



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építőmérnöki kar

TDK DOLGOZAT

Hővisszaverő bevonatok laboratóriumi vizsgálata

Készítette:

Ádám Liliána

Konzulensek:

Dr. Nemes Rita

Nagy Balázs

Budapest, 2015.11.02.

Előszó

Építészmérnökként látom, hogy napjainkban az épületenergetika, illetve a környezettudatos építészet egyre fontosabb szerepet kap. Az energiahatékonyság elsöre igen megfoghatatlan fogalomnak tűnik, azonban az én érdeklődésemet felkeltette, hogy hogyan is lehet ezt mérni, számokkal igazolni, illetve, hogy mennyi különböző tényezőtől is függ ez a fogalom.

Az alapötletet napjaink egyik legújabb épületszerkezeti innovációja, a nanokerámiás hőszigetelés adta. Először ezen anyagok területén kezdtem el kutatni, egy itthoni cég üzemébe is ellátogattam, ahol a technológiával részletesebben is megismerkedhettem. Ezen látogatás alkalmával tudtam meg azt is, hogy ezek a „csoda” tulajdonságokkal bíró anyagok valójában a hővisszaverő képességüknek köszönhetően segítik az épületszerkezetek hőterhelésének csökkentését.

Ezután kutatásom témája a sugárzásvisszaverő festékekkel valós kísérletezés felé fordult, a kísérletek során ezen anyagok viselkedését szerettem volna közelebbről tanulmányozni. Részletes szakirodalmi kutatás, illetve több kísérleti próbálkozás vezetett a végleges eredmények megszületéséhez.

A kutatás során a már eddig ismert anyagok tanulmányozása, illetve a kapott eredmények nyomán új lehetőségek keresése volt az elsődleges célkitűzés.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	8
1.1. Általános kontextus	8
1.2. Iránymutatások	9
1.3. Célkitűzések	11
2. Szakirodalmi áttekintés	12
2.1. Nemzetközi minősítések	12
2.2. Solar Reflectance Index (SRI)	14
2.3. Cool Roof minősítés	15
2.4. Városi hősziget jelenség	16
2.5. Sugárzásvisszaverő bevonatok	17
2.5.1. A hőszugárzás alapjai	17
2.5.2. A bevonatok tulajdonságai	20
3. Reflektív bevonatok megalkotása	23
3.1. Alapanyagok	23
3.1.1. Festék	23
3.1.2. Vakolat	23
3.2. Adalékanyagok	23
3.2.1. Titán-dioxid	23
3.2.2. Cink-oxid	24
3.3. Arányok	25
3.4. Keverési folyamat és tapasztalatok	25
3.5. A keverékek pontos összetétele	26
3.5.1. Festékek	26
3.5.2. Vakolatok	27
3.5.3. Referenciaként vizsgált anyagok	28
4. Laboratóriumi vizsgálatok	30
4.1. A mérések előkészítése	30
4.2. A mérés eszközei	31
4.2.1. Testo 885-2 hőkamera	31
4.2.2. Testo 635-1 Hőmérséklet- és páratartalom mérő	31
4.2.3. Testo 905-T2 - Felületi hőmérsékletmérő (K-típusú)	32
4.2.4. Testo U-érték érzékelő szonda	32
4.2.5. Testo Páratartalom/hőmérséklet érzékelő fej	32
4.2.6. EDTM SP2065 Solar Transmission & Power Meter - sugármérő	33

4.3.A mérési elrendezés	33
4.4. A mérés körülményei	34
4.5. A mérés menete	34
4.5.1. A mérési alkalmak	34
4.5.2. Közvetlen előkészületek	35
4.5.3. A mérés lefolyása	36
4.6. A mérés kiértékelése	36
4.6.1. Gyári termékek	37
4.6.2. Festékek.....	40
4.6.3. Vakolatok.....	45
5. Eredmények.....	48
5.1. A festékeken tapasztalt eredmények.....	48
5.2. A vakolatokon tapasztalt eredmények.....	51
6. Összefoglalás	53
Köszönetnyilvánítás.....	55
Irodalomjegyzék	56

1. ábra: 7/2006 TNM rendelet 5. és 6. sz. mellékletében szereplő költségoptimalizált, illetve közel 0 követelményszinthez tartozó rétegtervi hőátbocsátási tényezők megengedett értékei	9
2. ábra: Fajlagos hőveszteségtényező értékek az épülethatároló szerkezetek felület-térfogat arányának függvényében	10
3. ábra: Energetikai minősítési osztályok	10
4. ábra: LEED, BREEAM, DGNB minősítő rendszerek követelményeinek százalékos összetétele.....	13
5. ábra: A LEED minősítés hősziget hatás csökkentő követelményei.....	14
6. ábra: A hősziget hatás jelenléte eltérő beépítettségű területeken	16
7. ábra: Test sugárzási jellemzői adott hullámhosszra és adott irányra, a teljes féltérből érkező sugárzásra és a felületi energiasűrűsége vonatkoztatva	18
8. ábra: A teljes féltérbe kibocsátott sugárzás erősséget (intenzitást) a hőmérséklet és hullámhossz függvényében.....	19
9. ábra: A napsugárzás spektrális eloszlása a hullámhossz függvényében	21
10. ábra: A titán-dioxid és a cink-oxid reflexiós képessége a hullámhossz függvényében különböző részecskeméreteken esetén.....	22
11. ábra: Titán-dioxid molekuláris szerkezete.....	23
12. ábra: Cink-oxid molekuláris szerkezete	24
13. ábra: Különböző festékekkel festett gipszkarton táblák	30
14. ábra: Testo 88-2 hőkamera	31
15. ábra: Testo 635-1 Hőmérséklet- és páratartalom mérő	31
16. ábra: Testo 905-T2 Felületi hőmérsékletmérő.....	32
17. ábra: Testo U-érték érzékelő szonda.....	32
18. ábra: Testo páratartalom/hőmérséklet érzékelő fej.....	32
19. ábra: EDTM SP2065 Solar Transmission & Power Meter sugárzásmérő.....	33
20. ábra: A mérési elrendezés	33
21. ábra: A mérés előkészítése: Testo K típusú felületi hőmérsékletmérő rögzítése a tábla alsó oldalához	35
22. ábra: A mérési elrendezés mérés közben	36
23. ábra: Vakolatlan gipszkarton tábla mért adatai	37
24. ábra: Beltéri diszperziós festékekkel bevont tábla mért adatai.....	37
25. ábra: A SUNSHIELD nanokerámiás festékekkel bevont tábla mért adatai.....	38
26. ábra: A THERMO-S nanokerámiás festékekkel bevont tábla mért adatai	38
27. ábra: Hőkamerás felvételek. Bal felső sarokból sorban: Festetlen gipszkarton, DÜFA Perfekt beltéri diszperziós festék, THERMO-S nanokerámiás festék, SUNSHIELD nanokerámiás festék.....	39
28. ábra: Festetlen gipszkarton tábla mért adatai	40
29. ábra: Diszperziós festékekkel bevont tábla mért adatai.....	40
30. ábra: 50% titán-dioxid tartalmú festék mért adatai.....	41
31. ábra: 25% titán-dioxid tartalmú festékekkel bevont tábla mért adatai.....	41
32. ábra: 50% cink-oxidot tartalmazó festékekkel bevont tábla mért adatai.....	42
33. ábra: 25% titán-dioxid tartalmú festékekkel bevont tábla mért adatai.....	42
34. ábra: 25% titán dioxid és 25% cink-oxid tartalmú festékekkel bevont tábla mért adatai	43
35. ábra: Nanokerámiás festékekkel bevont tábla mért adatai.....	43
36. ábra: Hőkamerás felvételek. Bal felülről sorban: DÜFA Perfekt beltéri diszperziós festék, THERMO-S nanokerámiás festék, 50% TiO ₂ tartalmú festék, 25% TiO ₂ tartalmú festék, 50% ZnO tartalmú festék, 25% ZnO tartalmú festék, 25% TiO ₂ és 25% ZnO tartalmú festék.....	44
37. ábra: Vakolatmentes gipszkarton tábla mért adatai.....	45
38. ábra: Pigment nélküli vakolattal bevont gipszkarton tábla mért adatai.....	45
39. ábra: 25 % titán-dioxid tartalmú bevonat mért adatai	46

40. ábra: 15% titán-dioxid tartalmú bevonat mért adatai	46
41. Vizsgált vakolatok hőképe sorrendben: gipszkarton, pigment nélküli vakolat, 25%-os, illetve 15%-os titán-dioxid tartalmú vakolat.....	47
42. ábra: A bevonat nélküli gipszkarton tábla felületi hőmérséklete (piros) a vizsgált festékekhez képest (szürke)	48
43. ábra: Nanokerámias festék felületi hőmérséklete (piros) a többi vizsgált festék felületi hőmérsékletéhez képest (szürke) az idő függvényében	49
44. ábra: A titán-dioxidot és cink-oxidot 25 %-ban tartalmazó (sötét színnel) és 50%-ban tartalmazó (világos színnel) festékek felületi hőmérsékletei az idő függvényében	49
45. ábra: Különböző festékekkel bevont táblák felületi hőmérséklete	50
46. ábra: A bevonat nélküli gipszkarton tábla felületi hőmérséklete (piros) a különböző vakolatokkal bevont táblákhoz képest	51
47. ábra: A titán-dioxidot tartalmazó vakolatokkal bevont tábla felületi hőmérséklete (piros) a pigment nélküli vakolat felületi hőmérsékletéhez (szürke) képest.....	52
48. ábra: A 25% titán-dioxidot tartalmazó vakolat felületi hőmérséklete (piros) a többi vizsgált felülethez képest képest	52

Kivonat

Napjainkban az építészetben egyre fontosabb szerepet kap a fenntarthatóság, illetve az energiahatékonyság. Ezt mi sem igazolja jobban, mint a nemzetközi környezettudatos minősítések folyamatosan növekvő száma (pl. LEED, BREEAM, DGNB). Ha az épületek fenntarthatóságáról, vagyis ún. zöld épületekről beszélünk, akkor az egyik legfontosabb tényező a hő elleni védelem, melyre egyre több különböző megoldást találunk az utóbbi időben. Hazai és nemzetközi cégek sora fejleszt újabb és újabb anyagokat folyamatosan.

Dolgozatom a hővisszaverő bevonatok témakörében készült, melyek alkalmazása a nyári hővédelem biztosításának egy új, innovatív módszere. Alkalmazásuk széles körben történhet, közülük az egyik legelterjedtebb a homlokzatokat, illetve tetőket védő reflexiós bevonat (pl. Cool Roof). Előnyt jelent a hagyományos hőszigetelésekkel szemben, hogy vastagságuk csupán néhány milliméter, így az épületek szerkezetvastagságát jelentősen csökkenthetik, miközben sugárzásviszaverő képességüknek köszönhetően a városi hősziget jelenséget (Urban Heat Island Effect) is képesek kedvezően befolyásolni.

A kutatás folyamán beltéri festékhez, illetve kültéri vakolathoz - szakirodalmi kutatás alapján - titán-dioxid és cink-oxid adagolása történt, majd a bevonatok egységesen gipszkartonra lettek felhordva. A kísérletek során laboratóriumi körülmények között vizsgáltam az általam létrehozott keverékeket, illetve néhány hazai cég által fejlesztett bevonatot. Azonos – megközelítőleg a napsugárzás intenzitásával és spektrális felbontásával megegyező – sugárzás mellett felületi hőmérsékletmérést, illetve termovíziós vizsgálatot végeztem; mértem az eltérő rétegekkel bevont gipszkarton táblák átmelegedésének mértékét, illetve gyorsaságát.

A kutatás célja, hogy a hővisszaverő bevonatokban rejlő lehetőségeket feltárja, megvizsgálja azok működését a gyakorlatban, illetve alternatív megoldásokat nyújtson ilyen bevonatok készítésére. Ezenkívül összehasonlításra is lehetőséget ad, mind az adalékanyagok, mind pedig a keverési arányok tekintetében, mely a reflexiós bevonatok fejlesztését segítheti elő a továbbiakban.

