a rétegrendjei.

3.1 Szerkezeti elemek hőátbocsátási tényezőjének számítása

Mivel nincs saját mérési adat így számítással határozom meg a határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezőjét az alábbi képlettel:

$$U_i = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_b} + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_k}} = [\text{W/m}^2\text{K}]$$

Ahol:

$\alpha_{\text{belső}}$ –belső felületi hőátadási tényező [W/m²K]

d_j –rétegvastagság [m]

λ_j –hővezetési tényező [W/mK] (gyártók hiteles adatait használom)

$\alpha_{\text{külső}}$ –külső felületi hőátadási tényező [W/m²K]

α belső és külső azaz a felületi hőátadási tényező értékek a szerkezet típusától függ.

MSZ-04-140-2_1991 szabvány alapján az értékek:

2.táblázat- Felületi hőátadási tényezők [9]

Szerkezet	$\alpha_{\text{külső}}$ [W/m ² K]	$\alpha_{\text{belső}}$ [W/m ² K]
külső fal és nyílászáró	24	8
Belső födém (felfelé hűlő)	12	10
Talajon fekvő padló	-	6

Homlokzati fal

3.táblázat- Homlokzati fal szerkezeti rétegei

Anyag	λ [W/mK]]	d [m]
Vakolat	0,87	0,015
Mátratherm30N+F	0,145	0,3
Baumit ragasztó tapasz	0,8	0,005
GRAFIT REFLEX	0,031	0,32
Baumit simító tapasz	0,84	0,003
Vakolat	0,87	0,002

$$U_{\text{homl}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{0,3}{0,145} + \frac{0,005}{0,8} + \frac{0,32}{0,031} + \frac{0,003}{0,84} + \frac{0,002}{0,87} + \frac{1}{24}} = 0,10[\text{W/m}^2\text{K}]$$

Lábazati fal

4.táblázat- Lábazati fal szerkezeti rétegei

Anyag	λ [W/mK]]	d [m]
YTONG belső vakolat	0,75	0,015
YTONG falazóelem	0,15	0,3
Vakolat	0,87	0,01
bitumenes lemez	0,12	0,004
Ausrotherm exper	0,033	0,25
Baumit simító tapasz	0,84	0,003
Vakolat	0,87	0,002

3.táblázat- Lábazati fal szerkezeti rétegei

$$U_{\text{Láb.fal}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,3}{0,15} + \frac{0,01}{0,87} + \frac{0,004}{0,12} + \frac{0,25}{0,033} + \frac{0,003}{0,84} + \frac{0,002}{0,87} + \frac{1}{24}} = 0,13[\text{W/m}^2\text{K}]$$

Talajon fekvő padló

5.táblázat- Talajon fekvő padló szerkezeti rétegei

Anyag	λ [W/mK]]	d [m]
kerámia+habarcs	1,05	0,015
Austrotherm könnyűbeton	0,069	0,05
Austrotherm AT-N150	0,034	0,3
bitumenes lemez	0,12	0,004
Vasbeton	1,55	0,12
Szerelőbeton	0,7	0,05

4.táblázat- Talajon fekvő padló szerkezeti rétegei

$$U_{\text{padló}} = \frac{1}{\frac{1}{6} + \frac{0,015}{1,05} + \frac{0,05}{0,069} + \frac{0,3}{0,034} + \frac{0,004}{0,12} + \frac{0,12}{1,55} + \frac{0,05}{0,7}} = 0,10[\text{W/m}^2\text{K}]$$

Födém (felfelé hűlő)

6.táblázat- Födém szerkezeti rétegei

Anyag	λ [W/mK]]	d [m]
vasbeton	1,55	0,25
AU padlap, paadlászószigetelés	0,037	0,25

$$U_{\text{padlás}} = \frac{1}{\frac{1}{6} + \frac{0,25}{1,55} + \frac{0,25}{0,037} + \frac{1}{12}} = 0,14[\text{W/m}^2\text{K}]$$

a vasbeton födém miatt a későbbiekben a tetőtér beépítése is lehetséges

de ekkor a padlás hőszigetelést le kell cserélni

a tetőszerkezetet tartó koszorú és a redőnytokok szigeteléséről se feledkezzünk meg

Ezek nem megfelelő kialakítása hőhidakat okozhatnak az épületünkben.

Koszorú

7.táblázat-Koszorú szerkezeti rétegei

Anyag	λ [W/mK]]	d [m]
vasbeton	1,55	0,25
Ausrotherm exper	0,033	0,05
Baumit ragasztó tapasz	0,8	0,005
GRAFIT REFLEX	0,031	0,28
Baumit simító tapasz	0,84	0,003
Vakolat	0,87	0,002

$$U_{\text{Kosz}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,25}{1,55} + \frac{0,05}{0,033} + \frac{0,005}{0,8} + \frac{0,32}{0,031} + \frac{0,003}{0,84} + \frac{0,002}{0,87} + \frac{1}{24}} = 0,09[\text{W/m}^2\text{K}]$$

Redőnytok

8.táblázat- Redőnytok szerkezeti rétegei

Anyag	λ [W/mK]]	d [m]
Vakolat	0,87	0,015
Mátratherm30N+F	0,145	0,3
Baumit ragasztó tapasz	0,8	0,005dd
BACHL PIR MV	0,025	0,1

$$U_{\text{Redőnytok}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,0015}{0,87} + \frac{0,3}{0,145} + \frac{0,005}{0,8} + \frac{0,1}{0,025} + \frac{1}{24}} = 0,16[\text{W/m}^2\text{K}]$$

Ezeket a számításokat a DanWatt szoftverrel is elvégeztem (3. számú melléklet)

kapott eredmények megegyeznek, így a későbbi számítások során azokat használom

Az értékek megfelelnek A belügyminiszter 20/2014. (III. 7.) BM rendeletében szereplőknek [26]

Homlokzati fal

$U=0,1 < 0,24$ [W/m²K]

Megfelel.

Padlás és búvótér alatti födém	$U=0,14 < 0,17$ [W/m ² K]	Megfelel.
Lábazati fal, talajjal érintkező fal	$U=0,13 < 0,3$ [W/m ² K]	Megfelel.
Talajon fekvő padló (új épületeknél)	$U=0,1 < 0,3$ [W/m ² K]	Megfelel.

Ugyanezen rendelet alapján a nyílászárókat is megválasztottam.

Ablakok 1,2 W/m²K

Bejárati ajtó 2 W/m²K

3.2 Az épület helyiségeinek hőszükséglete:

$$Q_{\text{össz}} = Q_k + Q_b + Q_{\text{filt}} - Q_{\text{sd}}$$

Az összefüggésben: $Q_{\text{össz}}$ = fűtésigény

Q_k = külső transzmissziós hőveszteség

Q_b = belső transzmissziós hőveszteség

Q_{sd} = napsugárzásból származó hőnyereség

Ha egy ipari épületről lenne szó, akkor a gépek és emberek által termelt hőt is figyelembe venném. De mivel ez egy családi ház, ahova nem kerül semmilyen nagyteljesítményű gyári gép és az egy szobába tartózkodók száma nem fogja meghaladni 10 főt, így ezt nem veszem figyelembe a számításomnál. [9]

Az épület transzmissziós hővesztesége [9]

$$Q_{\text{transz}} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot U_i \cdot (t_{\text{belső}} - t_{\text{külső}}) = [\text{W}]$$

ahol: A_i – határoló szerkezet felülete [m²]

U_i - határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezője [W/m²K]

t_b - mértékadó belső hőmérséklet [°C]

t_k - mértékadó külső hőmérséklet [°C]

A határoló szerkezetek felületeit a helyiségek belső méretei alapján kell felvenni.

Padlás mivel fűtetlen, így a födémnél a külső hőmérséklet -6°C-ra vettem fel.

De a talajba irányuló hőveszteségnél máshogy kell eljárunk:

$$Q_{\text{transz}} = l \cdot U \cdot (t_{\text{belső}} - t_{\text{külső}})$$

U - a padló kerületére vonatkozó vonal menti hő átbecsátási tényező [W/mK]

t_b - mértékadó belső hőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]

t_k - mértékadó külső hőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]

Figyelembe veszem a napsugárzásból nyert energiát is

$$Q_{\text{sd}} = A_{\text{ü}} \cdot q_s$$

$A_{\text{ü}}$ -üvegezett felület nagysága [m^2]

q_s -fajlagos naptól érkező energiaáram [W/m^2] (az ablak tájolásától függő tényező)

9.táblázat- q_s értéke a MSZ 04-140-3 szabványból [9]

Tájolási szektor	D		DK és DN		K és N		E
Benapozás	Telj.	Részb.	Telj.	Részb.	Telj.	Részb.	
	45	25	30	20	15	10	0

Filtrációs veszteség:

Ezt kétféle módon is számítható attól függően, hogy milyen mértékegységben adják meg a belépő levegő mennyiségét, ez lehet légcsereszám [$1/\text{h}$] vagy térfogatáram alapján [m^3/h].

Térfogatáram alapján:

$$Q_{\text{filt}} = L \cdot \rho_{\text{be}} \cdot c \cdot (t_{\text{belső}} - t_{\text{külső}})$$

Az összefüggésben: L – belépő levegő térfogatárama [m^3/h]

ρ_{be} - a belépő levegő sűrűsége [kg/m^3]

c - a levegő fajhője [kJ/kgK]

t_b - mértékadó belső hőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]

t_k - belépő levegő hőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]

Légcserezszám alapján:

$$Q_{\text{filt}} = \frac{n \cdot V \cdot \rho_{\text{be}} \cdot c \cdot (t_{\text{belső}} - t_{\text{külső}})}{3600}$$

Az összefüggésben: n – légcserezszám [1/h]

V - helyiség térfogata [m³]

ρ_{be} - a belépő levegő sűrűsége [kg/m³] (hőmérséklettől függő tényező)

c - a levegő fajhője [J/kgK] (hőmérséklettől függő tényező)

t_b - mértékadó belső hőmérséklet [°C]

t_k - belépő levegő hőmérséklet [°C]

Első hálószooba 20°C-ra méretezve

$$Q_{\text{transz}} = (25,2 \cdot 0,1 \cdot (20 - (-15))) + (7 \cdot 0,13 \cdot (20 - (-15))) + (4,8 \cdot 1,2 \cdot (20 - (-15))) + (0,25 \cdot 0,16 \cdot (20 - (-15))) + 2,5 \cdot 0,1 \cdot (20 - (-15)) + (20,1 \cdot 0,155 \cdot (20 - (-6))) + 13,7 \cdot 0,45 \cdot (20 - (-15)) = 0,6 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{sd}} = 4,8 \cdot 30 = 0,144 \text{ kW}$$

A belépő levegő mértékét légcserezszámban határoztam meg, 0,5 1/h

A szomszédos helyiség a folyosó, ahol 18°C a hőmérséklet és a külső levegő méretezése -15°C. A mai modern nyílászárók zárt állapotban nem engednek be levegőt, de fent tartom a lehetőséget a szellőztetésre így 0 °C veszem fel a belépő levegőt. Így a túlméretezés esélyét csökkentve, de mégis helyet hagyva a természetes szellőztetésre.

