

ZÁRÓVIZSGA TÉMAKÖRÖK ÉS TÉTELEK A FŰTÉSTECHNIKA TÁRGYHOZ

(frissítve 2019. tavaszi félév anyaga szerint)

A záróvizsga az Épületenergetika tárgy súlyponti részeit tartalmazza. A záróvizsgán a kérdéssorból egy vagy több kérdés összevonva feltehető. A kérdések más formában is megfogalmazhatók.

ÉPÜLETENERGETIKA RÉSZ

A. Transzmisszió, hőhíd

1. Jellemző hőtranszport folyamatok épületekben (vezetés, átadás, sugárzás) példákkal.
2. Hővezetési tényező, hőáram, hőátadási tényező, hővezetési ellenállás, rétegrendi hőátbocsátási tényező, definíció, jel, mértékegység.
3. Hőáram, hővezetési ellenállás, rétegrendi hőátbocsátási tényező, definíció, jel, mértékegység.
4. Hőfokeloszlás többrétegű síkfalban. Fagyhatár szerepe. Ábra alapján rétegek típusának meghatározása. Rétegsorrend szerepe.
5. Hőátadási tényezők értéke függőleges külső határolás esetén.
6. Légrétegek hőellenállása mitől függ és hogyan.
7. Hőtranszport folyamatok a többrétegű hőszigetelt üvegezésben.
8. Konvektív hőátvitel két üvegréteg között a töltőgáz anyaga és a résszélesség függvényében (diagram).
9. Hőhidak csoportosítási lehetőségei.
10. Hőhíd csomóponti ábrák értelmezése. Izotermák és hőáram görbék fogalma.
11. Hőhídveszteségek számítása, lineáris és pontszerű hőátbocsátási tényező fogalma, jele, mértékegysége, meghatározás módjai. A vonatkoztatási felület jelentősége.
12. Átlagos hőátbocsátási tényező képlete, teljes transzmissziós veszteség képlete.
13. Sajátléptékben mért hőmérséklet fogalma és jelentősége.
14. Elemen belüli és csatlakozási hőhidak fogalma. Hőátbocsátási tényező elemi követelményértékei mit tartalmaznak? Adjon néhány követelmény példát (U érték számok).
15. A dübelkeresztmetszet, -anyag és a pontszerű hőátbocsátási tényező közötti függvénykapcsolat (diagram jellegre helyesen számok nélkül).
16. A külső és a belső oldalon elhelyezett hőszigetelések összehasonlítása energetikai, a hőtároló képesség, állagvédelmi és a szerkezetek várható élettartama szempontjából.
17. Talaj irányú hőáramok számítása (csomóponti ábrán lerajzolni a hőáramokat és az izotermákat jellegre helyesen), mitől függ a veszteség?
18. Háromdimenziós hőáram példák felsorolása.
19. Penészképződés lehetséges okai.

B. Meteorológia, hőegyensúly, hőfokhíd

20. Instacioner hőegyensúly egyenlete, a tagok magyarázatával.
21. Az instacioner számítások jelentősége: adjon gyakorlati példákat, ahol a stacioner számítás helyett célszerű instacioner számítást alkalmazni.
22. A nagy hőtároló képesség előnyei és hátrányai.

23. A szakaszos fűtés energetikai hatása könnyű és nehéz épületek esetén. Diagramban ábrázolja a megtakarítást.
24. Az aktív hőtároló tömeg fogalma és meghatározásának módja (10 cm-es és hőellenállásos szabály). Melyik módszer a pontosabb? Térjen ki a különböző számítási esetekre (külső fal, belső fal, stb.)
25. Egy helyiség aktív hőtároló tömege (képlet is).
26. A hasznosítási fok fogalma és jelentősége a sugárzási nyereségek számításánál. Ideális és valós eset közti különbség (diagram is).
27. Csillapítás és késleltetés fogalma és jelentősége.
28. A felület-térfogat arány hogyan befolyásolja az épület energiamérlegét?
29. Hogyan függ össze a szükséges szigetelésvastagság és az A/V arány?
30. Hogyan függ össze az épületek geometriai és funkcionális kialakítása és a fűtési, hűtési energiafelhasználás?
31. Milyen tényezőket kell mérlegelni a szellőzési térfogatáramok meghatározása során?
32. Mi a filtráció? Mik az okai, jellemző kialakulási helyei?
33. A szellőzési veszteségek súlya az épületek energiamérlegében (diagram is).
34. Természetes és gépi szellőzési célszerű stratégiái télen és nyáron.
35. Szellőzési térfogatáram és veszteségtényező számítása.
36. Légcsereszám fogalma, meghatározási lehetőségei.
37. Blower door mérés célja, elve, jellemző mérőszáma.