Abstract

Nowadays sustainability and energy efficacy are getting more and more important in architecture. Nothing proves this better than the continuously raising number of international environmental assessments (e.g. LEED, BREEAM, DGNB). Talking about sustainability or so called green architecture, one of the most important factors is the protection against heat, for which we find more and more different solutions recently. Lots of Hungarian and international companies are developing new materials continuously.

My dissertation was made in the topic of reflective coatings what are an innovative method for granting summer heat protection. Their application can be various, but one of the most commonly used coatings are the ones for facades and roofs (Cool Roof). Their advantage against traditional thermal insulations is that they are only few millimeters thick, so their application can reduce structural thickness, while they might have a positive impact on the Urban Heat Island Effect due to their reflectivity.

During my research I added – based on the studied literature on the subject – titanium dioxide and zinc oxide to indoor paint and exterior plaster and later I covered gypsum boards with the mixtures. During the laboratory experiments I studied the self-created mixtures as well as coatings made by national enterprises. With equal radiation I performed temperature measurement and thermovision examination; I measured the intensity and rapidity of the warming of the boards covered by different materials.

The aim of my research is to explore the potential of these reflective coatings, examine their operation in practice and also to give alternative solutions for preparing such coatings. Nevertheless it offers a possibility for the comparison of these coverings regarding additives and ratios, so it may assist in developing the reflective coatings in the future.

1.Bevezetés

1.1. Általános kontextus

Az utóbbi évtizedekben a környezetvédelem egyre fontosabb szerepet foglal el az életünkben, a mindennapjainkban, aminek hatására mi is kénytelenek vagyunk megváltoztatni a gondolkodásunkat. A fenntarthatóság fogalma az építészetben is egyre fontosabb szerepet kap, a világ minden táján egyre több zöld épület születik. Ennek persze gazdasági okai is vannak, hiszen azon épületeknek, melyek tervezésénél energiahatékony rendszerek kerülnek beépítésre, a jövőbeni üzemeltetési költségük lényegesen lecsökken.

Az épületenergetikának számos összetevője van, melyet számításba kell vennünk egy épület tervezésénél. Ezek közül azonban – részben a globális felmelegedés hatására – az egyik leglényegesebb a hőtechnika. Természetesen a világ eltérő pontjain egészen más hatások egészen eltérő követelményeket szabnak meg, azonban a megfelelő hőtechnikai méretezés mindenhol meghatározó szerepű.

A hőtechnikán belül is két fontos jelenséget különböztetünk meg; a nyári időszakot, amikor a külső magas, és a téli időszakot, amikor a külső alacsony hőmérséklet ellen kell védekeznünk. A hagyományos hőszigetelések lényege, hogy a falat érő hőhatást csökkentik, akár alacsonyabb, akár magasabb külső hőmérséklettel szemben kell védeni a belső teret. Nem szabad elfelejteni azonban, hogy a két jelenség közül a nyári hőterhelés bizonyos területeken – ahol nyáron a külső hőmérséklet akár 40 °C is lehet heteken keresztül - sokkal veszélyesebb lehet a szerkezetekre nézve. Ekkor ugyanis az épület külső felületei – homlokzati falak, tetők – 50-70 °C-ra is felmelegedhetnek. Ez pedig azt jelenti, hogy a belső (20 °C) és a külső levegő között akár 50 °C körüli különbség is kialakulhat.

Éppen ezért szerkezeteink felületét sokszor külön meg kell védenünk, hogy ezt a felmelegedést megakadályozzuk. Ezt általában valamilyen bevonattal érhetjük el. Ezek a bevonatok jelentős sugárzásvisszaverő képességgel rendelkeznek, ezáltal csökkentik mind az épület, mind pedig mikrokozmoszának hőterhelését. Így amellet, hogy a szerkezetet védik, valamint a megfelelő belső mikroklimát segíthetik elő, urbanisztikai léptékben is fontos lehet a jelenlétük. Ezek a bevonatok az előzőekben elhangzottakból adódóan képesek csökkenteni a városi hősziget hatást is. A városi hősziget az a jelenség, hogy a városokban – a belvárosban fokozottan –

jelentősen, akár 2-3 °C-kal is melegebb lehet, mint vidéken, melynek hosszútávon súlyos következményei lehetnek, mint például a városi lakosok egészségkárosodása.

1.2. Iránymutatások

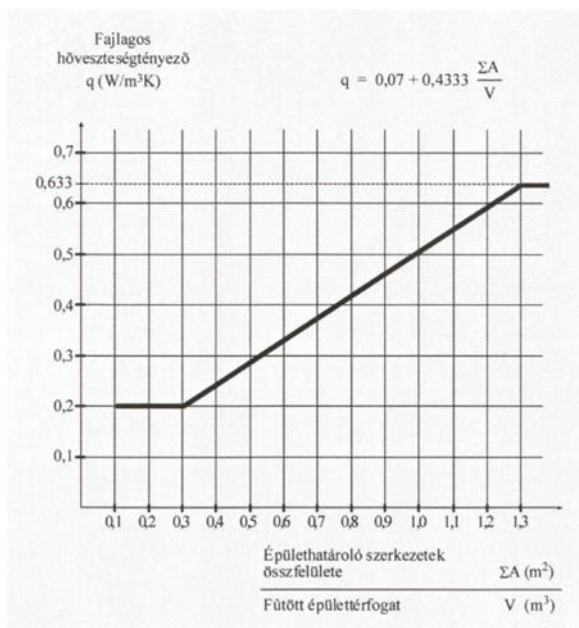
Az általános áttekintés után tekintsük meg az energetikai rendeleteket, illetve szabályozásokat, hogy lássuk pontosan milyen értékeknek is kell megfelelnie a szerkezeteinknek. Ha épületenergetikáról beszélünk, akkor mindig a szerkezetek U értéke, vagyis a hőátbocsátási tényező az első, amit megnézünk. A szerkezet hőátbocsátási tényezője, a szerkezetekkel érintkező közegek hőmérsékleteinek egységnyi különbsége mellett egységnyi idő alatt az egységnyi homlokfelületen áthaladó hőáram. Az alábbi táblázatban láthatjuk, hogy az egyes épületszerkezetekkel szemben mi a jogszabályi elvárás. Ezek közül a dolgozat szempontjából elsődlegesen a külső fal, a lapostető, és a tető határoló szerkezeteinek értékei lényegesek.

Épülethatároló szerkezetek		A hőátbocsátási tényező ¹⁾ követelményértéke U_m [W/m ² K]
1	Homlokzati fal ²⁾	0,24
2	Lapostető	0,17
4	Fűtött tetőteret határoló szerkezetek ³⁾	0,17
3	Padlás és búvótér alatti födém	0,17
5	Árkád és áthajtó feletti födém	0,17
6	Alsó zárófödém fűtetlen terek felett ⁴⁾	0,26
7	Üvegezés	1,00
8	Különleges üvegezés ⁵⁾	1,20
9	Fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett	1,15
10	Fém keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró ⁶⁾	1,40
11	Homlokzati üvegfal, függönyfal ⁸⁾	1,40
12	Üvegtető ⁸⁾	1,45
13	Tetőfelülvilágító, füstelvezető kupola ⁸⁾	1,70
14	Tetősík ablak ⁸⁾	1,25
15	Ipari és tűzgátló ajtó és kapu (fűtött tér határolására)	2,00
16	Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó	1,45
17	Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti kapu	1,80
18	Fűtött és fűtetlen terek közötti fal ⁴⁾	0,26
19	Szomszédos fűtött épületek és épületrészek közötti fal	1,50
20	Lábazati fal, talajjal érintkező fal a terepszinttől 1 m mélységig ⁶⁾	0,30
21	Talajon fekvő padló (új épületeknél) ⁷⁾	0,30
22	Hagyományos energiagyűjtő falak (pl. tömegfal, Trombe fal) ⁹⁾	1,00**

1. ábra: 7/2006 TNM rendelet 5. és 6. sz. mellékletében szereplő költségoptimalizált, illetve közel 0 követelményszinthez tartozó rétegtervi hőátbocsátási tényezők megengedett értékei

Épületenergetikai szempontból az épület másik fontos jellemzője a faljlagos hőveszteségtényező (q_m). A fajlagos hőveszteségtényező az egységnyi hőmérséklet-különbség hatására távozó hőáramot fejezi ki egységnyi fűtött térfogatra vonatkoztatva. Ez a tényező főként azért fontos, hogy az épület önmagában is garantáljon egy megfelelő energetikai minőséget. A számításban részt vevő komponensek csak az épülettől függenek, annak

funkciójától nem. Értéke függ az épület felület/térfogat arányától, illetve a beépített szerkezetek minőségétől.



2. ábra: Fajlagos hővesztéskoefficiens értékek az épülethatároló szerkezetek felület-térfogat arányának függvényében

Szintén fontos figyelembe venni az összesített energetikai jellemzőre vonatkozó követelményt, mely az épület rendeltetésétől és térfogatarányától függ. E jellemző az épület rendeltetészerű használatát biztosító gépészeti rendszerek egységnyi alapterületre vonatkozó, primer energiában kifejezett éves fogyasztása (kWh/m^2a).

A kiszámított összesített energetikai tényező követelményértékhez való viszonya alapján az épületeket energetikai minősítési osztályokba sorolhatjuk az alábbi táblázat alapján.

A+	<55%	Fokozottan energiatakarékos
A	56-75 %	Energiatakarékos
B	76-95 %	Követelménynél jobb
C	96-100 %	Követelménynek megfelelő
D	101-120 %	Követelményt megközelítő
E	121-150 %	Átlagosnál jobb
F	151-190 %	Átlagos
G	191-250 %	Átlagost megközelítő
H	251-340 %	Gyenge
I	341 % <	Rossz

3. ábra: Energetikai minősítési osztályok

1.3. Célkitűzések

A kutatás célja megvizsgálni a jelenleg a piacon forgalmazott termékeket, illetve alternatívákat nyújtani reflektív bevonatok készítésére. A kísérletek során többféle hazai termék vizsgáltam, majd a kapott eredményeket felhasználva – a tanulmányozott szakirodalom alapján – saját bevonatokat kevertem azzal a céllal, hogy megvizsgáljuk a korábbiakban mért eredményeket ezek mennyire teljesítik.

Az egyik cél az volt, hogy egy sokkal gazdaságosabban előállítható bevonattal ugyanolyan, sőt jobb értékeket tudjak mérni, mint az előzőekben bevizsgált piaci termékekkel. Az általam kevert bevonatok nemcsak relatíve olcsó, könnyen hozzáférhető anyagokból, de ráadásul gépesített technológia nélkül, kézzel keverve készültek. Mindezek által előállítási költsége messze alulmarad a hazai termékekéhez képest, mely azért fontos, mert ma a gazdaságosság az egyik legjelentősebb üzleti szempont.

A kísérletnek ezenfelül elsődleges célja az, hogy felvessen új lehetőségeket, melyek a jövőben akár a piaci termékek fejlesztéséhez is hozzájárulhatnak. A tudományos kutatás során olyan anyagokat adagoltam a keverékekbe, melyek önmagukban is sugárzásvisszaverő képességgel rendelkeznek, ezáltal a felhasználásukkal előállított bevonat reflexiós képességét is növelhetik. A bevonatokhoz az adalékanyagok keverése különböző mennyiségben történt, így arra is következtethetünk a kísérletekből, hogy milyen arány a legoptimálisabb az adott esetekben, mely szintén fontos kérdés lehet ezen bevonatok további fejlesztése során.