ρ_{be} 0°C-on 1,293 [kg/m³]

c - 0°C-on 1009 [J/kgK]

$$Q_{\text{filt}} = \frac{0,5 \cdot 54,54 \cdot 1,293 \cdot 1009 \cdot (20 - 0)}{3600} = 197,65 \text{ W} = 0,198 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{össz}} = 0,6 + 0,198 - 0,144 = 0,654 \text{ kW}$$

Második hálószoza szintén 20°C-ra méretezve

$$Q_{\text{transz}} = (17,8 \cdot 0,1 \cdot (20 - (-15))) + (5,25 \cdot 0,13 \cdot (20 - (-15))) + (4,8 \cdot 1,2 \cdot (20 - (-15))) + (0,25 \cdot 0,16 \cdot (20 - (-15))) + 2,6 \cdot 0,1 \cdot (20 - (-15)) + (22,5 \cdot 0,155 \cdot (20 - (-6))) + 10,5 \cdot 0,45 \cdot (20 - (-15)) = 0,55 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{sd}} = 4,8 \cdot 30 = 144 \text{ W} = 0,144 \text{ kW}$$

az ablak itt is nyugati tájolású

A belépő levegő mértékét légcsereszámban határoztam meg, 0,5 1/h

A szomszédos helyiség a folyosó, ahol 18°C a hőmérséklet és a külső levegő méretezése -15°C. A mai modern nyílászárók zárt állapotban nem engednek be levegőt, de fent tartom a lehetőséget a szellőztetésre így 0 °C veszem fel a belépő levegőt. Így a túlméretezés esélyét csökkentve, de mégis helyet hagyva a természetes szellőztetésre.

$$\rho_{\text{be}} \text{ 0°C-on } 1,293 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$c - \text{ 0°C-on } 1009 \text{ [J/kgK]}$$

$$Q_{\text{filt}} = \frac{0,5 \cdot 60,75 \cdot 1,293 \cdot 1009 \cdot (20 - 0)}{3600} = 220,16 \text{ W} = 0,22 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{össz}} = 0,55 + 0,22 - 0,144 = 0,626 \text{ kW}$$

Mosókonyha 18°C-ra méretezve

$$Q_{\text{transz}} = (4,5 \cdot 0,1 \cdot (18 - (-15))) + (1,2 \cdot 0,13 \cdot (18 - (-15))) + (0,54 \cdot 1,2 \cdot (18 - (-15))) + (0,225 \cdot 0,16 \cdot (18 - (-15))) + 0,6 \cdot 0,1 \cdot (18 - (-15)) + (7,2 \cdot 0,155 \cdot (18 - (-6))) + 2,4 \cdot 0,45 \cdot (18 - (-15)) = 0,107 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{sd}} = 2,4 \cdot 15 = 36 \text{ W} = 0,036 \text{ kW}$$

az ablak itt keleti tájolású

A belépő levegő mértékét légcsereszámban határoztam meg, 0,5 1/h

A szomszédos helyiség a folyosó, ahol 18°C a hőmérséklet és a külső levegő méretezése -15°C. A mai modern nyílászárók zárt állapotban nem engednek be levegőt, de fent tartom a lehetőséget a szellőztetésre így 0 °C veszem fel a belépő levegőt. Így a túlméretezés esélyét csökkentve, de mégis helyet hagyva a természetes szellőztetésre.

$$\rho_{\text{be}} \text{ 0°C-on } 1,293 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$c - \text{ 0°C-on } 1009 \text{ [J/kgK]}$$

$$Q_{\text{filt}} = \frac{0,5 \cdot 19,44 \cdot 1,293 \cdot 1009 \cdot (20 - 0)}{3600} = 70,45 \text{ W} = 0,07 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{össz}} = 0,107 + 0,07 - 0,036 = 0,141 \text{ kW}$$

Ellenőrzés képen még elvégzem a filtrációs veszteségszámítást a folyosóra és a zuhanyzóra

A folyosón várható a legnagyobb filtrációs veszteség légcsereszám alapján, 2 1/h.

A szomszédos helyiség az előtér, ami fűtetlen így -3°C a hőmérsékletre vesszem fel.

$$\rho_{\text{be}} - \text{3°C-on } 1,308 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$c - \text{3°C-on } 1009 \text{ [J/kgK]}$$

$$Q_{\text{filt}} = \frac{2 \cdot 38,04 \cdot 1,308 \cdot 1009 \cdot (20 + 3)}{3600} = 641,5 \text{ W}$$

A zuhanyzó helyiségben pedig térfogatáramban határoztam meg a belépő levegő hőmérsékletét, 45[m³/h]. És 23°C belső hőmérsékletet szeretnék.

$$Q_{\text{filt}} = \frac{45 \cdot 1,213 \cdot 1013 \cdot (23 - 0)}{3600} = 353,3 \text{ W}$$

ρ_{be} 0°C-on 1,293 [kg/m³]

c - 0°C-on 1009 [J/kgK]

Ez a helyiség is a folyosóra nyílik, így a belépő levegő hőmérséklete itt is 0°C.

Ezeket a számításokat elvégeztem a DanWatt szoftverrel.

A kapott eredmények tűréshatáron belül mozognak, így a további számításokat már csak a szoftverrel végeztem el (4. számú melléklet).

Az így kapott eredmények a helyiségekre:

10.táblázat-Az épület helyiségeinek a hőszükségletei (4. számú melléklet)

Helyiség	Qtransz [kW]	Qfilt [kW]	Qsd [kW]	Qössz [kW]
Amerikai konyha	0,724	1,506	0,481	1,749
Folyosó	0,052	0,544	0	0,596
Fürdő	0,095	0,352	0,021	0,426
Háló1	0,419	0,185	0,129	0,475
Háló2	0,394	0,207	0,129	0,474
Mosókonyha	0,051	0,059	0,021	0,089
Zeneszoba	0,081	0,217	0,118	0,18
Zuhany	0,034	0,352	0,021	0,365
Épület össz	1,93	3,42	0,413	4,35

4. Fűtésrendszer megtervezése

Következő lépés a fűtésrendszer megtervezése.

Önmagában egy fatüzelésű kandalló nem volna elegendő, mert pontbeli hőtermelő.

Abban a helyiségben adja le az egész teljesítményét, ahol el van helyezve. Nem volna ideális minden helyiségben külön tüzelőberendezést elhelyezni.

Így egy központosított fűtés mellett döntöttem, azon belül is egy meleg vizes radiátoros rendszerre esett a választásom.

Egy másik lehetőség egy légfűtéses rendszer kiépítése.

Ha az épület alapincézett, akkor egy légfűtéses rendszeren is elgondolkodhatnának a tulajok. Sokan lebecsülik ezeket a rendszereket, mert ez manapság csak az idősebb épületeknél vagy nagyobb előadó termeknél található meg. Nem is merül fel lehetőségként a tervezés során.

A hőleadó egységek nem vesznek el hasznos területet a szobánkból és a telepítése kisebb összeget igényel, mint egy radiátoros rendszernél nem elhanyagolható.

És az üzemeltetése során nem kell a fagyveszélytől tartanunk. Ha esetleg a tulaj az épületet nyaralóként szeretné használni, akkor ez egy sarkalatos kérdés és fontos megbeszélni vele.



3.ábra- Wamsler K158 készüléke [5]

4.1 Légfűtés

A kandalló által megtermelt meleg levőt csöveken keresztül jutatjuk el a lakás többi részére. Ez történhet gravitációs úton, ami maximum 5-6 méteres magasságig képes eljuttatni a hőt és nagyobb keresztmetszetű csőhálózatra van szükség. Vannak ventilátorral működtetett rendszerek. Erre a célra léteznek külön légfűtési kandallók. Ezeknél a készülékeknel felkerül egy konvekciós burkolat is. Mivel a megtermelt hasznos hőt a levegőnek adja át a kandalló, így ennek hatásosságát tudjuk ezzel a burkolattal növelni. A sugárzással átadott hő mennyiségét növeljük, azzal hogy a burkolatban lévő levegőt kifúvatjuk vagy csak szimplán a sűrűségkülönbség miatt egyenesen a légfűtés csöveiben köt ki. Az ilyen konvekciós burkolatok egy olyan plusz lemezburkolatok, melyek a tűzteret oldalról és felülről veszik körbe, ezzel egy ilyen 2-3 cm-es légrést eredményez a két felület között. Amikor a tűztér fala a felvett hőt ebben a konvekciós légrésben lévő levegőnek adja át. Gravitációs úton pedig ez a meleg levegő távozik a burkolat tetején lévő nyíláson, miközben a felszálló levegő helyére újabb hideg levegő érkezik. Így folyamatosan sugározza a hőt a beérkező hűvösebb levegőnek a kandalló, az áramlás folytonos. Ha teljesen kihűlt rendszerrel szeretnénk befűteni egy légfűtési rendszer sokkal hamarabb melegíti fel a házunkat, mint egy vízteres rendszer, de cserébe a tűz folyamatos táplálást igényel [3].

A tervezés során állandó lakó ingatlannak feltételeztem az épületet.

A vaskályhák egyik problémája, hogy a megtermelt meleget gyorsan leadják. Így ha nem ég a tűz az épület gyorsan kihűl. Erre egy megoldás egy puffer tartály beépítése a rendszerbe. Ehhez egy vízteres kandallót kell választanuk.

4.2 Radiátoros fűtés puffer-tartállyal

Vízteres kandallók: ezek a fűtőberendezések jobb teljesítményt kihasználást engednek meg, mivel a tűztér és a füstjárat körül elhelyezett hőcserélőben áramló víz felveszi azt a hőt, ami egy átlagos kandallónál a kéményen keresztül távozik.

A kandallót és puffer-tartályt célszerű egymás mellé választani. Értem ezt, úgy hogy tudjuk mennyi hő kell a tartály teljes felmelegítéséhez és milyen rendszerek dolgoznak rá pluszban. Fontos megbeszélni a megrendelővel akar-e a jövőben napkollektoros rendszert is, mert akkor 2 körös puffertartályt kell beépíteni és a vízteres kályha teljesítményét is ehhez mérten választani.

A puffertartály űrtartalmát a kandalló teljesítménye is befolyásolja, egy rosszul megválasztott tartályméret miatt az abban lévő víz korán kihűl és a begyűjtások gyakoriságát növeli.

A döntésem egy 1000 literes puffertartályra és mellé egy 22 kW összteljesítményű víztáskás tűzhelykandallóra esett (3.ábra).

A puffertartály típusánál nem elég csak az méretét tudni, hanem azt is hogy milyen rendszerbe szeretném azt beépíteni. Ez lehet csak fűtési meleg víz előállítására vagy fűtés és használati meleg víz előállítására is alkalmas. Nem hőcserélős vagy hőcserélős, de akkor hány körös.