C. Hősugárzás

38. Egy sémán mutassa be egy kétrétegű üvegezésben lejátszódó hőtranszport folyamatokat (napsugárzás nélkül)!
39. Konvektív hőátvitel két üvegréteg között a töltőgáz anyaga és a résszélesség függvényében (diagram)
40. Sugárzásos hőcserét befolyásoló tényezők két test között.
41. Wien törvénye és jelentősége az üvegházhatás folyamatában.
42. Napsugárzás spektruma és az egyes jellemző sugárzási tartományok bemutatása kitérve az energiahozamok arányára.
43. Napsugárzás és földi testek spektruma és az üveg áteresztőképessége egy diagramban.
44. Opaque és transzparens szerkezet sugárzásos energiamérlege.
45. Kirchoff törvény és a szelektivitás fogalma (diagram). Alkalmazási példák.
46. Lapostetők sugárzásos leadása és ennek következményei.
47. Üvegezések áteresztő képességének spektrális függése. Vas-oxid tartalom hatása az áteresztési tényezőre.
48. Az össz-sugárzás átbocsátási és fényáteresztési tényező fogalma. Milyen hőtranszport folyamatokat vesznek figyelembe. Milyen értéket vehet fel a g? Hogy mérik a g-t? Értékek jellegzetes esetekre.
49. A beesési szög hatása az áteresztőképességre. (ábra)
50. Sugárzási nyereségek, terhelés, energia számításának különböző esetei, képletek és a tagok magyarázata.
51. Árnyékolási tényező fogalma, figyelembe vétele a nyereségek számításánál, értékei jellegzetes esetekre.
52. Külső és belső árnyékolók összehasonlítása.

53. Árnyékoló és árnyékvető fogalma. Hogyan vesszük figyelembe hatásukat energetikai számítások esetén?
54. Árnyékvetők működése télen és nyáron déli és keleti tájolás esetén.
55. Speciális üvegezések és működésük.
56. Low-e bevonat hatása, helye, szerepe télen és nyáron.
57. Az üvegházhatás jelensége (ábra) és a meghatározó fizikai törvényszerűségek ismertetése.
58. Az üvegházhatás szemléltetése egy napkollektor példáján.
59. A napsugárzás intenzitás napi lefutása júniusban, decemberben, márciusban különböző tájolásokra (diagram).

D. Forma, légcseré, tömeg

60. Instacioner hőegyensúly egyenlete, a tagok magyarázatával.
61. Az instacioner számítások jelentősége: adjon gyakorlati példákat, ahol a stacioner számítás helyett célszerű instacioner számítást alkalmazni.
62. A nagy hőtároló képesség előnyei és hátrányai.
63. A szakaszos fűtés energetikai hatása könnyű és nehéz épületek esetén. Diagramban ábrázolja a megtakarítást.
64. Az aktív hőtároló tömeg fogalma és meghatározásának módja (10 cm-es és hőellenállásos szabály). Melyik módszer a pontosabb? Térjen ki a különböző számítási esetekre (külső fal, belső fal, stb.)
65. Egy helyiség aktív hőtároló tömege (képlet is).
66. A hasznosítási fok fogalma és jelentősége a sugárzási nyereségek számításánál. Ideális és valós eset közti különbség (diagram is).
67. Csillapítás és késleltetés fogalma és jelentősége.
68. A felület-térfogat arány hogyan befolyásolja az épület energiamérlegét?
69. Hogyan függ össze a szükséges szigetelésvastagság és az A/V arány?
70. Hogyan függ össze az épületek geometriai és funkcionális kialakítása és a fűtési, hűtési energiafelhasználás?
71. Milyen tényezőket kell mérlegelni a szellőzési térfogatáramok meghatározása során?
72. Mi a filtráció? Mik az okai, jellemző kialakulási helyei?
73. A szellőzési veszteségek súlya az épületek energiamérlegében (diagram is).
74. Természetes és gépi szellőzési célszerű stratégiái télen és nyáron.
75. Szellőzési térfogatáram és veszteségtényező számítása.
76. Légcsereszám fogalma, meghatározási lehetőségei.
77. Blower door mérés célja, elve, jellemző mérőszáma.