Mivel a kutatás célja ugyanannak a problémának minél több oldalról való megközelítése volt, ezért kül- és beltéri bevonatokat is készítettem. A beltéri festék és a kültéri vakolat az adagolási arányokban, illetve a mért értékek tekintetében is jelentős eltéréseket mutat. Ezek összehasonlításával közelítő képet kaphatunk arról, hogy melyik irányban milyen elvárásokkal érdemes továbbindulni a fejlesztés terén.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Nemzetközi minősítések

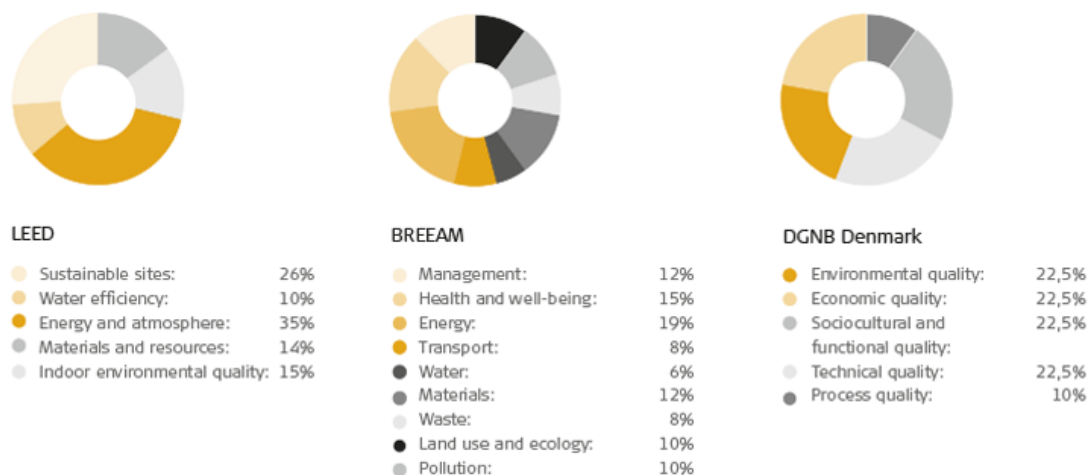
A környezettudatosság és a fenntarthatóság egyre fontosabbá válásával szükség lett valamiféle mérésre, kategorizálásra. Ennek okán születtek meg a különböző nemzetközi minősítések. Közülük elsőként az angol BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) jelent meg 1990-ben. Azonban nemzetközi elterjedése csak 2008-ban következett be, addig ugyanis az Egyesült Királyságon kívüli projektekre külön projekt-specifikus kritériumrendszert kellett kifejleszteni, aminek komoly anyagi és időbeli vonzata volt. Az európai nemzetközi alaprendszer (BREEAM International) az új építésű iroda-, kereskedelmi- és ipari épületek típusaira került kidolgozásra. Érdekesség, hogy a minősítésnél lehetőség van csupán az épületszerkezet minősítésére is, mely főként akkor jelent előnyt, ha a végső használat és annak igényei nem ismertek, mégis BREEAM minősítést szeretne a beruházásra az épületfejlesztő. A minősítésnek átment (Pass, 30%), jó (Good, 45%), nagyon jó (Very Good, 55%), kiváló (Excellent, 70%) és kiemelkedő (Outstanding, 85%) fokozatai vannak. A minősítés két - tervezési és megvalósulási - fázisban történik.

Nem sokkal később született meg a LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) minősítés. Az amerikai U.S. Green Building Councilt (USGBC) 1993-ban alapították. A zöld építés feltételrendszerének kidolgozása után 2000-ben jelent meg az első LEED Környezetbarát Épület Minősítő Rendszer. A LEED ma a legelismertebb rendszer az ingatlanpiaci ágazatban. A minősítés a világ minden országában helyi akkreditáció nélkül működik. Az összesen 110 pontos rendszerben négy minősítés szerezhető; minősített (Certified), ezüst (Silver); arany (Gold) és platina (Platinum). A rendszer öt fő fenntarthatósági kategóriát különböztet meg. Ezek a fenntartható területhasználat (Sustainable Sites), vízhasználat (Water Efficiency), energiafelhasználás és légkör (Energy & Atmosphere), nyers- és építőanyag használat (Materials & Resources), és a beltéri környezeti minőség (Indoor Environmental Quality).

Érdeemes ugyanígy megemlíteni a német DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) rendszert, a két világelső után ez a legnépszerűbb minősítés. 2009-ben fejlesztették ki új és már meglévő épületek minősítésére. A DGNB rendszer talán attól tér el a legmarkánsabban a két angol-szász rendszertől, hogy egyenlő súlyozással kezeli a környezetvédelmi, a gazdasági és a társadalmi fenntarthatósághoz kapcsolódó követelményeket. Szintén fontos szerepet kapnak az épület életciklusára vonatkozó kritériumok is. Az értékelés során 6 témát vesz figyelembe a

minősítés: Ökológiai minőség, Gazdaságossági minőség, Szocio-kulturális és funkcionális minőség, Technikai minőség, Folyamat minősége, Helyszín minősége.

Az alábbi diagramokon összehasonlítva láthatjuk a három legelterjedtebb rendszer minősítési feltételeinek összetételét:



4. ábra: LEED, BREEAM, DGNB minősítő rendszerek követelményeinek százalékos összetétele

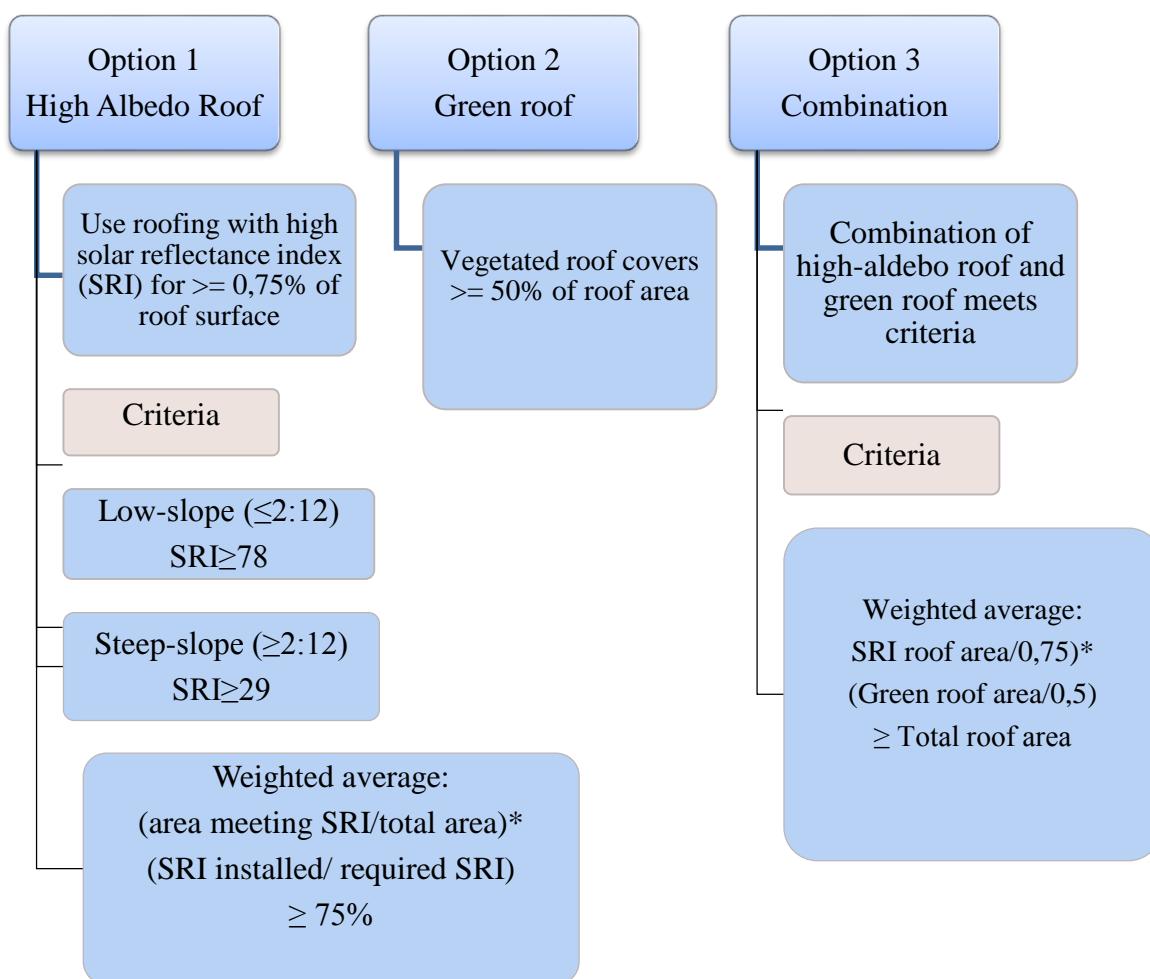
Ezeket a minősítő rendszereket általában két-három évenként aktualizálják, hogy az állandó fejlődésben lévő jogszabályi, technológiai és társadalmi követelményeknek és elvárásoknak megfeleljenek, illetve irányt mutató feladatuknak eleget tegyenek. Mivel az újonnan épülő létesítményeknél a minősítési folyamat során azt kell igazolni, hogy az adott épület megfelel a rendszer előírásainak, célszerű már a tervezési folyamat alatt szem előtt tartani az előírásokat, hiszen több olyan követelmény is van a minősítési rendszerekben, melyek a tervezés, illetve a kivitelezés folyamata során könnyen teljesíthetőek.

2.2. Solar Reflectance Index (SRI)

Az SRI, reflexiós index annak a mértéke, hogy a felület milyen mértékben képes visszaverni a Nap energiáját kis felmelegedésnél. Definíció szerint a standard fekete (reflexió 0,05, emisszió 0,90) a 0, a standard fehér (reflexió 0,80, emisszió 0,90) a 100. Így például a standard fekete hőmérsékletnövekedése 50 °C teljes napsütésben, a standard fehéré pedig 8.1 °C. Ha egy anyag maximális hőmérsékletemelkedése adott, akkor az SRI indexet a fekete és fehér értékek közötti interpolálással kapjuk.

A legnagyobb SRI indexszel rendelkező anyagok a legmegfelelőbbek a tetőre. Az SRI index számítási módszeréből adódóan a rendkívül meleg anyagoknak akár kis negatív értéke, míg rendkívül hideg anyagoknak akár 100 feletti értéke is lehet.

A LEED minősítési rendszerében a városi hősziget hatás (Heat Island Effect) csökkentése is minősítési szempont.



5. ábra: A LEED minősítés hősziget hatás csökkentő követelményei

A fenti diagram azt ábrázolja, hogy milyen szempontoknak kell megfelelnie a tetőknek a LEED minősítéshez. Látszik, hogy alapvetően két lehetséges módja van a tetők felületi hőmérsékletének csökkentésének.

Az egyik, hogy nagy SRI indexszel rendelkező tetőfelületet alakítunk ki, míg a másik, hogy zöldtetőt létesítünk.

2.3. Cool Roof minősítés

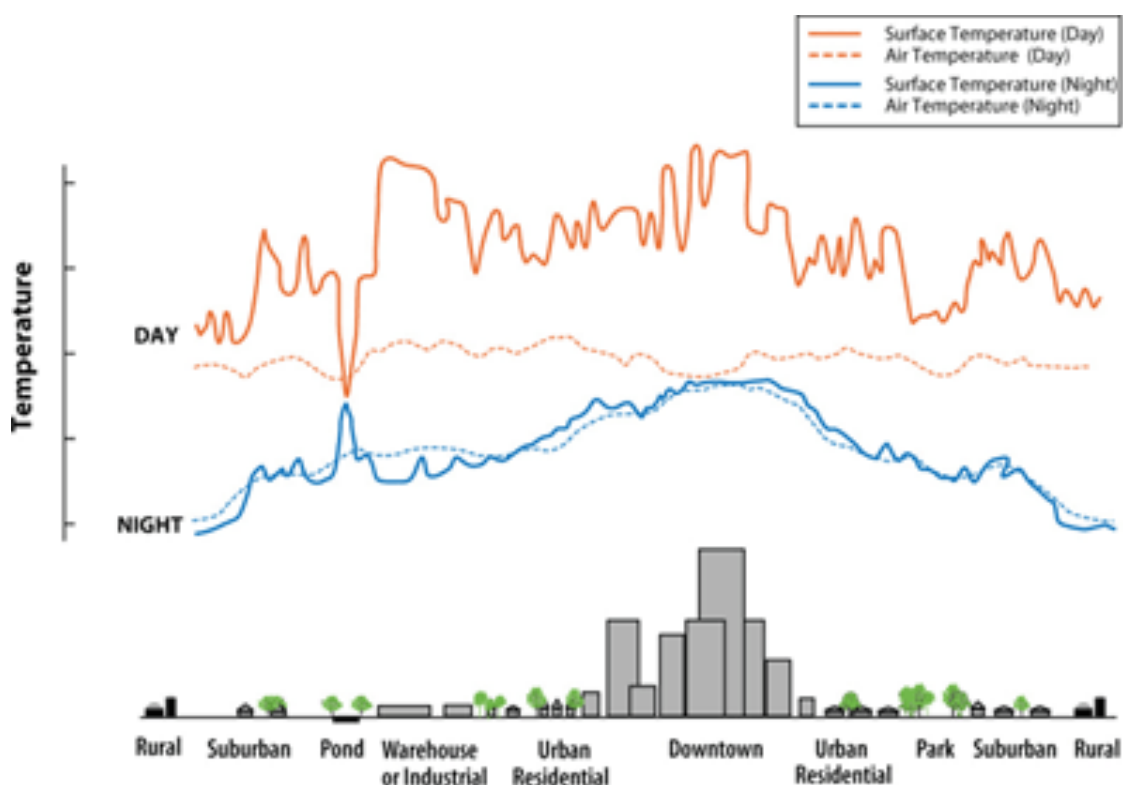
A Cool Roof Rating Council (CRRC) 1998-ban alakult. Célja, hogy a tetőfelület termékeinek értékelje, illetve minősítse a napsugárzás visszaverő képességük alapján. A CRRC minősítő programja nem nevez meg minimumot a „cool” minősítésre, egyszerűen csak listába rendezi a sugárzási értékeket. Bármilyen termék bevizsgálható, azonban az, hogy a jegyzékbe bekerül nem jelenti, hogy hivatalosan „cool” minősítése lenne. A minősítés megszerzéséhez egy külön eljárás szükséges, melyhez a terméket gyártó cégnek engedély szükséges.