Ilyenkor kell eldönteni mire is szeretnénk a használni a megtermelt meleg vizet.

Itt csak a fűtési meleg víz rendszerét szeretnénk a tartályról működtetni. Ha a HMV is erről szeretnénk használni akkor eggyel nagyobb tartályt kell beszerezni. Sokan tévesen egy kisebb külön tartályt építenek be a HMV előállításához, de egy helyesen méretezett tartály-kazán páros esetében ez nem szükséges.

4.3 A fűtésrendszer részei

Kandalló kiválasztása

Egy kályhánál akkor a legjobb az égés. ha a kályha maximális teljesítménnyel ég. A leghidegebb napokhoz szoktuk megtervezni. Ha a fakályhát ebben az időben is a legnagyobb teljesítménnyel üzemeltetnénk, akkor a lakás túlforrósodna. Az éves átlagban nem érjük el a tüzelőberendezés fél teljesítményét sem. Két lehetőség van ekkor: valamivel kisebb kazánteljesítmény vagy hőtárolást választunk.

Kisebb teljesítményűnél, ha a csúcsszükségletnél 10% kisebb teljesítményű kályhát választunk. Ekkor a csúcsnapoknál a ház egy kicsit hűvösebb lesz vagy egyes szobákban visszább kell majd vennünk a fűtést. [27]

Hőtároló használata esetén a kandalló csak időszakosan üzemel, de akkor a legmagasabb terhelésen. Ekkor a termelt többlethőt egy hőtárolóba vezetjük, így elkerülve az alacsony terhelésű üzemelés okozta károkat. Alacsony terhelésnél az égés tökéletlenül megy végbe, ekkor rengeteg hő veszítünk és a keletkező kátrány korom kárt tehet a készülékben és a kéményben is.

Hőtároló alkalmazása kényelmesebbé is teszi a fatüzelésű berendezések üzemelését, mert nem kényszerülünk arra, hogy a tüzet folyamatosan tápláljuk. Elég akkor begyűjtanunk, amikor ráérünk és így feltölteni a tárolót.

Igaz ez többletköltség, de így elég egy kisebb teljesítményű készülékre beruháznunk. És azt gazdaságosabban tudjuk üzemeltetni az egész fűtésidényben.



4.ábra- Immergas UBA 1000 V2 puffer-tartály [12]

Puffer-tartály

A kályhában kialakításra került egy víztartály, így a felmelegített vizet egy puffer-tartályra tudjuk dolgoztatni. A megtermelt hőt el tudjuk raktározni és szállítani. Én célszerűbbnek tartom ezt a fűtési rendszert, mert más rendszerekkel is össze tud dolgozni. Ha felkerül egy napkollektor vagy egy hőszivattyú is a házra, akkor csökkenteni tudjuk a tartály felfűtéséhez szükséges energiát. És akár a nyári használati meleg víz előállítására is használhatunk. Nem lesz a tűzhöz kötve a meleg vízellátás. És a jól ismert radiátoros rendszerrel el tudjuk szállítani a hőt a többi szobában.

Ennél a rendszerrel miután a tűz kialszik, nem kezd el azonnal kihűlni az épület, mert a tartályban lévő meleg víz még bőven el tudja látni a radiátorokat.

Én ezt a módszert választottam, mert a tüzelés alatt a kályha jócskán többlet hővel üzemel. A víz és a levegő fajhőjét összehasonlítva láthatjuk, hogy levegőt könnyebb melegíteni, de

így sokkal gyorsabban hűl ki szállítás során. Míg egy vízzel működő fűtési rendszernél a vizet nagyobb energia árán melegítjük fel ugyanarra a hőmérsékletre és így több energiát szállíthatunk el vele és azt lassabban adja le.

De nem csak a hő tárolási képessége miatt célszerű alkalmaznunk. Egy jól méretezett puffer-tartállyal jobb teljesítményen üzemeltethetjük a fűtésrendszerünket és a szabályozhatóságot is egyszerűbbé teszik. Ez egy modern rendszerrel ma már elengedhetetlen a gazdaságos működéshez. Célszerű tartályt akkor is hőszigetelni, ha bent kerül elhelyezésre, az így felkerült szigetelés lassítja a tartályban felhalmozott meleg víz kihűlésének idejét. Így növelve a két begyújtás között időt.

Puffer-tartály méretezése hőveszteség és fogyasztói szokások alapján [19]:

$$V_{puf} = \frac{(f_{Beh} \cdot 24 - b_k \cdot n) \cdot f_{Anl} \cdot Q'_N \cdot 3600}{\rho_w \cdot c_w \cdot ((t_e - 20) - (t_v - 20) \cdot f_{Anl})} = [liter]$$

ahol: f_{Beh} a fűtési rendszer üzemviteli tényezője (a hő tárolás ideje órában /24 óra)

b_k a tüzelőanyag leégésének ideje [h]

n a napi begyújtások száma

f_{Beh} a terhelés nagysága a méretezési hőigényhez képest

Q'_N az épület hővesztesége a méretezési állapotban [kW]

ρ_w a víz sűrűsége [kg/liter]

c_w a víz fajhője [kJ/kgK]

t_e előremenő fűtővíz hőmérséklete [°C]

t_v visszatérő fűtővíz hőmérséklete [°C]

$$V_{puf} = \frac{(1 \cdot 24 - 2,5 \cdot 1) \cdot 0,8 \cdot 3,2 \cdot 3600}{0,982 \cdot 4,18 \cdot ((85 - 20) - (30 - 20) \cdot 0,8)} = 1122,596 [liter]$$

Kazán kiválasztása hozzá:

$$Q'_k = f_{Beh} \cdot f_{Anl} \cdot 24 \cdot \frac{Q'_N}{b_k \cdot n} = [kW]$$

$$Q'_k = 1 \cdot 0,8 \cdot 24 \cdot \frac{3,2}{2,5 \cdot 2} = 12,288 [kW]$$

Méretezés fűtőanyag felhasználás alapján:

$$V_{puf} = \frac{b_k \cdot Q'_k \cdot 3600}{\rho_w \cdot c_w \cdot (t_e - t_v)} = [liter]$$

$$V_{puf} = \frac{2,5 \cdot 22 \cdot 3600}{0,982 \cdot 4,18 \cdot (85 - 30)} = 877,03 \text{ [liter]}$$

Mindezek figyelembevétel után a Wamsler cég K158 típusú készülékére esett a választás [5].

És mellé egy Immergas UBA 1000 V2 Hőcserélő nélküli puffer-tartály szigeteléssel [12] (4.ábra).

A kandalló 22kW teljesítményt tud és egy 16 literes víztáskát is tartalmaz.

A mai emberek jócskán elkényelmesedtet életet élnek és igyekeznek minél kényelmesebben berendezni otthonukat. Azért választottam ezt a puffer-tartályt, mert utólag villamos fűtőbetéteket is beszerelhetünk a tartályba az erre kialakított csatlakozási pontokon. Ez a legkönnyebben és legolcsóbban beépíthető kiegészítő fűtés a tartályba. Így ha esetleg nehézség adódik a tűz táplálásával, vagy csak nem szeretnénk, hogy a tartály teljesen kihűljön, át tud állni a rendszer elektromos üzemre. Így a jövőben egy napelemes rendszer a későbbiekben jól tud együtt működni ezzel a rendszerrel. Nem kell azonnal napelemeket telepítenie, hiszen az nagy költségekkel jár, de ha a későbbiekben mégis emellett dönt, akkor nem kell az eddig megépített fatüzeléses-puffer rendszert átalakítani vagy bármely egységét lecserélni.

És védi a rendszert a fagytól, ha a lakó több napon keresztül nem tartózkodik a otthon és nincs aki begyűjtson a fűtőszálak bekapcsolása megoldja ezt a problémát.



5.ábra- Grundfos UPS 15-60 130
nedvestengelyű keringető szivattyút

Szivattyúk: a víz keringetéséhez mindenképp kell a rendszerben. Ehhez a be szabályozási tervből megkapott adatokat felhasználva kiválasztottam a megfelelőt. A Grundfos UPS 15-60 130 nedvestengelyű keringető szivattyút választottam (5.ábra). A nedves tengelyű azt jelenti, hogy a motor és a szivattyú egy egységet képez, így a csapágykenést a fűtővíz biztosítja. A gépezet biztosítani tudja a kellő $0,2162 \text{ m}^3/\text{h}$ térfogatáramot és mivel az épület egyszintes nem kell egy nagy teljesítményűt kiválasztani. A készülék anyagválasztása miatt elviseli a fűtőrendszer 85°C vizet [13].

Fagyás elleni rendszer: Gyakran előfordul, hogy megveszik az 1000 literes vagy nagyobb puffertartályt és mikor megérkezik rádöbbennek, hogy nem fér be sem az ajtón és nincs is elegendő hely a neki szánt helyiségben. Sajnos itt is ez a helyzet áll fent, így elengedhetetlen a tartálynak felhúzni egy épületet, de egy jól kiépített kazánépülettel talán még jobban is jár hiszen így a tartály nem vesz el hasznos területet bármelyik helyiségből. És fagyásellen is védeni a rendszert. Ennek módja a tartály és a fagyérzéke nyrészeket (pl:csöveket) hőszigeteléssel ellátni, és a víz folyamatos keringtetésének biztosítása. Ezt UPS-sel tudjuk bebiztosítani, és ebben az esetben az elektromos fűtés bekapcsolása.

UPS: ez egy szünetmentes tápegység a keringtető szivattyúhoz. Így a víz áramoltatását biztosító szivattyú nem áll le egy esetleges áramszünet esetén sem. Ez a megoldás itt előnyösebb egy inverterrel szemben, mivel az UPS már tartalmaz akkumulátort, ami egy szivattyú kiszolgálásához bőven elegendő. Egy inverter akkor előnyös, ha hosszabb áramkimaradásokkal kell szembenéznünk, mert ekkor az inverter mellé egy hosszabb üzemidőt biztosító akkumulátort tudunk beszerezni. De mivel az épület csatlakozik az elektromos hálózatra és tudjuk, hogy nem kell tartani hosszabb áramkimaradásoktól, így elégnek látom egy UPS beszerelését a szivattyú mellé.

Kémény: minden tüzelőberendezés működtetéséhez elengedhetetlen, hogy az égés során keletkezett füstgázt ki tudjuk vezetni az épületből. Megfelelő mérettel kell kiépíteni, hogy rendelkezésre álljon a megfelelő huzathatás a füst elvezetéséhez. Itt a Leier gyártó kéményére esett a választásom. Ezek a kémények szigeteltek, így biztos hogy nem fog kárt okozni a falakban a kémény hőmérséklete. Fatüzelésnél körülbelül 260°C hőmérsékletű füstgáz lép ki a tüztérnél, igaz hogy ez tovább hűl a kéményben, de egyes építőanyagunkban nagy kárt tud okozni ez a hőmérséklet. Például a lábazatnál használt YTONG téglá nagy hőhatásra elkezd porladni, elveszíti a szilárdságát. Így ezek a modern kémények biztonságos működést biztosít a kandallónak. És nem utolsósorban a kémény hőtágulása nem okoz repedéseket a frissen vakolt falon.