E. Hőtermelők hatásfoka

78. Kondenzációs technika lényege, hatásfokra gyakorolt hatása
79. Pillanatnyi kazánhatásfok, készenléti veszteség szerepe
80. Éves kazánhatásfok és teljesítménytényező fogalma, meghatározása szabványos átlaghatásfok módszerrel, alkalmazott egyszerűsítések (képlet és diagram)
81. Különböző típusú kazánok hatásfoka a részterhelés függvényében, a modulációs határ szerepe (diagram)
82. Túlméretezés hatása a szezonális hatásfokra (diagram is)
83. Több kazán együttes alkalmazásának hatásfokra gyakorolt hatása (diagram is)
84. Hőszivattyúk működési elve

85. Hőszivattyúk pillanatnyi és szezonális hatékonysági mutatói
86. A hőszivattyúk teljesítménytényezőjét befolyásoló tényezők (diagramok is), leolvasztás szerepe
87. Bivalens üzemmódok és jelentőségük a hatásfokok alakulásában
88. Az ErP irányelv szerint hogyan számolunk szezonális hatásfokot gázkazánokra (diagram és képlet) és hőszivattyúkra?
89. Mi alapján történik a gázkazánok és hőszivattyúk energia osztályba való sorolása?

F. Gazdaságosság

90. Gazdaságossági mutatók számítása számpéldákban (ld. Gyakorlat)
91. Gazdaságossági számításoknál szükséges érzékenységi vizsgálat paraméterei
92. Diszkontráta, reálkamatláb fogalma, képlete
93. Életciklus költségelemzés célja, horizontja (miket veszünk figyelembe), képlete, számítási időszak.
94. Miket kell figyelembe venni a következők meghatározásánál (minden tétel önálló kérdés lehet):
 - a. Kezdeti beruházási költségek
 - b. Energiaköltségek
 - c. Működtetési és karbantartási költségek
 - d. Csereköltségek (élettartam)
 - e. Maradványérték
 - f. Ártalmatlanítás
95. Költségoptimum görbe értelmezése

G. Energiahatékony épületburok, passzív szolár technológiák

96. Hőszigetelő anyagok típusai, jellemzőik
97. Hőhídmentes erkélykialakítás lehetőségei
98. Hőszigetelő és hővédő (hőterhelés elleni védelem) üvegezések
99. Abszorpciós és reflexív üveg hőmérlege, alkalmazásuk
100. Speciális üvegezések, fóliák
101. Ablakok energiamérlegét befolyásoló megoldások (távtartók, kamrák, keretprofilok, beépítés)
102. Árnyékolók és árnyékvetők közti különbség, számításuk miben tér el?
103. Külső és belső árnyékolók összevetése
104. Déli és keleti ablakok és az árnyékvetők kialakítás közti összefüggés
105. Tömegfal / trombe fal / fázisváltó fal transzparens szigetelés működési esetei (ábrák is), teljesítményüket befolyásoló tényezők
106. Transzparens szigetelés energiamérlege (diagram)

A felkészüléshez szükséges előadás anyagok itt találhatóak:

<https://epget.bme.hu/subjects.php?lepes=2&tid=145>

Fűtéstechnika

Épületgépészeti rendszerek/Fűtéstechnika anyagrész

2019 tavaszi félév anyaga alapján

bold betűtípussal kiemelve a hangsúlyos részek

Hőérzeti alapfogalmak

- az emberi test és a környezet közötti hőcsere
- a hőérzetet befolyásoló paraméterek
- Clo, Met értelmezése
- a sugárzási hőátadási tényező értelmezése
- eredő hőmérséklet meghatározása
- a szubjektív hőérzeti skála (ASHRAE);
- PMV, PPD értelmezése
- PMV-PPD kapcsolata
- lokális diszkomfort tényezők

Fűtéstechnikai alapfogalmak, fűtési rendszerek csoportosítása

- egyedi és központi fűtés, távhőellátás
- fűtési célra felhasznált energiaforrások értékelése
- a hazai épületgépészeti gyakorlatban különböző időszakokban alkalmazott hőforrások; az ebben bekövetkezett trendek és változások; ezek oka
- fűtési rendszerek hőhordozó közegei
- hőleadási módok; jellemző hőfokszintek
- az épületgépészeti gyakorlatban alkalmazott hőleadók hőleadási módjai

Hőleadók

függőleges hőmérséklet-eloszlás különböző fűtési módok esetén

hőérzeti és energetikai szempontból optimális hőmérséklet-eloszlás

- **radiátorok**
- **a radiátorok beépítésének hatása a hőleadásra**
- **a radiátorok szerelvényei: termosztatikus és visszatérő szelep; a szelepek feladatai**
- **a radiator hőtehetetlenségének szerepe; a korszerű fűtési rendszerekben alkalmazandó radiátorok kialakítási és beépítési jellemzői**
- **radiátorok hőleadásának számítása; radiátor-összefüggés**
- **felületfűtések**
- felületfűtések fektetési szempontjai
- a felületi hőmérséklet eloszlása különböző fektetési módoknál;
- **előremenő hőmérséklet-menetrend radiátoros és felületfűtésekhez**