2.4. Városi hősziget jelenség

A korábbiakban már említésre került, most kicsit részletesebben is foglalkoznék a városi hősziget hatással, mely a nagyvárosokban bekövetkező mikroklimatikus jelenség. Lényege, hogy beépített városi területen a hőmérséklet szignifikánsan magasabb, mint a várost környező külvárosi és vidéki területeken.

A 80-as évek óta ismert és tanulmányozott jelenségnek több oka van:

- a felszín fizikai jellemzői: a város felszínét alkotó olyan anyagok, mint a beton és az aszfalt nagyobb arányban nyelik el, mint ahogy visszaverik a napsugárzást
- hiányoznak a természetes párolgó felszínek (talaj, növényzet, felszíni vizek)
- a függőleges falfelületek fokozzák a felszín sugárzás elnyelését és visszaverését, azonban ezzel együtt gátolják a szelet, mely elősegíthetné a hőmérséklet csökkentését
- emberi tevékenység, főként a hőerőművek és épületek hűtésből és fűtésből, ipari tevékenységből, járművekből stb. származó hőtermelés
- A szennyezőanyagok jelentős mennyisége



6. ábra: A hősziget hatás jelenléte eltérő beépítettségű területeken

A hősziget jelenség intenzitása a városi területek méretével és népességével arányosan nő, ezért a városi területeken élők egyre növekvő száma miatt az elkövetkező években is folyamatosan súlyosbodásra lehet számítani a városi hősziget hatás kapcsán. A hősziget jelenség közvetlenül kapcsolódik a klímaváltozáshoz; az egyre növekvő átlaghőmérséklet rontja a helyzetet. A hősziget jelenség szmogot okozhat, és a népesség egészségére is negatív hatást gyakorol.

2.5. Sugárzásvisszaverő bevonatok

2.5.1. A hőszugárzás alapjai

Minden (nem abszolút zérus hőmérsékletű) test bocsát ki elektromágneses sugárzást. A környezetével sugárzásos hőkapcsolatban lévő test hőáramát a kibocsátott (emittált) és az elnyelt (abszorbeált) energiaáram különbségeként írhatjuk fel:

$$\dot{Q} = \Phi^e - \Phi^a \text{ [W, kW]}$$

A sugárzás felületi energiasűrűsége a felületegységenkénti sugárzás:

$$E = \frac{d\Phi}{dF} \text{ [W/m}^2\text{, kW/m}^2\text{]}$$

A felületi energiasűrűség egységnyi hullámhosszúságra eső hányada a sugárzás intenzitása:

$$I_\lambda = \frac{dE}{d\lambda} = \left(\frac{d^2\Phi}{dF d\lambda} \right) \text{ [W/m}^3\text{]}$$

A teljes ($\lambda=0 - \infty$) hullámhossz tartományra (spektrumra) vonatkozó sugárzás egy „F” felület esetében:

$$\Phi = \int_F \int_0^\infty I_\lambda d\lambda dF$$

Egy adott irányba kisugárzott energia, az egységnyi térszögre vonatkoztatott intenzitás:

$$I_{\lambda, \omega} = \frac{dI_\lambda}{\cos\varphi d\omega}$$

Az abszorpciós tényezők (elnyelő képesség):

$$a_{\lambda\omega} = \frac{I_{\lambda\omega}^a}{I_{\lambda\omega}^i}, \quad a_{\lambda} = \frac{I_{\lambda}^a}{I_{\lambda}^i}, \quad a = \frac{E^a}{E^i}$$

A reflexiós tényezők (visszaverő képesség):

$$r_{\lambda\omega} = \frac{I_{\lambda\omega}^r}{I_{\lambda\omega}^i}, \quad r_{\lambda} = \frac{I_{\lambda}^r}{I_{\lambda}^i}, \quad r = \frac{E^r}{E^i}$$

A diatermicitások (áteresztő képesség):

$$d_{\lambda\omega} = \frac{I_{\lambda\omega}^d}{I_{\lambda\omega}^i}, \quad d_{\lambda} = \frac{I_{\lambda}^d}{I_{\lambda}^i}, \quad d = \frac{E^d}{E^i}$$

7. ábra: Test sugárzási jellemzői adott hullámhosszra és adott irányra, a teljes féltérből érkező sugárzásra és a felületi energiasűrűsége vonatkoztatva

Míthogy egy anyag az elektromágneses sugárzás egészének egy részét elnyeli, egy részét visszaveri, egy részét pedig áteresztí, így következik az $\mathbf{a+r+d=1}$ összefüggés.

A fekete test által egységnyi térszögre vonatkozó, tetszőleges irányban kibocsátott sugárzási intenzitás Planck törvénye szerint:

$$I_{\lambda\omega,0}^e = \frac{1}{\lambda^5} \cdot \frac{2hc^2}{e^{(hc/\lambda T k)} - 1} \text{ [W/m}^3\text{sr]}$$

Ahol:

c az elektromágneses sugárzás terjedési sebessége = $2,998 \cdot 10^8$ m/s

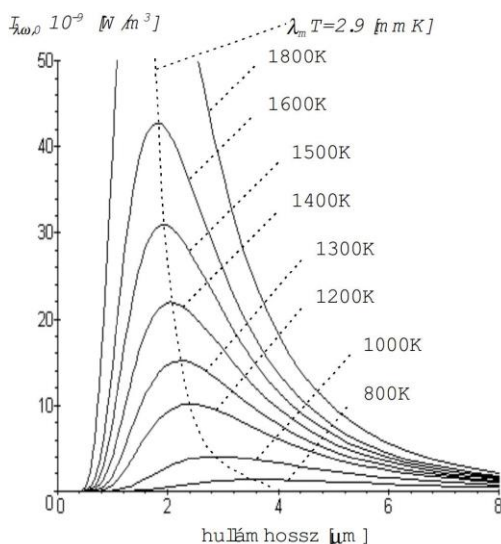
h = $6,625 \cdot 10^{-34}$ Js, a Planck állandó

k = $1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K, a Boltzmann-állandó

T az abszolút hőmérséklet K-ben

λ a sugárzás hullámhossza m-ben

A kibocsátott sugárzás intenzitásának hőmérséklettől való függését a Wien-féle eltolódási törvény definiálja. Eszerint a görbék maximum helye (az a hullámhossz, ahol az adott hőmérsékletű fekete test a maximális intenzitású sugárzást produkálja) $\lambda_{\text{max}} \cdot T = 2,9 \text{ mmK}$. Vagyis minél magasabb hőmérsékletű a test, a maximális energiájú sugárzás az egyre rövidebb hullámhosszúság felé tolódik el.



8. ábra: A teljes feltételre kibocsátott sugárzás erősséget (intenzitást) a hőmérséklet és hullámhossz függvényében

A testek hőszugárzását az abszolút fekete testéhez viszonyítjuk, a relatív emisszióképesség vagy más néven feketeségi fok:

$$\epsilon_{\lambda\omega} = \frac{I_{\lambda\omega}^e}{I_{\lambda\omega,0}^e}$$

Az emissziós és abszorpciós képesség közötti kapcsolatot a Kirchoff törvény írja le, mely szerint a testeknek az adott irányú és hullámhosszúságú sugárzásra vonatkozó elnyelési (abszorpciós) és kibocsátási (emissziós) képessége azonos érték. Vagyis a fekete testre igaz: $\alpha = \epsilon = 1$. Tehát a fekete test nem csak a maximális elnyelő képességű test, hanem maximális energia kibocsátó is.

Az általam végzett vizsgálatok során a Wien-féle eltolódási törvény miatt a felületre érkező, illetve az általa kibocsátott sugárzás hullámhossza különböző tartományba esik. A napsugárzás

maximális hullámhossza - 5700 K esetén - nagyjából 500 nm (a napsugárzás teljes tartománya 300-2500 nm közé esik). Erre a tartományra a rövidhullámú emissziós tényező jellemző. A szobahőmérsékletű felületek - 293 K - megközelítőleg 10 000 nm körüli maximális hullámhosszal sugároznak energiát, míg egy felmelegedett festék nagyjából 8000 nm maximummal sugároz. Ez azt jelenti, hogy a mért felület által kisugárzott energia hullámhossztartománya a távoli infra tartományába esik, vagyis a hosszú hullámú emissziós tényező jellemzi. Ezáltal a felület által elnyelt és kibocsátott energia spektruma nem fog megegyezni, így jelen esetben Kirchoff törvénye nem lesz igaz.

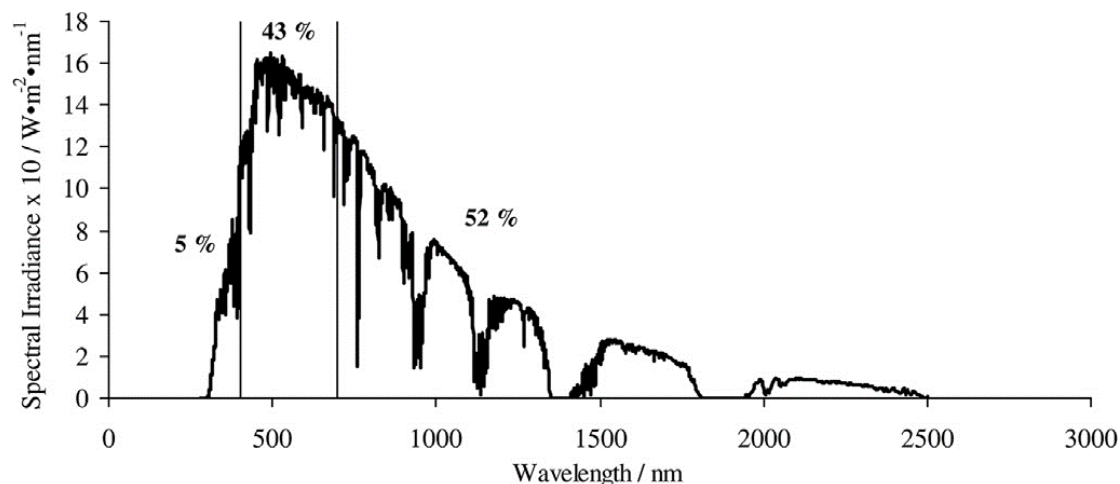
2.5.2. A bevonatok tulajdonságai

A Szakirodalmi áttekintés fejezetben eddig leírtak mind arra szolgáltak, hogy megbizonyosodjunk róla, hogy a sugárzásvisszaverő bevonatok szerepe igen fontos lehet. Rengeteg publikáció született ebben a témakörben. Ezek jelentőségéről ír például *Diana Dias, João Machado, Vítor Leal és Adélio Mendes: Impact of using cool paints on energy demand and thermal comfort of a residential building* című cikkében.