A kémény méretének meghatározása:

Ehhez tudom, hogy a kandalló teljesítménye 22kW és hatásfoka 80%, tölgyfa fűtőértéke 15120 kJ/kg.

Kiszámolom az óránként eltüzelendő tüzelőanyagot, ami a füst tömegáramának meghatározásához kell

$$G = \frac{Q}{H_i \cdot \eta}$$

Ahol: Q a tüzelőberendezés teljesítménye [kW]

H_i a fűtőanyag fűtőértéke [kJ/kg]

η a készülék hatásfoka

$$G = \frac{22 \cdot 3600}{15120 \cdot 0,8} = 6,55 \text{ kg/h}$$

Ezután kiszámolom a levegőszükségletet, majd füstgázmennyiséget, ehhez a Rosin féle összefüggéseket használom. Ez a fűtőérték függvényében adja meg a szükséges levegőmennyiséget és a keletkezett füstgázmennyiséget:

$$L'_{min} = a_1 \cdot \frac{H_i}{4180} + a_2 = \left[\frac{m^3}{kg} \right] \text{ és } R'_{min} = b_1 \cdot \frac{H_i}{4180} + b_2 = \left[\frac{m^3}{kg} \right]$$

Ahol: L'_{min} a szükséges levegőmennyiség 1 kg tüzelőanyaghoz

R'_{min} a keletkezett füstgázmennyiség 1 kg tüzelőanyagból

H_i a fűtőanyag fűtőértéke [kJ/kg]

a_1, a_2, b_1 és b_2 tapasztalati tényezők ami a tüzelőanyag fajtájától függ

11.táblázat a Rosin-formula tényezőinek értéke [18]

Tüzelőanyag	a_1	a_2	b_1	b_2
Szilárd	1,01	0,5	0,89	1,65
Cseppfolyós	0,85	2,0	1,11	1,0
Gáz $18420 < H_i < 43960$	1,154	-0,466	1,251	0,05
Gáz $73270 < H_i < 175850$	0,2756	-0,466	0,29	0,05

$$L'_{min} = 1,01 \cdot \frac{15120}{4180} + 0,5 = 4,15 \left[\frac{m^3}{kg} \right] \text{ és } R'_{min} = 0,89 \cdot \frac{15120}{4180} + 1,65 = 4,87 \left[\frac{m^3}{kg} \right]$$

A valóságban keletkező égéstermék

$$V = V'_{min} + (\alpha - 1) \cdot L'_{min}$$

Az egyenletben: R'_{min} a keletkezett füstgázmennyiség 1 kg tüzelőanyagból

L'_{min} a szükséges levegőmennyiség 1 kg tüzelőanyaghoz

α légfelesleg-tényező (ahogy fentebb már írtam szilárd anyagnál 1,5-2, én 1,7)

$$R = 4,87 + (1,7 - 1) \cdot 4,15 = 7,775 \text{ m}^3/kg$$

Az égéstermék mennyisége a füstgáz valóságos hőmérsékletén az alábbi módon számoltam:

$$R_t = R \cdot \frac{t_f + 273}{273} \left[m^3/kg \right]$$

R valóságban keletkező égéstermék

t_f a kandallóból kilépő füst hőmérséklete (a kandalló tanúsítványából, 230°C)

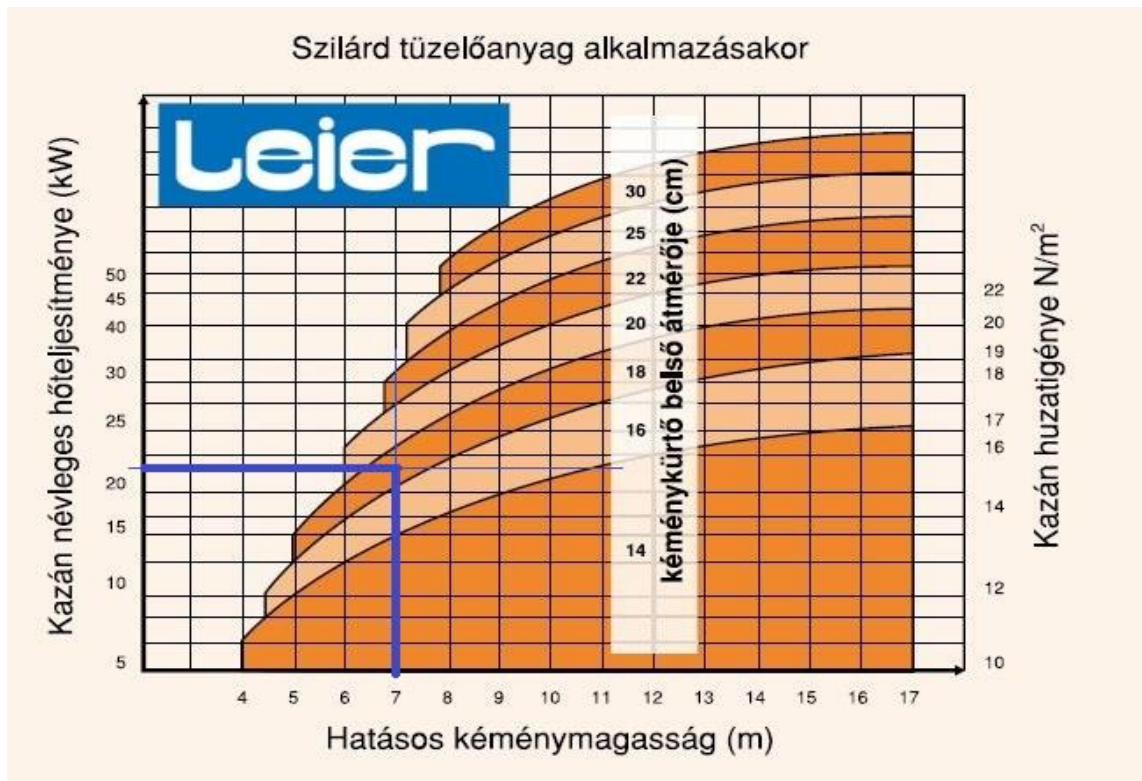
273 a Kelvin átváltás

$$R_t = 7,775 \cdot \frac{230 + 273}{273} = 14,33 \text{ m}^3/kg$$

Az óránként a kéményen távozó füstgáz térfogatárama

$$V' = R_t \cdot G = 14,33 \cdot 6,55 = 93,86 \text{ m}^3/h$$

Ennyi füstgázt megy ki a kéményen óránként [20].



6.ábra-A kéményméret kiválasztása [10]

Ezután a Leier katalógusát használva megállapítom a kémény méreteit (6.ábra)

7 méter magas 18 mm átmérőjű kémény megfelel a kandalló használati útmutatójában szereplő minimum 5 méter magas és 12 Pa nyomásigényének. Amikor begyűjtünk még a kémény hideg. A kéményben lévő hideg levegő miatt a füst nem tud a kéményen keresztül távozni. Idő kell, amíg a kémény átmelegszik és a füst a kéményen keresztül tud távozni. Nem a kémény méreteivel és a huzat hiányával van gond.



7.ábra- Contra-Flex 100 [4]

Tágulási tartály: Ez egy nagyon fontos berendezés a fűtésrendszerünkben. Feladata, felvegye a melegítés során táguló vizet. Ha ez nem kerülne beszerelésre a táguló víz szét feszítené a csöveket. Működése a nyomáskiegyenlítésen alapszik. Két típus közül tudunk választani zárt és nyitott tágulási tartály. Ma már inkább a zárt típusokat részesítjük előnyben. A tartályban van egy membrán, ami nyomás növekedés hatására kitágul és teret ad a rendszerben lévő víznek. Nyitott rendszerű tartályokat okkal kerülük egy új rendszernél. Ezek a tartályok nem tudják szétválasztani a vizet a levegőtől, ez ahhoz vezet, hogy levegő kerül a csövekben. A levegő a rendszerben korróziót okozhat, és fűtést is rontja. Fontos mindig a megfelelő üzemi körülmények között működjön. Például ha nagyobb nyomás éri a megengedetnél a tartályban lévő membrán átszakadhat és már nem tudja ellátni a feladatát többé. A DanWatt szoftverrel számoltam a radiátor rendszerben lévő vízmennyiséget. Számításba vettem a 1000 literes puffer-tartályt és a kandallóban lévő 16 literes víztáskát.

Ennek számítása: Először meghatározom a rendszerben lévő vízmennyiséget. A radiátorfűtésben 40 liter van, plusz az 1000 literes puffer-tartály és a kandallóban lévő 16 literes víztáska. $V_a = 1056 \text{ liter}$

100°C-os hőmérséklet növekedésnél a víz hőtágulása 4,3%

Így a tágulás mértéke

$$V_e = V_a \cdot e = [liter]$$

ahol: e hőmérséklet szerinti hőtágulás

V_a a rendszerben lévő folyadék [liter]

$$V_e = 1056 \cdot \frac{4,3}{100} = 45,408 [liter]$$

Hozzáveszünk még a tartalék térfogatot

$$V_v = V_e \cdot b = [liter]$$

ahol: b biztonsági tényezővel megszorozom a tágulás mértékét

$$V_v = 45,408 \cdot \frac{0,5}{100} = 0,23 [liter]$$

Minimum 3 liternek kell lennie ennek, így itt is így járok el.

Ezután a tágulási tartály gáztérfogatát is kiszámolom.

Ehhez egy szorzószámot használok. A megengedett maximális nyomás, ahol a biztonsági szelep lefűvással nyit. Egy 2,5 bar-os biztonsági szelepnél 2 bár.

Szorzószám:

$$D_f = \frac{(P_e + 1)}{(P_e - P_0)}$$

P_0 a tartály előfeszítési nyomása

A hidraulikai rendszerben uralkodó statikus nyomásból számítható $P_0 = P_{st} + 0,3 \text{ bar}$

A tartály elhelyezése és a rendszer közötti magasság különbség. Itt egyszinten van a tartály és a rendszeri is. Így $P_0 = 0 + 0,3 = 0,3 \text{ bar}$

Azért 0,3 bár, mert a rendszer legfelső pontján, hideg állapotban minimum 0,3bar túlnyomást kell biztosítani a gázkiválás megakadályozása érdekében.

$$D_f = \frac{(2 + 1)}{(2 - 0,3)} = 1,76$$

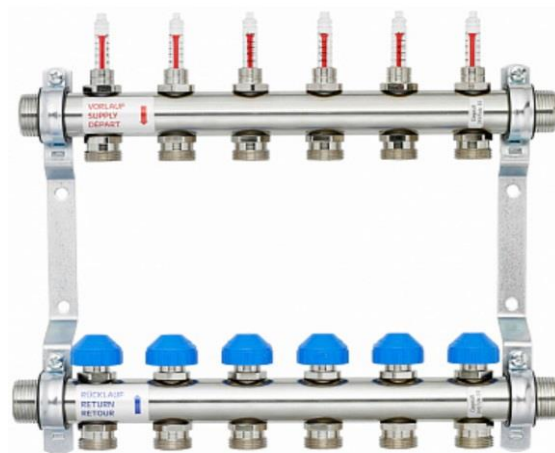
A szükséges tartálytérfogat:

$$V_n = (V_e + V_v) \cdot D_f$$

$$V_n = (45,408 + 3) \cdot 1,76 = 85,2 \text{ liter}$$

Ide is a Flamco cég által gyártott terméket választottam, Contra-Flex 100 (7.ábra) [4].