Hőcserélők

- hőcserélők csoportosítása funkció és konstrukció szerint
- **hőcserélők hatásossága, Bosnjakovic tényező**
- **a hőmérsékletváltozás menete különböző hőcserélőkben**
- **az épületgépészeti gyakorlatban alkalmazott jellegzetes hőcserélők**
- **hőcserélők leíró összefüggései**

Hőtermelők

- **Hőtermelők csoportosítása**
- kis- és nagyvízterű kazánok; atmoszférikus és túlnyomásos égők; nyílt és zárt égésterű kazánok
- kazánégők kialakítása
- gőzkazán kialakítása és működése
- gázkazán kialakítása
- falikazán funkciói és felépítése
- kondenzációs kazán működése
- hagyományos és kondenzációs kazán hatásfoka a terhelés függvényében
- **kondenzációs kazán családi ház hőellátására**
- szilárdtüzelésű kazán
- családi házban alkalmazott szilárdtüzelésű kazán és puffertároló kapcsolása
- pelletkazán, faelgázosító kazán
- **hőszivattyú kialakítása, a körfolyamat a T-s diagramban**
- **megfordítható körfolyamatú hőszivattyú**
- **hőszivattyú hatákonysága; jellemző mutatószámok**
- **hőszivattyú gazdaságossága; alkalmazási korlátok**
- **hőszivattyú + kiegészítő fűtés; hybrid kazán**
- **megfordítható körfolyamatú levegős hőszivattyú családi ház fűtésére és hűtésére**

Családi ház fűtési rendszerének kialakítása

Kazánházak és hőközpontok kapcsolásai

- **hidraulikai alapkapcsolások**
 - **kapcsolásuk**
 - **szabályozás**
 - **alkalmazás**
- **állandó és változó tömegáramú rendszerek**
- **osztók állandó és változó nyomáskülönbséggel**
- **hidraulikai leválasztó**
- **HMV tároló és puffer**
- többféle hőforrással üzemelő rendszerek; napkollektor, szilárd tüzelésű kazán, gázkazán, hőszivattyú közös rendszerbe való integrálása
- folyadékhűtő rendszer kapcsolása

Fűtési rendszerek méretezési feladatai

- **fűtési rendszerek tervezésének alapadatai**
- optimalizációs feladatok
- gazdaságos csőátmérő meghatározása
- **gazdaságos fajlagos nyomásvesztés**

Fűtési elosztóhálózatok kialakítása

- **egcsöves átfolyós, egycsöves átkötőszakaszos, kétsöves**
- also- és felsőelosztású
- nyílt és zárt rendszerek
- **szabályozási függvény/menetrend**

Fűtési rendszerek hidraulikai viszonyai

- **nyomástartás**
- **nyílt és zárt tágulási tartály**
- a rendszer teljes biztosítása nyílt tágulási tartállyal
- zárt tágulási tartály kialakítása
- **állandó és változó nyomású rendszerek**
- **nyomott és szívott rendszerek**
- zárt tágulási tartály méretezése
- **fűtési rendszerek hidraulikai méretezésének feladatai**
- **a nyomásveszteség számítása**
- **csőszűrlődési tényező; $lgRe-\lambda$ diagram; jellemző tartományok**
- **jellemző Re számok fűtési rendszerekben; jellemző csőérdességek**
- **a csőszűrlődési tényező meghatározására alkalmazandó összefüggés**
- méretezési nomogramok
- alaki ellenállástényezők; szerelvények ellenállása
- **szabályozó szelepek ellenállása**
- **fűtési rendszerekben jelentkező gravitációs hatások**
- **nyomásdiagram**

Fűtési rendszerek szabályozása

- **menyiségi és minőségi szabályozás**
- **változó tömegáramú fűtési rendszerek szabályozási feladatai**
- **előremenő hőmérséklet szabályozása**
- **szabályozási függvény/menetrend**
- **hőleadók viselkedése a tömegáram változtatásakor**
- **szivattyúk szabályozási módjai**
- **szelepkarakterisztika; lineáris és egyenszázalékos szelep**
- **a szelepautoritás értelmezése; szükséges értéke**
- **radiátor hőleadásának termosztatikus szelepes szabályozása**
 - a szabályozáselméleti fogalmak értelmezése a termosztatikus szelepes szabályozásra
 - termosztatikus szelep felépítése
 - termosztatikus szelep arányossági sávja
 - a szabályozási kör viselkedése különböző körerősítések esetén

optimális arányossági sáv; az arányossági sáv beállítása