A sugárzásvisszaverő bevonatok (Cool paints) a homlokzatok, illetve tetőfelületek védelmére alkalmasak. Kétféle módon biztosítják ezen felületek hőterhelésének csökkentését. Egyrésztől visszaverik a felületre érkező sugárzás egy részét, másrésztől kisugározzák a felület által elnyelt hőt infravörös (IR) sugárzás formájában.

A reflexiót általában az ún. TSR (Total Solar Reflectance) indexszel jellemezzük, mely az összes visszavert napsugárzás mennyisége. A TSR index számolása során a reflexiót több, mint húsz speciális hullámhosszon mérik, melyek lefedik a napsugárzás spektrumát. Az infravörös emisszió speciálisan azt mutatja meg, hogy egy felület milyen jól sugározza ki az energiáját egy azonos hőmérsékletű feketetesthez képest. Nagyrészt e két tényező határozza meg egy felület hőmérsékletét.

A bevonatok többsége igen magas reflexiós és emissziós képességgel rendelkezik. A kültéri festékek többsége például 0,90 körüli emissziós tényezővel rendelkezik, ami azt jelenti, hogy



9. ábra: A napsugárzás spektrális eloszlása a hullámhossz függvényében

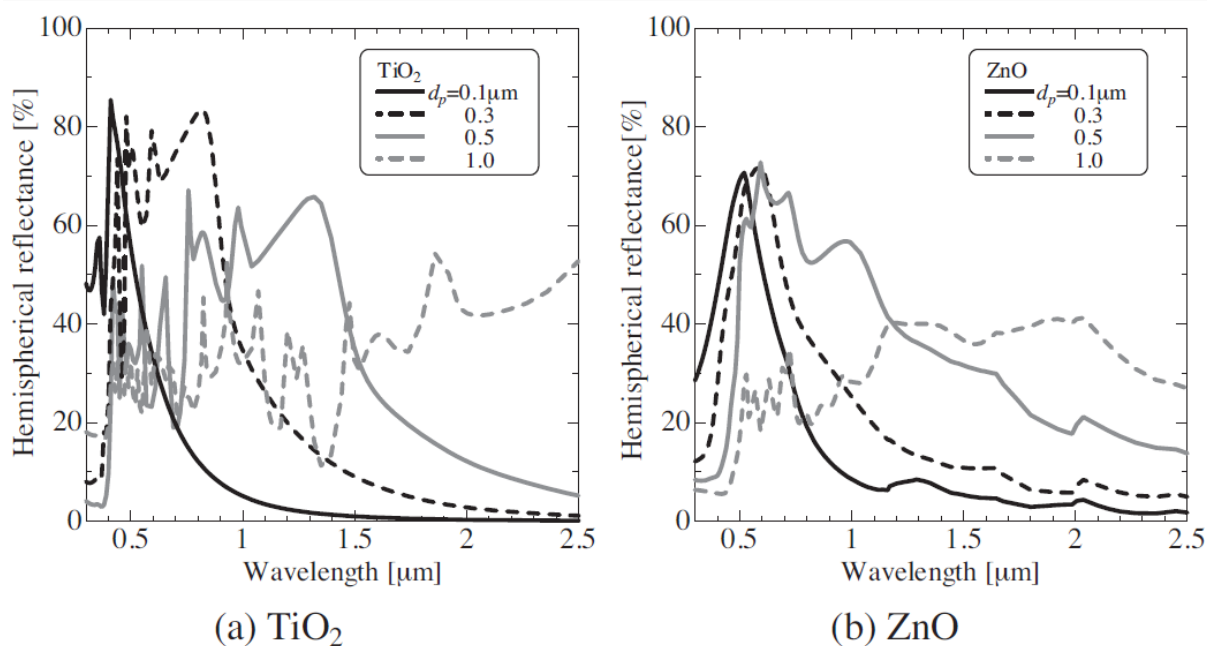
melegítés hatására 90%-át sugározzák ki infravörös sugárzás formájában annak az energiának, amit egy feketetest sugározna ki. Az emisszió többnyire nem romlik a felület öregedésével, avagy koszolódásával.

A fenti grafikon a napsugárzás spektrális eloszlását ábrázolja a hullámhossz függvényében. Megfigyelhető, hogy a sugárzás 5%-a az ultraibolya (UV), 43 %-a a látható (VIS), míg 52 %-a a közeli infravörös (NIR) tartományba esik. Ahhoz, hogy a napsugárzás hatására visszavert sugárzást mérni tudjunk, mindegyik tartományt vizsgálnunk kell.

A reflexiós bevonatok többsége fehér színű, mivel a fehér fény a látható fény tartományában általában jól veri vissza a sugárzást. Készülnek azonban színes bevonatok is, ezekbe általában olyan pigmentek kerülnek, melyek a közeli infravörös tartományban igen jó sugárzásvisszaverő képességgel rendelkeznek. Ezek a bevonatok szintén előnyösen viselkednek a napsugárzással szemben, hiszen láttuk az előző diagramban, hogy a napsugárzás közel fele a közeli infravörös tartományból érkezik.

Színes reflexiós bevonatok vizsgálatával foglalkozik például A. Synnefa, M. Santamouris, és K. Apostolakis: *On the development, optical properties and thermal performance of cool colored coatings for the urban environment* című cikk. Kísérleteik során többféle színű és többféle árnyalatú reflexiós bevonatot vizsgáltak, majd ezek eredményeit hasonlították össze. A bevonatok elterjedésével egyre fontosabbá válhat azok fejlesztése a színezhetőség terén is.

A reflexiós bevonatok (cool paints) megalkotásakor hozzáadott pigmentek között gyakran előforduló részecskék a TiO_2 , a ZnO , illetve az Al_2O_3 . Érdekesség, hogy bár mindhárom pigment növelheti a reflexiós képességet, a bevonat végső reflexiós képessége igen sok tényezőtől függ. Részletesen olvashatunk erről *Shinichi Kinoshita és Atsumasa Yoshida: Investigating performance prediction and optimization of spectral solar reflectance of cool painted layers* című cikkében, ahol kísérletek során igazolták, hogy a reflexiós képesség nagysága és maximális hullámhossza is függ a részecskemérettől. Az alábbi diagramokon a titán-dioxid és az alumínium oxid hozzáadott pigmentet tartalmazó festékek reflexiós képességét láthatjuk a hullámhossz függvényében különböző részecskeméreteknél.



10. ábra: A titán-dioxid és a cink-oxid reflexiós képessége a hullámhossz függvényében különböző részecskeméreteknél

3. Reflektív bevonatok megalkotása

3.1. Alapanyagok

3.1.1. Festék

A bevonatok egy része fehér beltéri diszperziós festékből készült. Alapvető szempont volt a festék bekeverésénél, hogy a bevonatot az általam használt gipszkarton felületre megfelelően fel lehessen festeni, a hozzákevert anyagok mennyiségét ez határozta meg.

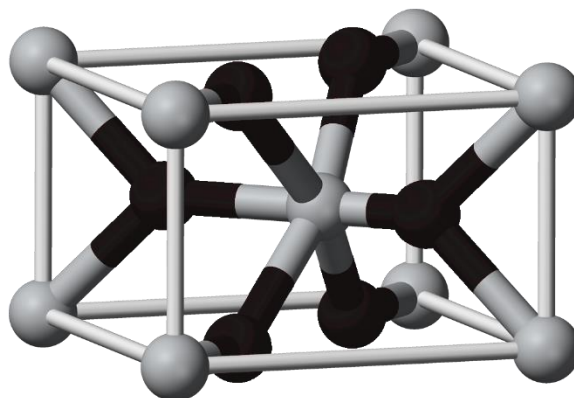
3.1.2. Vakolat

A bevonatok másik része egy kültéri vakolatrendszer legfelső, alapvakolat rétegéből készült. A festékhez hasonlóan itt is fontos volt a bedolgozhatóság.

3.2. Adalékanyagok

3.2.1. Titán-dioxid

Alapos szakirodalmi kutatás után az egyik általam választott pigment a kísérletezésre a titán-dioxid (TiO_2) lett. A TiO_2 egy szagtalan, fehér kristályos anyag. Több módosulata is ismert, pl.: rutil, anatáz, brookit. Részecskemérete a nano mérettartományba esik (<100 nm).



11. ábra: Titán-dioxid molekuláris szerkezete

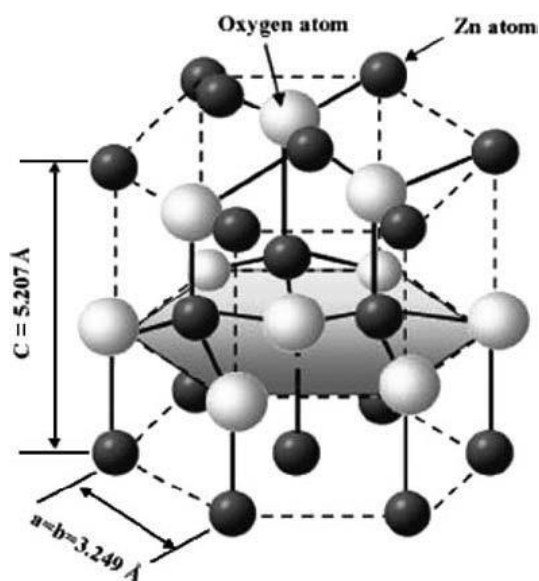
A mikronizált TiO_2 a legelterjedtebben alkalmazott fehér pigment. Rendkívül jó sugárzásvisszaverő képességgel bír, főként a látható fény tartományában.

Használják festékekben, különböző bevonatokban, műanyagokban, élelmiszerekben (E171), fogkrémekben, kozmetikai és bőrápoló termékekben, valamint naptejekben (mint fizikai fényvédő filter). A titán-dioxid (legfőképp az anatóz módosulata) UV fény hatására fotokatalitikus tulajdonsággal rendelkezik így festékekhez, cementhez, burkolóelemekhez adagolva vagy azokon bevonatot képezve (valamint ablakon, hajófenéken) azokat sterilizálja, szagtalanítja. Külső épületi elemeknél alkalmazva a titán-dioxid nagymértékben csökkentheti a levegő szennyeződéseit, mint az illékony szerves vegyületek (VOC) és a nitrogén-oxidok (NO_x).

Érdekesség továbbá, hogy egyes technológiákban TiO_2 nanorészecskéket alkalmaznak ivóvíz-, talajvíz-, szennyvíztisztításhoz is az arzén tartalom csökkentésére. Víznek, szerves oldószereknek, gyenge savaknak ellenáll, lúgoknak valamint erős savaknak kevésbé.

3.2.2. Cink-oxid

A bevonatokba kevert másik pigment a cink-oxid (ZnO). A titán-dioxidhoz hasonlóan szagtalan fehér színű (a TiO_2 -hoz képest kicsit sárgásabb) por. A természetben előforduló cinkit vagy vörös cinkérc cink és mangán-oxid vegyülete. Részecskemérete általánosan nagyjából 30 nm. Igen jó reflexiós képességgel rendelkezik, azonban a titán-dioxidtól eltérő módon ez a vegyület az ultraibolya (UV) tartományban lesz jó sugárzásvisszaverő.



12. ábra: Cink-oxid molekuláris szerkezete

Ezenkívül baktérium- és gombaölő, fertőtlenítő hatású. Nem oldódik sem vízben, sem olajban, de mindkét folyadékban diszpergálható. Főként kozmetikumok, például sminkkészítmények illetve napvédő krémek készítésére használják. Érdekesség, hogy festékanyagokkal keveredve növeli azok fedő-és tapadókéességét. A betoniparban, illetve a festékgyártásnál szintén előfordul, kiegészítő anyagként használják. De megtalálható akár az élelmiszeriparban is például müzlik adalékanyagaként.