Biztonsági szelep: A táglási tartályhoz tartó csőszakaszon beépítésre kerül egy biztonsági szelep, ami azt a célt szolgálja: ha a tulaj túlpakolja a tüzteret és fűtővíz hőmérséklete veszélyes túlnyomást okoz a rendszerben, akkor kinyit a szelep. Flamco Prescor biztonsági szelepe kerül be. A szelepből egy rugó található, ami a rendszerben keletkező túlnyomás hatására összenyomja így nyitva ki a rendszert.



8.ábra- Watts 6 körös osztó-gyűjtő [15]

Osztó-gyűjtő: feladata, hogy a beérkező fűtővizet eloszta és szabályozza a fűtőtestek felé leágazó csövekben. Lényegesen megkönnyíti a beszabályozási feladatot, ami nem egy elhanyagolható feladat. Ha nem megfelelő a csövekben áramló víz térfogatárama, akkor nem tud a meghatározott teljesítménnyel üzemelni a radiátorunk. Ha leágazásom van a radiátorok felé, ezért egy 6 körös osztó-gyűjtőt kellett választanom. Watts 6 körös osztó-gyűjtője tökéletesen ellátja ezt a feladatot (8. ábra) [15]. A be- és lecsatlakozó csőméretek nagyobbak, mint a rácsatlakozó csőátmérők, így szűkítőket kell alkalmazni. A belépőnél az 1" kell leszűkíteni 3/4" átmérőre és a leágazásoknál a 3/4" kell 3/8" átmérőre. Ezeket egyszerű menetes szűkítő elemekkel könnyedén megoldható.

Radiátorok: A tüzelő berendezéssel megtermelt hő leadói. Gyakran találkozunk ezekkel a hőleadókkal. Azért esett erre a választásom egy padlófűtéssel szemben, mert a kandalló által előállított meleg víz könnyen ki tudja szolgálni a radiátorfűtéshez szükséges magas hőfokot. És a telepítés után is könnyen hozzáférhető marad ha esetleges átépítést tervezünk az ingatlanon. A Vogel&Noot kompakt radiátorai közül választottam, egyoldali csatlakozással (9. ábra). És egy törülköző szárítót szintén ugyanettől a gyártótól. Acélból

készültek így jól le tudják adni a hőt a szoba fűtésének céljából. És légtelenítő szeleppel ellátni a rendszert. Ha levegő kerül a fűtésrendszerünkben, azt a radiátorunk azonnal elárulja, mert azt vesszük észre, hogy a radiátorunk furcsa csobogó hangot ad ki. Radiátorok listája a 5. számú mellékletben.



9.ábra-Vogel&Noot kompakt radiátora [14]

Mágneses iszapfogó:

A szerelés és működés során a rendszerben kerülő szennyeződések kárt okozhatnak a berendezésekben. Ezt mindenképpen el akarjuk kerülni, hogy a rendszer élettartalmát megnöveljük. A mágneses iszapleválasztó képes a rendszerben keringő vizet megtisztítani ezektől a szennyeződésektől. Működése azon alapszik, hogy a csövekbe került szennyeződések többsége mágnesezhető, így ki tudja szűrni ezeket. Pontosabban amikor a víz beér a leválasztóba a sebessége lecsökken és a ház kialakítása miatt a szennyeződés részecskék összetapadnak és az iszapkamrában gyűlnek össze, ami tisztítható. Ezért a visszatérő ágba Flamco Clean Smart iszapleválasztót kell beszerezni [4].

Keverőszelep:

Ez egy olyan 3 ágú szelep, ami egy hidegvíz, egy meleg víz bemenettel és a kettő keverékének kimenetét jelenti. Ezt szabályozásra használjuk, amit többféle módon láthatjuk. A keverőszelepnél a kijövő víz hőmérsékletét szabályozzuk, olyan arányban keveri össze a meleg és hideg vizet, hogy a meghatározott vízhőmérséklet jöjjön ki kimenő ágon. Ez azért fontos, hogy a visszatérőágban lehűlt víz a kandallóba ne közvetlenül lépjen be. A visszatérő túlzottan kihűlt víz kátrányosodását okozhatja a kandallónak, ami az évek során tönkreteszi a tűzteret. A füst a beérkező hidegvíz miatt lecsapódik kátrány formájában

a tűztérben, ez egy savas kémhatású szennyeződés, ami szétmarja a tűztér vermikulit tégláit (vagy egyes típusoknál samott tégláit). A megbízható Flamco gyártótól választottam itt is, Flamcomix keverőszelepe, ami egy termosztatikus szelep. A szelepen lévő forgatható beállító fejjel beállíthatjuk a kilépő víz hőmérsékletét (9. ábra) [4].



9. ábra-Flamcomix [4]

Y-szűrő: A mágneses iszapfogó csak a mágnesezhető szennyeződésektől tudja a rendszert megtisztítani. Minden más szennyeződés kiszűréséhez egy Y-szűrőt alkalmazok. Ez kiszűri a rendszerből például a vízkövet, a nem mágnesezhető vas-oxidokat, alumíniumoxidokat és rézoxidokat. Ezek a szennyeződések is le tudnak rakódni a rendszerben, ami nem csak teljesítményromlást, de akár nagyobb balesteket is okozhat.

Légtelenítő:

A fűtésrendszerbe kerülő vagy keletkező légbuborékok rontják a hőleadók hatásfokát, és a szivattyút is tönkreteszhetik. Ennek elkerülése végett a rendszer legmagasabb pontján elhelyeztem egy légtelenítőt is, ami a légbuborékokat leválasztja. Nem meglepő módon ide is Flamco terméket választottam, Flexvent légtelenítőt (10. ábra) [4].



10.ábra- Flexvent légtelenítő [4]

A fűtési rendszer kialakítása:

Először a kandalló és a puffer-tartály optimális elhelyezését határozom meg. A kandalló helyén nem kellett sokat gondolkodnom. A kandallókat általában a nappalokban szokták elhelyezni. Ott tartózkodnak a lakók az otthon töltött idejük többségében és általában a legnagyobb helyiség az épületben. Egy dekoratív típus a nappali ékévé válhat, ami vendégek érkezésekor tökéletes beszédtema is lehet. A kandalló azt a helyiséget is fűti, ahol el van helyezve, így az amerikai konyha helyiségbe nem került radiátor elhelyezve.

A többi helyiségben radiátorok működnek 85°C előremenő és 30°C visszatérő vízhőmérsékleten. A radiátorfűtés magasabb vízhőmérsékletet igényel, mint egy padlófűtés vagy az egyre népszerűbb fan-coil. Ezért nem lehet csak hőszivattyús rendszerről radiátoros fűtést üzemeltetni. De kiegészítő fűtásként együtt tudna dolgozni a puffer-tartállyal.

A telepítés után fontos a beszabályozás elvégzése. A rendszer légtelenítése a radiátoroknál elhelyezett légtelenítő szelep mellett a tetőtérben elhelyezett automatalégtelenítőn is elvégezhető a rendszer tökéletes működése miatt. A radiátorokhoz tartó csöveket a padló szerelőbeton rétegében kialakított járataiban kerültek elvezetésre. A kandalló biztonságos üzemeléséhez elengedhetetlen az éves kémény vizsgálat a fűtési szezon kezdete előtt. Már a kémény telepítésekor be kell vizsgáltatni a katasztrófavédelemmel, és csak a megfelelő rendszereket engedik működtetni.

4.4 Telepítésköltség:

12.táblázat-A fűtésrendszer elemeinek költsége

Egység	Ár
Wamsler K158	854 333 Ft
Immergas UBA 1000 V2	383 322 Ft
Grundfos UPS 15-60 130	52 405 Ft
Leier LSK 7m-18cm kémény	376 326 Ft
Flamco Contra-Flex 100 l	99 083 Ft
Watts 6 körös osztó-gyűjtő	54 620 Ft
Flamco Clean Smart ¾"	28 990 Ft
Flamco Prescor	16 439 Ft
Flamcomix keverőszelep ¾"	39 056 Ft
Flamco Flexvent	5 827 Ft
Rautitan stabil 5 rétegű cső 16,2x2,6 200 m	2 400 Ft
Összes	1 912 801 Ft

13.táblázat-A fűtésrendszer radiátorainak költsége (5. számú melléklet alapján) [14]

Radiátor	Ár
Vogel & Noot 20 300-1800	61 384 Ft
Vogel & Noot 30 900-600	90 639 Ft
Vogel & Noot 30 900-520 (2db)	79 933 Ft
Vogel & Noot 10 500-400	7 580 Ft
Vogel & Noot 30 600-400	24 365 Ft
DELLA 700x900	41 506 Ft
Összes	385 046 Ft

A teljes anyagköltség 2 297 847 Ft amihez jön még a munkadíj. Ha a tulaj szeretné, ezeken a költségeken még lehet alakítani. A legnagyobb költség mindig a kazán a fűtésrendszereknél. De itt a márkát is meg kell fizetni, a piacon található olcsóbb ehhez hasonló teljesítményű kandallók, például a szintén magyar gyártású PRITY W17 vízteres kandallóval, ami csak 450 000 Ft ezzel csökkentve a költségeket [7]. Egy kondenzációs gázkazán rendszer anyagköltsége megközelítőleg 1 800 000 Ft, ami csak a lakáson belüli

részt tartalmazza, a gázórát és a gázhálózatra való rácsatlakozás költségeit még nem tartalmazza [8]. A radiátorok költségétől eltekintünk, mert hőleadókra mindkét rendszernél szükségünk van, sőt a kandalló miatt a fatüzelésnél ezek száma kevesebb. Tehát egy gázüzemű rendszer nem kerül kevesebbe, mint egy fatüzeléses rendszer és az üzemeltetése sem.

A puffer-tartály elhelyezése

Mivel a puffer-tartály elhelyezése egy külső fűtetlen épületbe kerül. Ez hőveszteséget okoz, mind a csöveknél, mind a tartálynál. A tartály még külön körbeszigeteljük 20 cm Rockwool airrock xd közetgyapottal. A tartállynak van egy 135 W hőtárolási vesztesége.