3.3. Arányok

Az adott mennyiségű festékhez, illetve vakolathoz a pigmentek adagolását részben megterveztem, részben pedig a helyszínen a folyamatos adagolás fázisait vizsgálva határoztam meg. Először bekevertem egy olyan sűrű keveréket, melyben a pigment(ek) mennyiségének további adagolása már a bedolgozhatóságot nagymértékben rontotta volna, majd e legsűrűbb keverék pigment arányától függően adódott a többi keverék százalékos összetétele.

A cél az volt, hogy olyan optimális keveréket alkossak, melyben a pigmentek a lehető legjobb sugárzásvisszaverő képességet biztosítják, azonban az ezzel megfestett/levakolt felület még annyira egyenletes legyen, hogy a felületi minőség ne csökkenthesse le a pigmentek biztosította reflexiós képességet.

A vakolatok esetében az egyik bevonatba például túl sok pigment került, ezt nem is tudtuk a későbbiekben bedolgozni.

3.4. Keverési folyamat és tapasztalatok

A bevonatokat alkotó anyagok mennyiségét grammban határoztam meg, mérésük 10 milligramm pontosságú mérleggel történt. Először a festéket mértem ki, majd ehhez a pigment(ek)et több részletben, folyamatos keverés mellett adagoltam.



Az adalékanyagok közül a titán-dioxid elkeverése kevesebb ideig tartott és könnyebbnek bizonyult, míg a cink-oxidot jóval tovább tartott elkeverni. Ezzel szemben a kész bevonatok közül a cink-oxidból készültek állaga jobbnak bizonyult, a megfestett felület viszonylag egyenletes lett, míg a titán-dioxidot tartalmazó érdesebb, egyeletlenebb felületet adott.




Mivel a festékek közül a titán-dioxid tartalmúak tűntek hatékonyabbnak a vizsgálatok alkalmával, így a vakolatok megalkotásakor ezt használtam elsődleges pigmentként, a cink-oxidot csak emellé adagoltam.

Szintén érdekesség, hogy például a vakolatok esetében előfordult, hogy kevesebb titán-dioxidot tartalmazó vakolat fehérebb színű lett, mint a vegyületet nagyobb arányban tartalmazó. E jelenségből úgy tűnik, hogy a titán-dioxid mint fehér pigment adagolása egy adott ponton eléri a maximális fehérítő hatást, és ezután további adagolásnál már csak csökkenhet a keverék fehérsége.


3.5. A keverékek pontos összetétele



3.5.1. Festékek

Sorszám	Festék típusa	Pigment neve	Pigmentarány (V/V %)	Kép
1.	DÜFA Perfekt beltéri diszperziós festék	TiO ₂	50	
2.	DÜFA Perfekt beltéri diszperziós festék	TiO ₂	25	
3.	DÜFA Perfekt beltéri diszperziós festék	ZnO	50	



				
4.	DÜFA Perfekt beltéri diszperziós festék	ZnO	25	
5.	DÜFA Perfekt beltéri diszperziós festék	TiO ₂ + ZnO	25+25	



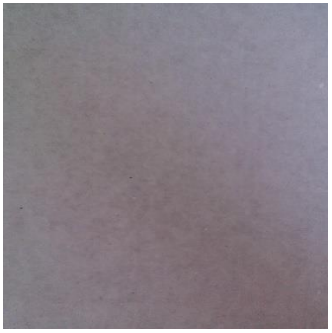
3.5.2. Vakolatok

Sorszám	Vakolat	Pigment	Pigment (V/V %)	Kép
1.	Baumit UniPrimer alapvakolat	TiO ₂	25	

2.	Baumit UniPrimer alapvakolat	TiO ₂	15	
3.	Baumit UniPrimer alapvakolat	TiO ₂ + ZnO	15+15	

3.5.3. Referenciaként vizsgált anyagok

Sorszám	Termék típusa	Termék megnevezése	Kép
1.	Beltéri festék	DÜFA Perfekt	
2.	Vakolat	Baumit UniPrimer alapvakolat	

3.	Nanokerámiás festék	THERMO-S	
4.	Nanokerámiás festék	SUNSHIELD	
5.	-	Bevonat nélküli gipszkarton	

4. Laboratóriumi vizsgálatok

4.1. A mérések előkészítése

A méréseket a BME Épületfizika Laborban végeztem.

A mérések megkezdése előtt a bevonatokkal 30*30 cm-es, 9 mm vastag gipszkarton táblákat festettem le. A gipszkartont 60*240 cm-es méretben vásároltam, amelyből snitzer segítségével vágtam le az előre kimért méreteknak megfelelően a méréshez használt táblákat.



13. ábra: Különböző festékekkel festett gipszkarton táblák

A festés közvetlenül a bevonatok kikeverése után történt, a mérésre pedig 2-3 nappal később, a bevonatok teljes száradása után került sor. A festékek felhordása egységesen, két rétegben történt azonos ecsettel. Az első rétegre egy óra száradási idő elteltével került fel a következő. A vakolatok felhordása egy rétegben történt, glettvas segítségével. Vastagságuk a felület megfelelő fedésének biztosításából adódott.

A méréseket három etapban végeztem. Az első alkalommal kizárólag gyári termékeket mértem. Ezután a mérési eredmények figyelembevételével alkottam meg a sugárzásvisszaverő festékeket, melyeket egy következő alkalommal mértem meg. A kísérlet harmadik, utolsó fázisában pedig az általam kikevert vakolatok mérése következett.

4.2. A mérés eszközei

4.2.1. Testo 885-2 hőkamera

A kamera 320*240 pixel felbontású, germánium optikával működik. Automata, illetve kézi fókusszal is rendelkezik, minimális fókusztávolsága 10 cm. Az LCD érintőképernyő mérete 4.3”, ezen megjeleníthető infravörös, illetve valós kép is. Méréstartománya változtatható; -30-tól +100 °C-ig, illetve 0-tól +350 °C-ig mérhetünk vele. Ezenkívül képes magashőmérsékleti mérésre is, melynek tartománya +350 és +1200 °C közötti. Pontossága ± 2 °C vagy ± 2 %. A kamera érzékenysége 30 mK.



14. ábra: Testo 88-2 hőkamera

4.2.2. Testo 635-1 Hőmérséklet- és páratartalom mérő

A műszer képes mérni a hőmérsékletet, a páratartalmat, illetve a harmatpontot akár nyomás alatti közegben is. Sokféle érzékelő csatlakoztatható hozzá, ezáltal számos mérési típusra nyújt lehetőséget. Két hagyományos, valamint 3 rádiófrekvenciás csatlakozóval rendelkezik az érzékelők számára. A rádiófrekvenciás érzékelők hatótávolsága 20 m. A csatlakoztatható érzékelők az alábbi paraméterek mérésére képesek: páratartalom, anyagnedvesség, nyomás alatti harmatpont mérés, levegő hőmérséklet, felületi hőmérséklet, maghő, U-érték, abszolút nyomás.



15. ábra: Testo 635-1 Hőmérséklet- és páratartalom mérő

Méréstartománya -40 és +150 °C közötti. Pontossága ± 2 és ± 5 °C között változik a mért hőmérséklet nagyságának függvényében. Az általam mért hőmérsékletek esetében a pontosság ± 2 °C. Felbontása 0,1 °C.

4.2.3. Testo 905-T2 - Felületi hőmérsékletmérő (K-típusú)

A műszer keresztszálas mérőfejjel rendelkezik, ezáltal jól használható különböző iparterületeken, így víz-, hűtés-, fűtés berendezések szerelésében és kereskedelemben (pl.: csövek és szelepek mérésénél). Fontos előnye, hogy egyenetlen felületek mérését is lehetővé teszi.

Nagy mérési tartományú műszer; rövid időre akár 500 °C -ig is képes hőmérsékletmérésre. Gyors mérési idővel és nagy pontossággal rendelkezik. Méréstartomány -50 és $+350\text{ °C}$ között van, pontossága a tartományon $\pm 1\text{ °C}$. Skálája $0,1\text{ °C}$ felbontású.



16. ábra: Testo 905-T2 Felületi hőmérsékletmérő

4.2.4. Testo U-érték érzékelő szonda

A műszer három eres érzékelővel, rögzítő gyurmával, fejbe épített belső hőmérséklet érzékelővel rendelkezik, felületi hőmérséklet mérésére alkalmas. A műszer által mért hőmérséklet a három K-típusú érzékelő által mért hőmérséklet átlagaként adódik. Méréstartománya -20 és $+70\text{ °C}$ közötti.

Használatkor a Testo 635-1 Hőmérséklet- és páratartalom mérőhöz csatlakoztattam a hagyományos csatlakozón keresztül.

z

4.2.5. Testo Páratartalom/hőmérséklet érzékelő fej

A K-típusú műszer rádiófrekvenciásan csatlakoztatható a Testo 635-1 Hőmérséklet- és páratartalom mérőhöz. A páratartalom mérést igen nagy pontossággal képes végezni. Méréstartománya -20 és $+70\text{ °C}$ közötti. Pontossága $\pm 3\text{ °C}$, felbontása $0,1\text{ °C}$.



17. ábra: Testo U-érték érzékelő szonda



18. ábra: Testo páratartalom/hőmérséklet érzékelő fej

4.2.6. EDTM SP2065 Solar Transmission & Power Meter - sugárzásmérő

A műszer BTU/hr*ft² mértékegységben mér. Méréstartománya a teljes spektrális tartomány. A mérési pontosság ±1 BTU/hr*ft².

1 BTU/hr*ft² = 3.1525 W/m². A mérés során 1000 W/m² energiát mértünk, mely 317 BTU/hr*ft²-nak felel meg.



19. ábra: EDTM SP2065 Solar Transmission & Power Meter sugárzásmérő

4.3.A mérési elrendezés

A 30*30 cm-es táblákat egy négy ponton (a sarkokon) alátámasztott állványon helyeztem el, és egy asztali lámpát állítottam a közepe fölé nagyjából 30 cm-re. A távolság pontos meghatározása sugárzásmérővel történt, a lámpatestet éppen olyan messze helyeztem el a gipszkarton táblától, hogy annak felületére a lámpából érkező sugárzás 1000 W/m² legyen, mely megegyezik zavartalan napsütés esetén tapasztalható energiával.

A hőkamera úgy került beállításra, hogy pontosan a gipszkarton tábla közepére fókuszáljon. A kamera nagyjából 50 cm-re helyezkedett el a tábla felületétől.



20. ábra: A mérési elrendezés

A hőmérsékletmérés három különböző helyen történt. A Testo mérőműszerhez közvetlenül csatlakoztatva az érzékelők mérték a gipszkarton tábla felületi hőmérsékletét. A rádiófrekvenciás érzékelő a szoba egy pontján, a méréstől nagyjából 1 méterre helyezkedett el, ez mérte a szobában a belső levegő hőmérsékletét. A mérések alatt pedig a felületi hőmérsékletmérővel a gipszkarton tábla felső, lámpa felőli oldalán mértük szűrőprobaszerűen hőmérsékletet.

4.4. A mérés körülményei

A vizsgálatok laboratóriumi körülmények között zajlottak. A helyiség hőmérséklete 23 ± 1 °C, a levegő relatív légnedvességtartalma $50\pm 2\%$ volt.

A mérés megkezdése előtt a lámpatestet legalább egy órával korábban bekapcsoltam, hogy a vizsgálat kezdetére maximális energiával sugározzon annak érdekében, hogy ne változzon a próbatesteket érő sugárzás a mérés közben.

A gipszkarton táblák mindegyike a vizsgálat előtt azonos helyen volt tárolva, hőmérsékletük a labor hőmérsékletével megegyezett.

4.5. A mérés menete

4.5.1. A mérési alkalmak

Három alkalommal végeztem méréseket, mindháromat a nyári időszakban, egy hónapon belül, nagyjából hasonló külső időjárási körülmények között.

Az első mérés alkalmával négy bevonat vizsgálatára került sor. Vizsgáltam a két nanokerámiás bevonatot, a THERMO-S-t, illetve a SUNSHIELD-et, továbbá összehasonlítás céljából a DÜFA Perfekt beltéri diszperziós festéket, valamint egy bevonat nélküli gipszkarton táblát.

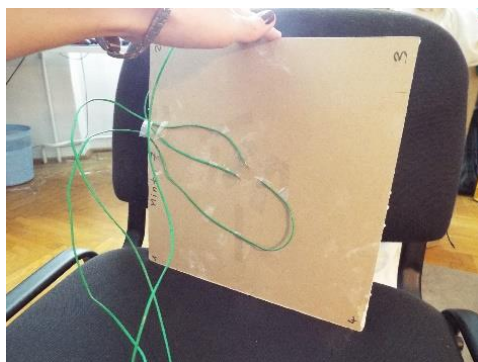
A második alkalommal már a saját kezűleg kikevert festékeket vizsgáltam. A titán-dioxidot, illetve cink-oxidot tartalmazó festékek mellett ismételten mértem bevonatmentes gipszkartont és beltéri diszperziós festéket, valamint egy nanokerámiás festéket is.

A harmadik alkalommal a vakolatok mérése következett. A titán- és cink-oxidot vegyesen tartalmazó vakolat állaga nem lett megfelelő a bedolgozáshoz, így ezt a keveréket nem mértem, csak a két különböző arányú titán-dioxid tartalmú vakolatot. E mérésnél az összehasonlítást a korábbiakhoz hasonló elven az adalékanyag nélküli vakolat jelentette.

A mérési elrendezés és a körülmények minden méréskor megegyeztek.

4.5.2. Közvetlen előkészületek

A mérés kezdetekor a gipszkarton táblák alsó (a lámpával ellentétes oldalra kerülő) felületére rátapasztottam a Testo hőmérsékletmérő műszer érzékelőit. A felerősítés ragasztószalaggal történt szorosan, azért, hogy az érzékelők ne mozdulhassanak meg, illetve ne távolodhassanak el a gipszkarton felületétől.



21. ábra: A mérés előkészítése: Testo K típusú felületi hőmérsékletmérő rögzítése a tábla alsó oldalához

Ezután a hőkamerát állítottam be. A kamera 1 percenként készített felvételt 90 percen át. A felvételek két képet tartalmaztak; egy valóságos fényképet arról, amit a kamera lát, illetve egy hőképet.

A Testo programját úgy állítottam be, hogy az 15 másodpercenként mérje a hőmérsékletet. Tehát mind a tábla felületi, mind pedig a levegő hőmérséklete ekkora időközönként került rögzítésre.

Az előkészületek befejeztével a gipszkarton táblát az állványra helyeztem, ezzel egy időben pedig elindítottam a hőkamera felvételkészítését. Ezzel egyidőben a rádiófrekvenciás hőmérsékletmérőt a gipszkarton tábla közepe alá helyeztem.

4.5.3. A mérés lefolyása

A mérés időtartama 45-90 perc volt attól függően, hogy az éppen mért anyag mikor került közel egyensúlyi állapotba. A mérést akkor állítottam le, amikor a gipszkarton tábla felületi



22. ábra: A mérési elrendezés mérés közben

hőmérséklete, illetve az alatta elhelyezett hőmérsékletmérő által mért hőmérséklet nagyjából állandósult. Ez az állandósult állapot azt mutatja, hogy a tábla átmelegedett, a továbbiakban már csak hosszú idő alatt kis hőmérsékletnövekedést tapasztalhatnánk. Ezt az első, intenzív szakaszt mértem minden bevonat esetében és ezeket fogom összehasonlítani egymással.

A mérések alatt a gipszkarton tábla felső, lámpa felőli, bevonatos felén felületi hőmérsékletet mértem három alkalommal, a hőkamera adott sorszámú képeihez. Erre azért volt szükség, hogy később az emissziós tényezőjét megfelelően állíthassam be az egyes bevonatoknak. A hőkamera által érzékelt hőmérséklet ugyanis függ az adott anyag emissziós tényezőjétől, így a valós hőmérsékleti értékek ismeretében később szükség lehet az emissziós tényező megváltoztatására.

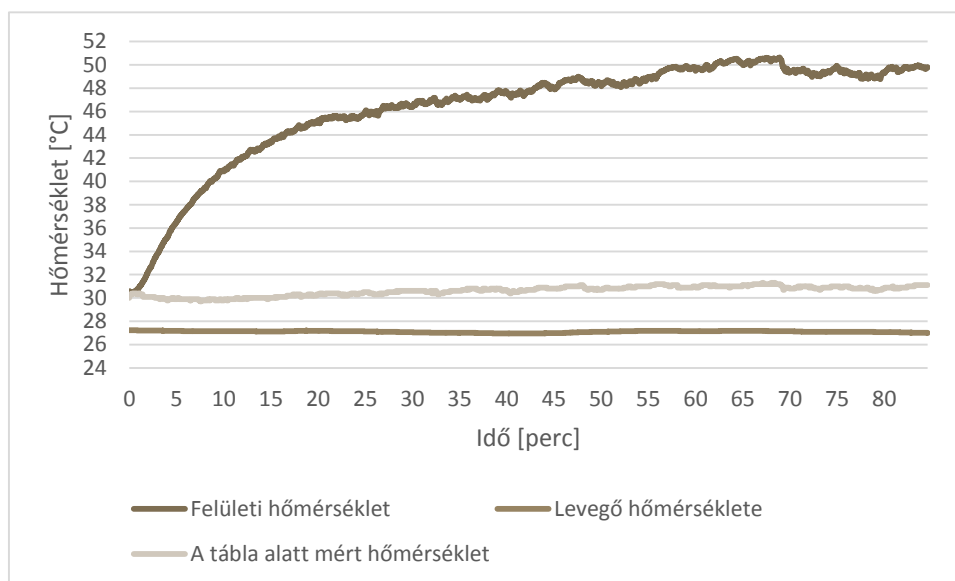
4.6. A mérés kiértékelése

A mérés kiértékelésekor egyrészt a mérési eredményeket egymással tudjuk összehasonlítani. Az első mérés alkalmával a mért anyagok közül a fehér diszperziós festék működött a

legjobban, vagyis ez verte vissza a legnagyobb arányban a lámpa által kibocsátott sugárzást. A vizsgálat során erre az egyes táblák felületi hőmérséklete, illetve a tábla alatt, a lámpával ellentétes oldalon mért hőmérséklet ad bizonyítékot.

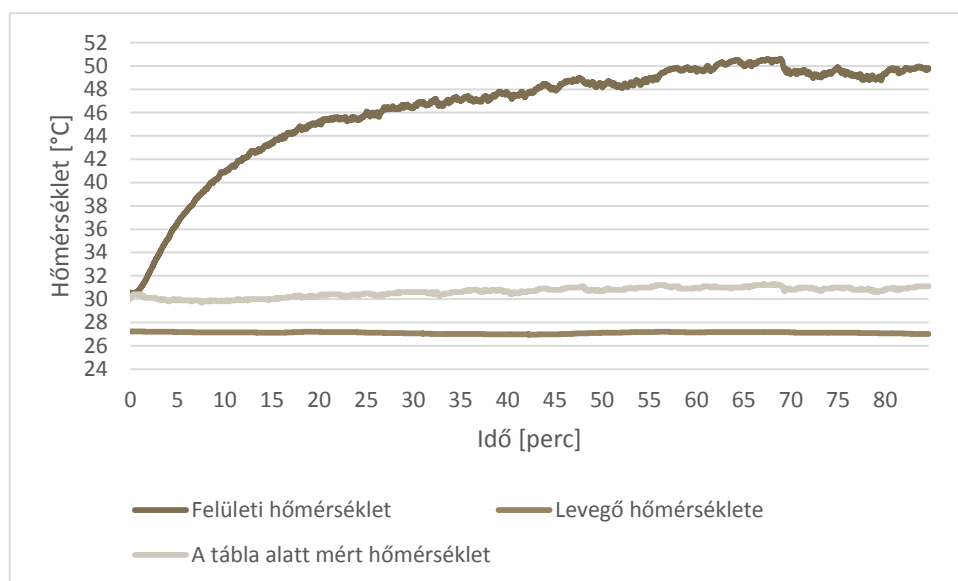
4.6.1. Gyári termékek

A bevonat nélküli gipszkarton tábla legnagyobb felmelegedése 50,63 °C volt.



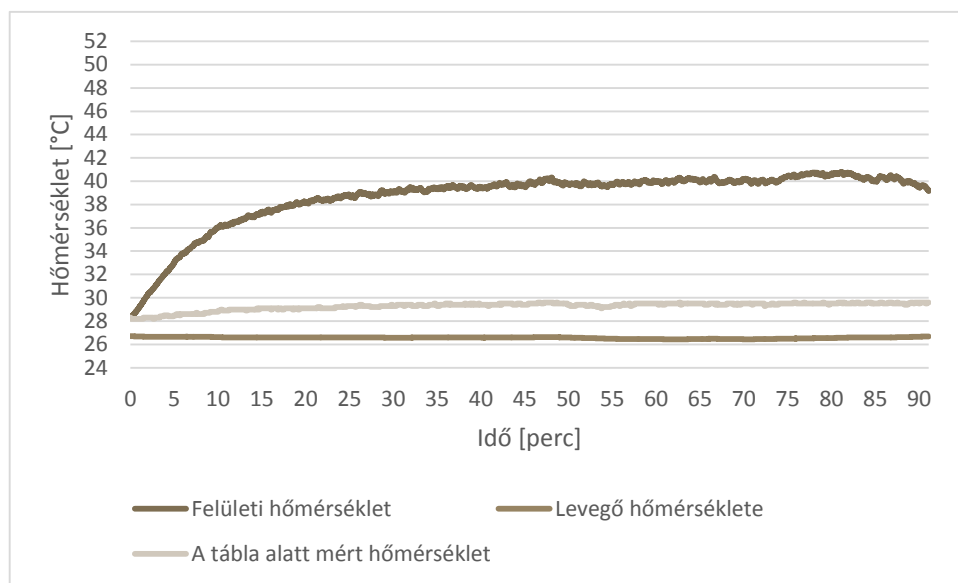
23. ábra: Vakolatlan gipszkarton tábla mért adatai

A beltéri diszperziós festékekkel bevont gipszkarton tábla legmagasabb mért felületi hőmérséklete 37,77 °C volt. Ez a festék mutatta a legkisebb felmelegedést a mért termékek közül.



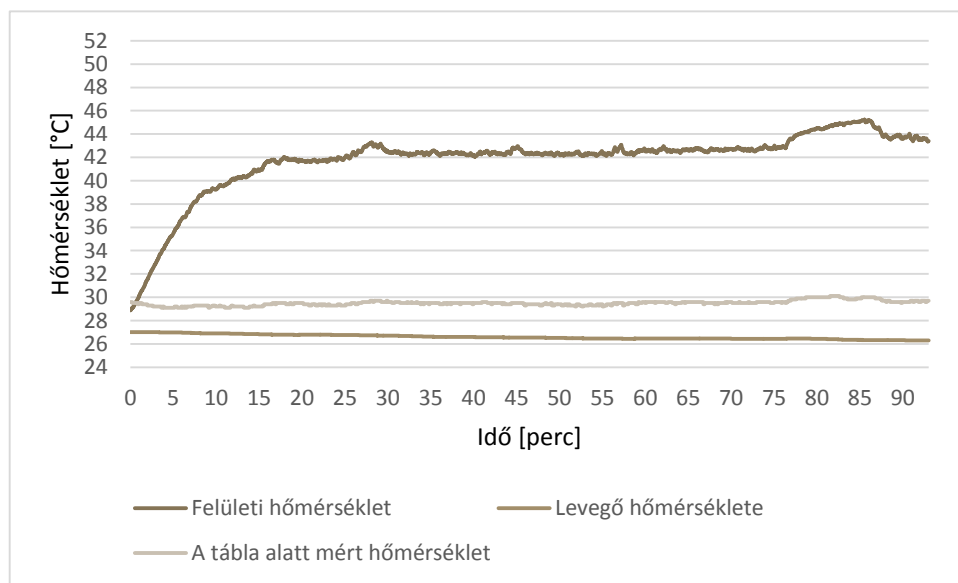
24. ábra: Beltéri diszperziós festékekkel bevont tábla mért adatai

A THERMO-S nanokerámiás festék legmagasabb mért felületi hőmérséklete 40,79 °C volt. Ez a bevonat nélküli gipszkartonhoz képest lényegesen jobb érték, azonban a beltéri diszperziós festék több, mint 3 °C-kal alacsonyabb felületi hőmérséklet elérésére volt képes.