A tartály méretei 1010 mm átmérő és 2053 mm magas. Erre kerül rá a 20cm szigetelés.

A befoglaló méretei 1050 mm átmérő és 2093 mm magas

A tartály külső felülete

$$A = (d \cdot \pi) \cdot m + 2 \cdot R^2 \cdot \pi = (1,05 \cdot \pi) \cdot 2,093 + 2 \cdot 0,525^2 \cdot \pi = 8,64 \text{ m}^2$$

A tartály átmérőjének kerülete szorozva a magasságával+ a tartály teteje és alja.

A tartály acélból készült amin gyárilag került egy 8 cm szigetelés.

Így a tartály rétegrendje: acélfa $\delta=5 \text{ mm}, \lambda=50 \text{ W/mK}$

gyári szigetelés $\delta=80 \text{ mm}, \lambda=0,06 \text{ W/mK}$

Rockwool airrock xd $\delta=200 \text{ mm}, \lambda=0,037 \text{ W/mK}$

A hőszállítási tényezőt $\alpha=24 \text{ W/m}^2\text{K}$ -re veszem fel. A tartályban lévő víz 85°C -os és az épület egy fűtetlen helyiség, így 1°C kell felvennem.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \frac{\delta_{ac}}{\lambda_{ac}} + \frac{\delta_{gy}}{\lambda_{gy}} + \frac{\delta_{szig}}{\lambda_{szig}}} = \left[\frac{W}{m^2K} \right]$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{24} + \frac{0,005}{50} + \frac{0,08}{0,06} + \frac{0,2}{0,037}} = 0,14748 \left[\frac{W}{m^2K} \right]$$

Átadott hőmennyiség 1 nap leforgása alatt:

$$Q = 3,6 \cdot A \cdot U \cdot \tau \cdot \Delta t = [kJ]$$

$$Q = 3,6 \cdot 8,64 \cdot 0,14748 \cdot 24 \cdot (85 - 1) = 9247,83 [kJ]$$

$$Q = 3,6 \cdot 8,64 \cdot 0,14748 \cdot 1 \cdot (85 - 1) = 385,326 \text{ kJ veszteség 1 óra alatt}$$

Ami azt jelenti 1 óra alatt 0,107 kW veszteség van csak a tartálynál.

A csövek az épületen belül futnak és a csövek is rendelkeznek hőszigeteléssel így itt nem léphet fel számottevő hőveszteség.

Így a telje fűtés szezon alatti veszteség:

$$Q_{\text{évv}} = 181 \cdot 24 \cdot 0,107 = 464,808 \text{ kW}$$

Ahhoz, hogy ezt a veszteséget csökkentsük megoldás lehet, ha az épületben alakítunk ki helyet a tartálynak. Ha a tulajjal egyeztetünk és lemond a Kamráról és azt kinevezni egy gépészeti helyiségnek. Vagy anyagköltség árán növelni a tartályra kerülő plusz szigetelés vastagságát.

4.5 Faszükséglet

A teljesen kihűlt tartály felfűtése

$$W_{10} = \frac{m \cdot c_w \cdot \Delta t}{3600} = [kW]$$

ahol: m tartályban lévő vízmennyiség [kg]
 c_w a víz fajhője, [kJ/kgK]
 Δt hőfoklépcső

10°C kezdő vízhőmérsékletnél ez:

$$W_{10} = \frac{1000 \cdot 4,18 \cdot (85 - 10)}{3600} = 87,08[kW] = 313\,500[kJ]$$

A rendszer állandósult állapotában az ehhez szükséges idő:

$$T_{10} = \frac{W_{10}}{P} = [h]$$

ahol: W₁₀ a már kiszámolt energiaszükséglet [kW]
 P a kandalló vízőldali teljesítménye [kW]

$$T_{10} = \frac{87,08}{14} = 6,22 [h]$$

Miután a rendszer eléri a 14 kW teljesítményt 5 óra és 24 perc alatt felmelegíti a tartályt a kívánt 85°C hőmérsékletre.

Mennyi fa kell ehhez: fa fűtőértéke 15120 kJ/kg

$$m_{tüzifa} = \frac{313\,500}{15\,120} = 20,73 kg$$

De ezt csak a legelején kell, utána hőntartásra kell csak energia

$$W_{30} = \frac{1000 \cdot 4,18 \cdot (85 - 30)}{3600} = 63,86[kW] = 229900[kJ]$$

$$T_{30} = \frac{63,86}{14} = 4,56 [h]$$

Mennyi fa kell ehhez: fa fűtőértéke 15120 kJ/kg

$$m_{tüzifa} = \frac{229\,900}{15\,120} = 15,2 kg$$

Ezen is látszik, hogy ezt a rendszertípust nem szabad hagyni teljesen kihűlni.

Ezt a mennyiséget a fa leégése után akár a tartályba szerelt elektromos fűtőszállakkal is fedezhetjük.

Napi 51,13 kg tűzifa a teljes fűtési szezonra, egyszer a teljesen kihűlt tartály és kétszer a hőtartás famennyisége

Frissen kivágott fa fűtőértéke: 8280 kJ/kg és a nedvességtartama 50% körüli.

10°C víz 85°C-ra való felfűtéséhez szükséges famennyiség:

$$m_{\text{tűzifa}} = \frac{313\,500}{8\,280} = 37,86 \text{ kg}$$

30°C víz 85°C-ra való felfűtéséhez szükséges famennyiség:

$$m_{\text{tűzifa}} = \frac{229\,900}{8\,280} = 27,77 \text{ kg}$$

Napi 93,4 kg tűzifa a teljes fűtési szezonra, egyszer a teljesen kihűlt tartály és kétszer a hőtartás famennyisége

30% nedvességtartamú fa fűtőértéke: 12 240 kJ/kg és a nedvességtartama 50% körüli.

10°C víz 85°C-ra való felfűtéséhez szükséges famennyiség:

$$m_{\text{tűzifa}} = \frac{313\,500}{12\,240} = 25,6 \text{ kg}$$

30°C víz 85°C-ra való felfűtéséhez szükséges famennyiség:

$$m_{\text{tűzifa}} = \frac{229\,900}{12\,240} = 18,78 \text{ kg}$$

Napi 63,16 kg tűzifa a teljes fűtési szezonra, egyszer a teljesen kihűlt tartály és kétszer a hőtartás famennyisége (10. ábra).

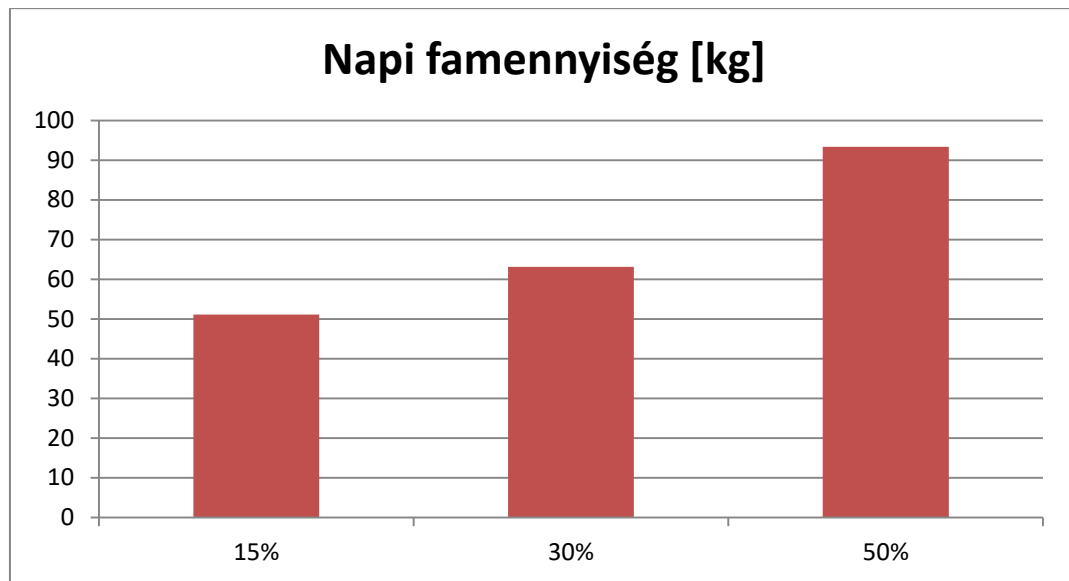
Becsles egy fűtésszezon fa szükségletére: ha a fűtésidényben minden nap egyszer befűtenek és akkor a faszükséglet:

A fűtési szezon október 15-től április 15-ig, ez 181 nap.

9 255 kg fa, ami 8,4 erdei köbméter szárazfa mennyiséggel egyenértékű.

16 806 kg fa, ami 15,3 erdei köbméter frissen vágott fa mennyiséggel egyenértékű.

11 432 kg fa, ami 10,4 erdei köbméter 30 % nedvességtartamú mennyiségével egyenértékű.



10.ábra-A napi famennyiség nedvességtartalom alapján

5.Összefoglalás:

A dolgozat elején elmagyaráztam a fa elégetésének mechanikáját, annak hőtani vonatkoztatásában. Mi is ég el, milyen formában egy fahasáb elégetésekor és milyen veszteségek vannak az égés során. Miként tudja a kandalló az égéshőt átadni, fa mint tüzelőanyag mennyi energiát is tartalmaz.

Utána a fatüzelés Magyarországi helyzetét vizsgáltam meg több nézőpontból, gazdasági, káros anyag kibocsátási és pénzügyi viszonylatban is. Bemutattam a fatüzelésű berendezések típusait a téma megértéséhez.

Céлом egy családi ház fatüzeléses fűtésrendszerének megtervezése volt. Egy puffer-tartályra kötött fatüzeléses kandallóval. Először meghatároztam az épület hőveszteségét az egyetemen tanultak és a DanWatt szoftver alapján. Kiválasztottam a fűtésrendszer elemeit-berendezéseit, ezekhez tartozó számításokat elvégeztem. Kiszámítottam a telepítés anyagköltségeit és összehasonlítottam egy gázüzemű rendszer kiépítésének költségeivel. A puffer-tartály elhelyezése okozta veszteség kiszámítása és javaslatot tettem annak kiküszöbölésére. Becslés az éves famennyiségre, annak nedvességtartalmát is figyelembe véve. Mellékletként a terveket és szoftveres számításokat is csatolom.

6. Summary

In the beginning of my thesis work I explained the mechanics of wood burning, in terms of thermodynamics. How can the stove transfer the heat and how much energy contain the firewood. After that, I examined the situation of stoveheating in Hungary from several points of view, in terms of economics, emissions of harmful substances and finances.

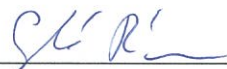
My goal was to design a stove heating system for a family house with a woodburning stove what is connected to a buffer tank. First I calculated the building's heat loss based on what I learned at University and the DanWatt software. I selected the elements and equipments of the heating system and I performed the corresponding calculations. After I calculated the material costs of the installation and compared them with a gas-heating system. Calculation of the heat loss, what caused by the placement of the buffer tank and I made a proposal to eliminate it. Estimation of the annual amount of wood, taking its moisture content into account. I attached the plans and software calculations as an appendix.

NYILATKOZAT

Alulírott Galó Rózsa, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, gödöllői Szent István Campus, Általános gépészmérnöki szak nappali tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy a Szakdolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 4 hó 13 nap


Hallgató

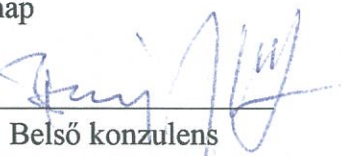
NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Szakdolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 4 hó 13 nap


Belső konzulens

8. Irodalomjegyzék

- [1] dr Barótfi István (2016): Épületgépészet, Szent István Egyetem egyetemi jegyzet, Gödöllő, 16 old 209-225
- [2] dr Beke János (2000): Műszaki hőtan mérnököknek, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 319, 5 old 331-336, 2 old 338-340
- [3] Kószó József (1986): Kandallók, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 14 old 29-43
- [4] Flamco termékkatalógus (2023), (letöltve:2023.01.04.)
- [5] Wamsler weboldal K158 termék (letöltve:2023.01.03.)
<https://www.wamsler.hu/termek/13266/K158>
- [6] Chiovini György (2012): Kérdőjelek a fatüzelés körül III. VGF szaklap 13. évf 2012/6, 15-16
- [7] Prity Fireplaces and Stoves (2023), Webshop (letöltve:2023.01.03.)
<https://pritykandallo.hu/vizteres-kandallo/Prity-W17>
- [8] KondenzációsKazánkiépítés(2023), Fűtésekszerűsítés árak (letöltve:2023.01.05.)
<https://www.kondenzacioskazankiepités.hu/kondenzacios-kazan-kiepités-arak.html>
- [9] MSZ 04-140-3 hőszükségletszámítás
- [10] Leier Kémény (2023), Katalógus és webshop (letöltve:2023.01.04.)
<https://kemenyshop.leier.hu/>
- [11] Heizerschwaben (2023), Belső részecskeleválasztó terméklap, (letöltve:2023.02.07.)
<https://www.heizerschwaben.de/oeko-tube-inside-partikelabscheider-130-200-mm.html>
- [12] Netkazan Webshop (2023), Immergas UBA 1000 V2 Hőcserélő nélküli puffertartály
<https://netkazan.hu/termek/7213/immergas-uba-1000-puffertartaly-1000-literes-hocserelo-nelkuli-szigetelessel>
- [13] Grundfos termékkatalógus (2023), (letöltve:2023.01.04.)
<https://www.grundfos.com/hu>
- [14] Vogel&Noot termékkatalógus (2023), (letöltve:2023.01.04.)
https://www.vogelundnoot.com/static_files/hu/media/downloads/VN%20TD%20HU%202021_II_low.pdf
- [15] Bolko Energy, Épületgépész kivitelezők és karbantartók webáruháza (letöltve:2023.01.04.)
<https://www.watts.hu/watts-6-koros-futesi-oszto-gyujto-hkv2013a-50-1-0-4-va-520>

- [16] Elbert, Hans-Peter (1997): Fatüzelés, Cser Kiadó, Budapest, 10 old. 46-56
- [17] Humm, Othmar (2000): Alacsony energiájú épületek, Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 173
- [18] dr Barótfi István (1988): Fűtéstechnika, Szent István Egyetem egyetemi jegyzet, Gödöllő, 10 old. 129-139
- [19] Baumann Mihály (2017): Fűtési puffertárolók méretezése és üzemvitele, (letöltve:2023.01.5.)

<https://docplayer.hu/105083583-Az-egestermek-elvezetes-meretezese-es-fogasai.html>

- [20] dr Barótfi István (2016): Épületgépészeti példatár, Szent István Egyetem egyetemi jegyzet, Gödöllő, 3 old 190-193
- [21] Kádár Attila (2006): A pellet tüzeléstechnikája, VGF szaklap 7. évf 2006/6, 18-20
- [22] FDSZ (2022), Kompresszorállomás, (letöltve:2022.07.24.)

<https://fgsz.hu/a-foldgazrol/a-foldgazszallitasrol/kompresszorallomas.html>

- [23] MVM (2022), Árak, díjszabások, (letöltve:2022.07.24.)

<https://www.mvmnext.hu/foldgaz/Egyetemes-Szolgalatas/Ugyintezes/Arak-dijszabasok/Aktualis-arak>

- [24] Ipolyerdő (2022), Tüzifaárak, (letöltve:2022.07.24.) <https://www.ipolyerdo.hu/tuzifa>

- [25] MVM (2022), 2022 éves átlagfogyasztás, (letöltve:2022.07.24.)

<https://www.mvmnext.hu/foldgaz/Egyetemes-Szolgalatas/Ugyintezes/Energiatakarekossag/atlagfogyasztas>

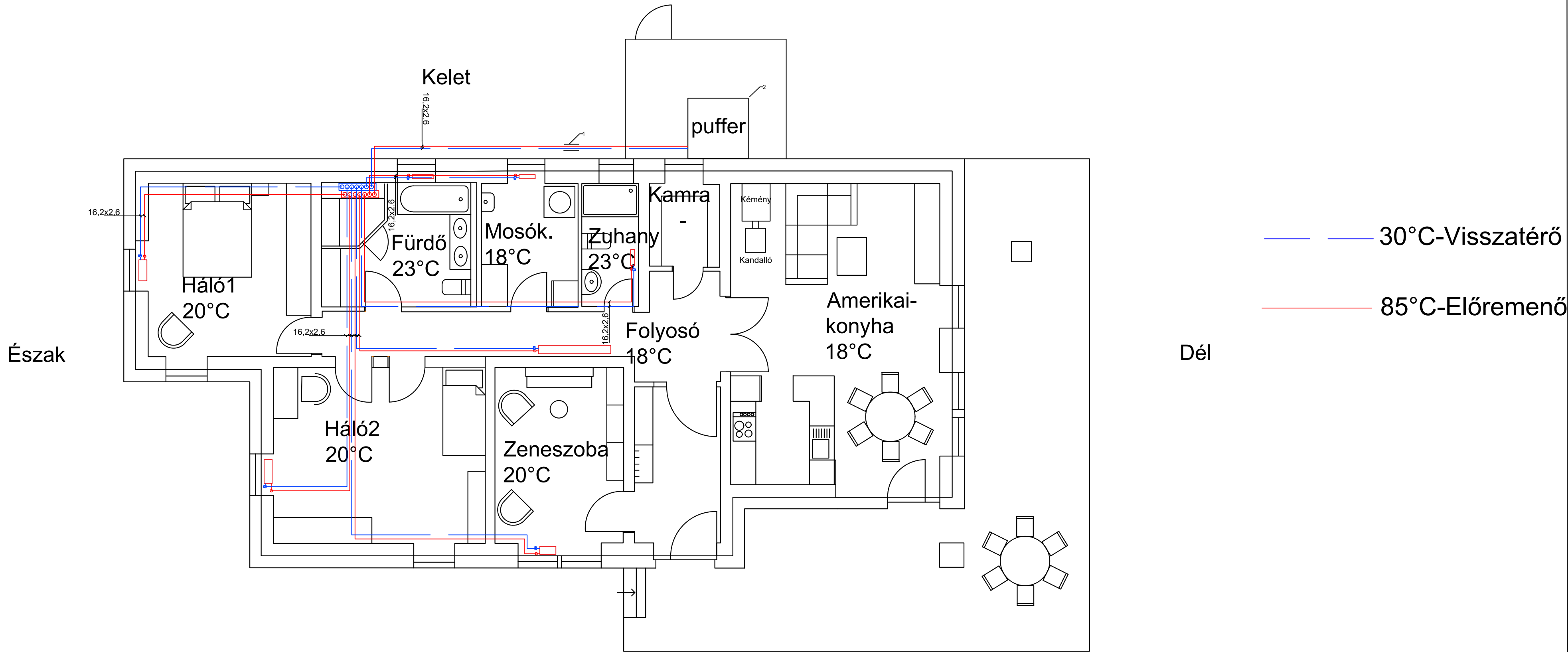
- [26] 20/2014. (III. 7.) BM

- [27] Szmolka Gábor Fatüzelés: legfontosabb tudnivalók a fa fűtési rendszerekről

(2023.02.24) <https://fakupac.hu/fatuzeles-legfontosabb-tudnivalok/>

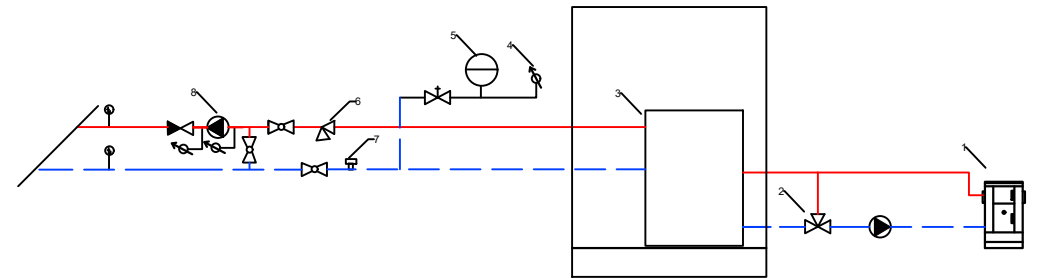
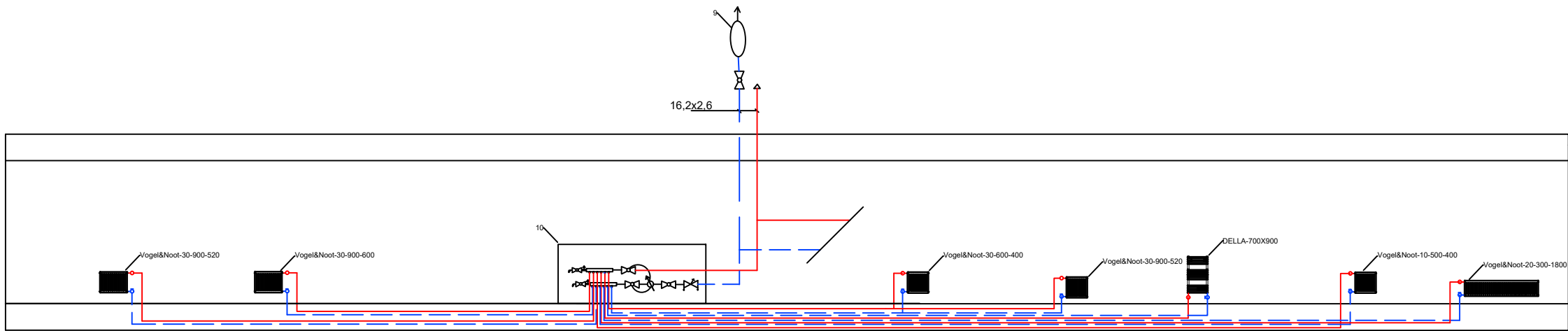
9. Mellékletek

1. számú melléklet: Az épület fűtésrendszerének alaprajzi terve
2. számú melléklet: Az épület fűtésrendszerének függcső terve
3. számú melléklet: DanWatt szerkezetek
4. számú melléklet: DanWatt helyiségek hővesztesége
5. számú melléklet: DanWatt radiátorok
6. számú melléklet: DanWatt hálózati ágrajz előremenő
7. számú melléklet: DanWatt hálózati ágrajz visszatérő
8. számú melléklet: DanWatt hálózati rendszer



1-Rockwool800_csőszigetelés
2-Puffer-tartály_helyisége

Végzőleadás		23.01.29
Módosítás		Dátum
Építmény	Építmény helye Fiktívépület	HRSZ
Terv fajta:	Építtető	
Építész: GalóRózsa		
Terv megnevezése	Kiviteliterv	
	Méretarány 1:150	Rajz szám G-F1
	Dátum 23.01.29	Tervlap:



- 1-WamslerK158Tűzhelykandalló
- 2-Flamcomix_keverőszelep
- 3-Immergas_UBA_1000l_V2_Hőcserélő_nélküli_puffertartály+szigetelés
- 4-Flamco_Prescor_biztonsági_szelep
- 5-Flamco_Contra-Flex_100liters
- 6-Y-szűrő
- 7-Flamco_CleanSmaert_mágnesesiszapleválasztó
- 8-Grundfos_UPS_15-60_130_szivattyú
- 9-Flamco_Flexvent_légtelenítő
- 10-Watts_6körös_osztó-gyűjtő

— 30°C-Visszatérő

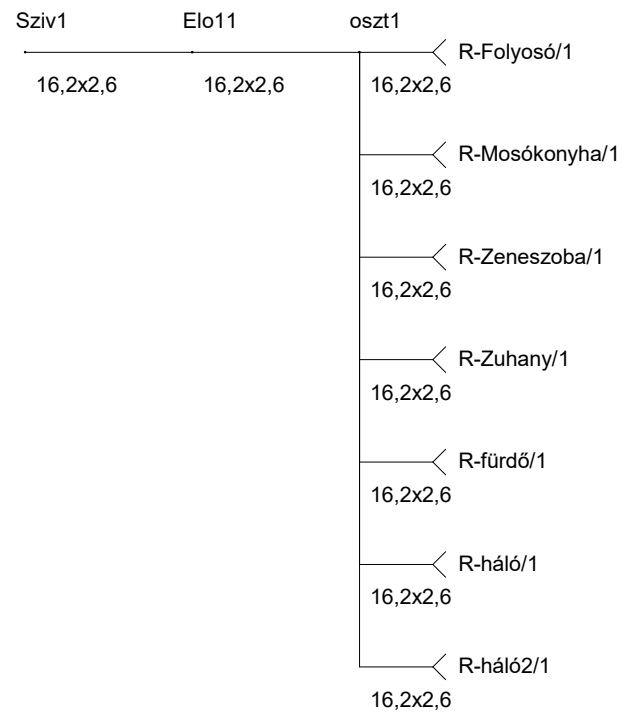
— 85°C-Előremenő

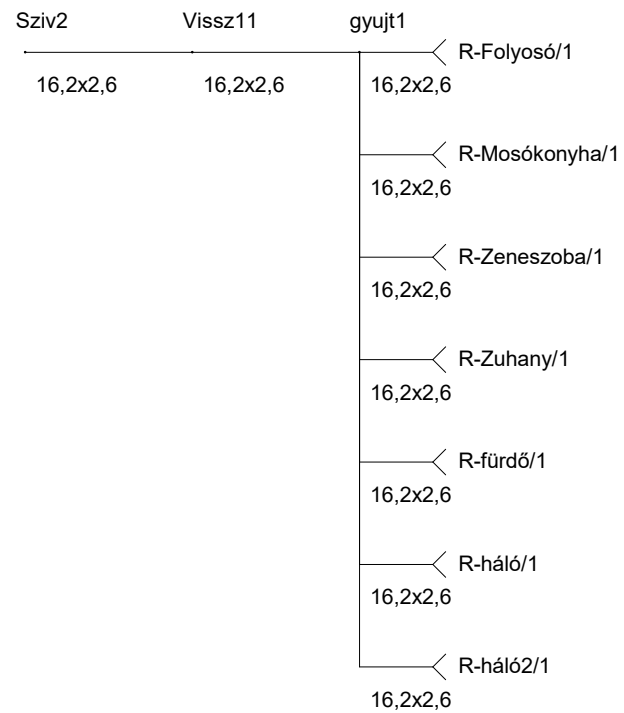
Végsőleadás		23.01.29	
Módosítás		Dátum	
Építmény	Építmény helye Fiktívépület		HRSZ
Terv fajta:	Építettő		
Építész: GalóRózsa			
Terv megnevezése		Kiviteliterv	
		Méretarány 1:150	Rajz szám G-F1
		Dátum 23.01.29	Tervlap:

Szerkezet megnevezés	típus	U [W/m²K]	U _r [W/m²K]	Ψ [W/mK]
Épületanyagok - ablak1	ablak (külső, fa vagy PVC)	1,20	-	-
Épületanyagok - ablak2	ablak (külső, fa vagy PVC)	1,20	-	-
Épületanyagok - ablak3	ablak (külső, fa vagy PVC)	1,20	-	-
Épületanyagok - bejáratiajtó	ajtó (külső)	2,00	-	-
Épületanyagok - födém	padlásfödém	0,16	0,14	-
Épületanyagok - homlokzatifal	külső fal	0,10	0,10	-
Épületanyagok - koszorú	külső fal	0,10	0,09	-
Épületanyagok - lábazatifal	lábazati fal	0,13	0,13	-
Épületanyagok - szig_a_redőnynél	külső fal	0,16	0,16	-
Épületanyagok - talajonfekvőpadló	padló (talajra fektetett)	-	0,10	0,48

Megnevezés	Csoport neve	Helyiség funkciója	Épület neve	A [m ²]	V [m ³]	h [m]	t _t [°C]	Q _t [W]	Q _r [W]
családiház\földszintcsaládiház\földszint\		Nappali	földszint	41	110,7	2,70	20	2230	0
családiház\földszintcsaládiház\földszint\		Előszoba	földszint	8,8	23,76	2,70	3	371	0
családiház\földszintcsaládiház\földszint\		Folyosó	földszint	14,1	38,07	2,70	18	596	469
családiház\földszintcsaládiház\földszint\		fürdőszoba	földszint	11,5	31,05	2,70	23	447	172
családiház\földszintcsaládiház\földszint\		Hálószoza	földszint	20,2	54,54	2,70	20	604	411
családiház\földszintcsaládiház\földszint\		Hálószoza	földszint	22,5	60,75	2,70	20	601	411
családiház\földszintcsaládiház\földszint\		Mosókonyha	földszint	7,2	19,44	2,70	18	110	121
családiház\földszintcsaládiház\földszint\		Dolgozószoba	földszint	13,5	36,45	2,70	20	298	299
családiház\földszintcsaládiház\földszint\		Fürdőszoba	földszint	4,3	11,61	2,70	23	386	123

Helyiségnév	Jele	Radiátor típusjel	Q [W]	t _e [°C]	t _v [°C]	m [kg/h]	Cső	d _a [mm]
családi ház \ földszint - Folyosó	1	Vogel & Noot 20 300-1800	603	85	30	9,4	RAUTITAN stabil ötrétegű cső 16,2x2,6	16,2x2,6
családi ház \ földszint - fürdő	1	Vogel & Noot 30 900-520	436	85	30	6,8	RAUTITAN stabil ötrétegű cső 16,2x2,6	16,2x2,6
családi ház \ földszint - háló	1	Vogel & Noot 30 900-520	534	85	30	8,4	RAUTITAN stabil ötrétegű cső 16,2x2,6	16,2x2,6
családi ház \ földszint - háló	2	Vogel & Noot 30 900-600	616	85	30	9,6	RAUTITAN stabil ötrétegű cső 16,2x2,6	16,2x2,6
családi ház \ földszint - Mosó	1	Vogel & Noot 10 500-400	121	85	30	1,9	RAUTITAN stabil ötrétegű cső 16,2x2,6	16,2x2,6
családi ház \ földszint - Zeneszoba	1	Vogel & Noot 30 600-400	299	85	30	4,7	RAUTITAN stabil ötrétegű cső 16,2x2,6	16,2x2,6
családi ház \ földszint - Zuhany	1	DELLA 700x900	258	85	30	4,0	RAUTITAN stabil ötrétegű cső 16,2x2,6	16,2x2,6
Radiátorok felülete:		5.7 m ²						
Radiátorok víztartalma:		42.5 l						





Szakasz/fogyasztó jele	Kapcsolódási pontok	t_e/t_v [°C]	Cső	Cső típusa	d [mm]	v [m/s]
R-Folyosó/1	oszt1—gyujt1	85,0/30,0	RAUTITAN stabil ötrétegű c:RAUTITAN s16,2x2,1			0,02
R-Mosókonyha/1	oszt1—gyujt1	85,0/30,0	RAUTITAN stabil ötrétegű c:RAUTITAN s16,2x2,1			0,01
R-Zeneszoba/1	oszt1—gyujt1	85,0/30,0	RAUTITAN stabil ötrétegű c:RAUTITAN s16,2x2,1			0,01
R-Zuhany/1	oszt1—gyujt1	85,0/30,0	RAUTITAN stabil ötrétegű c:RAUTITAN s16,2x2,1			0,01
R-fürdő/1	oszt1—gyujt1	85,0/30,0	RAUTITAN stabil ötrétegű c:RAUTITAN s16,2x2,1			0,01
R-háló/1	oszt1—gyujt1	85,0/30,0	RAUTITAN stabil ötrétegű c:RAUTITAN s16,2x2,1			0,02
R-háló2/1	oszt1—gyujt1	85,0/30,0	RAUTITAN stabil ötrétegű c:RAUTITAN s16,2x2,1			0,02

Közeg típusa: normál víz

Előremenő közeghőmérséklet:	85.0 °C	Visszatérő közeghőmérséklet:	30.0 °C
Összes teljesítmény:	2,006 kW	Összes tömegáram:	31,42 kg/h
Rendszer ellenállás:	10029 kPa		

Tágulási tartály:

Számított víztartalom:	41.6 l	Kiegészítő víztartalom:	1000.0 l
Összes víztartalom:	1041.6 l		
Hőmérséklet tartomány:	100/0 °C	Biztonsági tényező:	1.10
Tágulási együttható:	4.65 %	Tágult víztartalom:	48.4 l
Előfeltöltés mértéke:	10 %	Számított tartály térfogat:	53.8 l