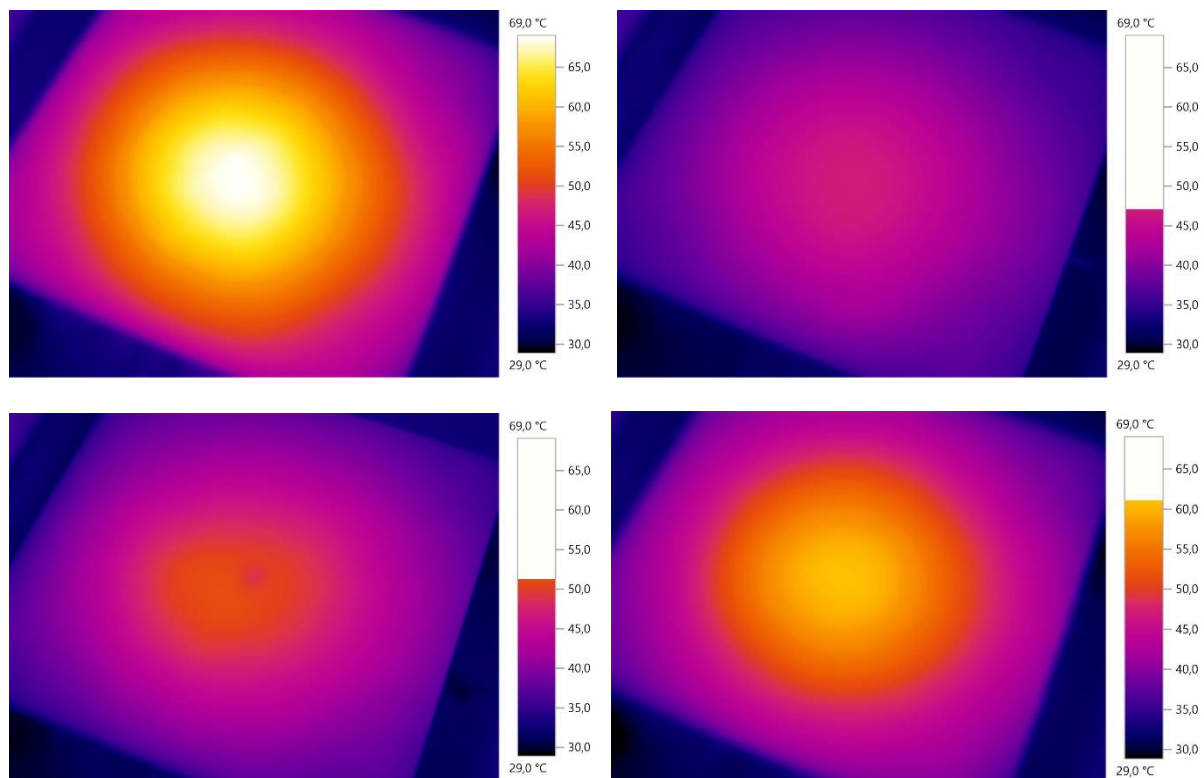
26. ábra: A THERMO-S nanokerámiás festéssel bevont tábla mért adatai

A SUNSHIELD nanokerámiás festéssel festett gipszkarton tábla legnagyobb felületi hőmérséklete 45,24 °C volt. Ez ugyan a bevonat nélküli gipszkarton táblánál mért értéknél alacsonyabb, azonban a másik két mért festék lényegesen kisebb felmelegedést mutatott.



25. ábra: A SUNSHIELD nanokerámiás festéssel bevont tábla mért adatai

Az alábbi hőkamerás felvételek segítségével összehasonlítható a különböző felületek felmelegedése.

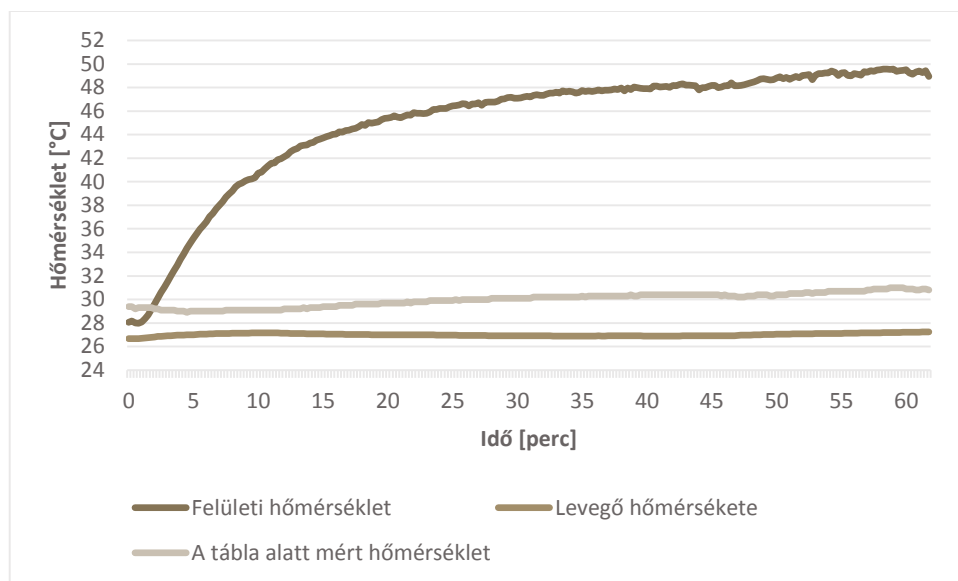


27. ábra: Hőkamerás felvételek. Bal felső sarokból sorban: Festetlen gipszkarton, DÜFA Perfekt beltéri diszperziós festék, THERMO-S nanokerámiás festék, SUNSHIELD nanokerámiás festék

4.6.2. Festékek

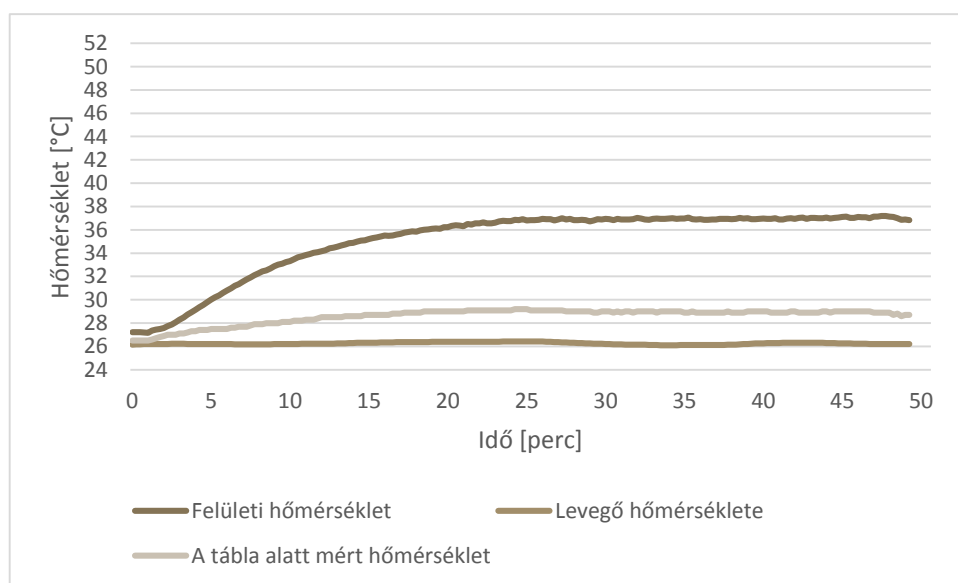
Az alábbi grafikonokon az egyes táblák méréseinek adatai láthatóak: a levegő hőmérséklete, a tábla felületi hőmérséklete a sugárzással ellentétes oldalon, a levegő hőmérséklete a tábla alatt.

A festetlen gipszkarton tábla sugárzással ellentétes oldalán a Testo K-típusú érzékelő feje által mért legnagyobb felületi hőmérséklet 49,58 °C volt. Ez a tábla melegedett át a leginkább a mért felületek közül.



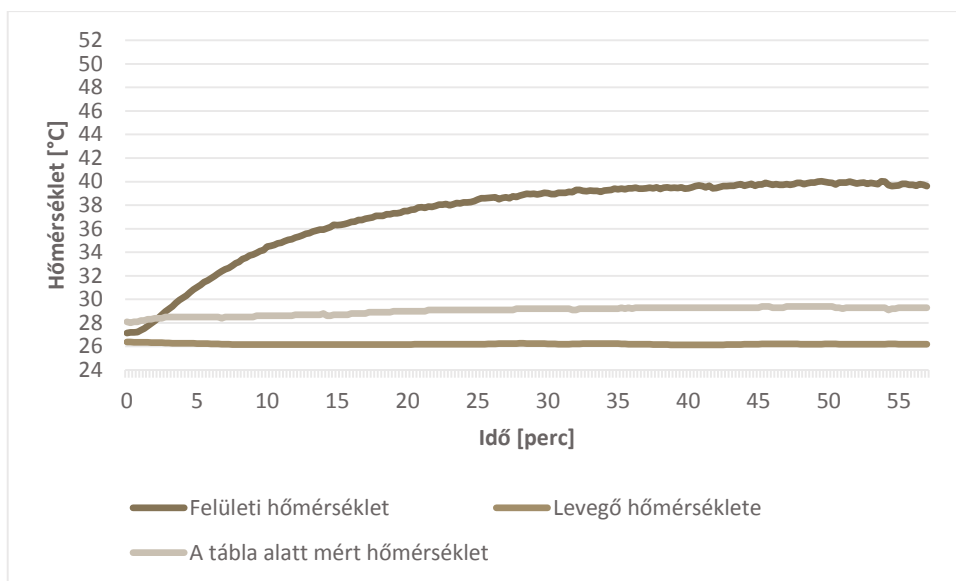
28. ábra: Festetlen gipszkarton tábla mért adatai

A diszperziós festékekkel bevont tábla igen kevésbé melegedett át. A legnagyobb mért hőmérséklet a sugárzással ellentétes oldalon 37,2 °C volt.



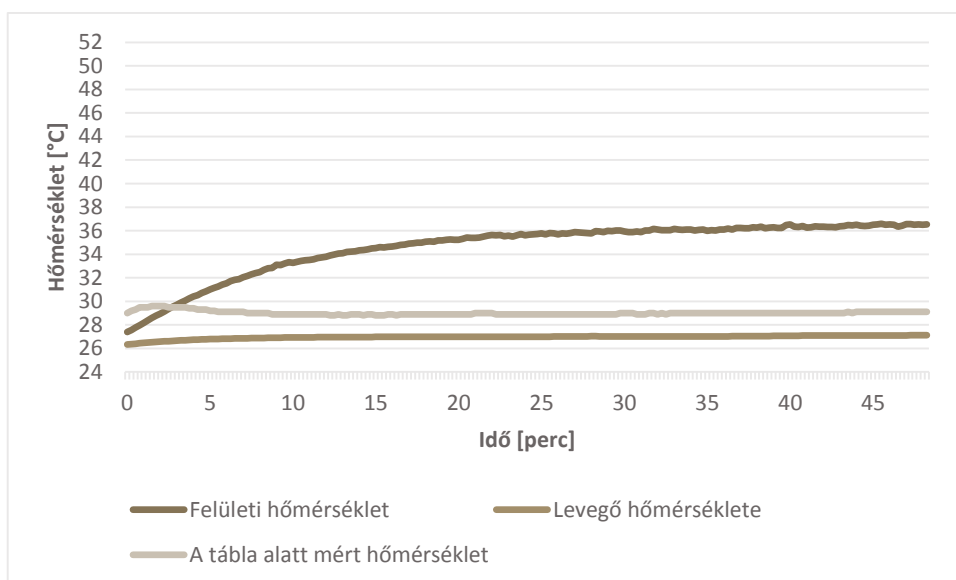
29. ábra: Diszperziós festékekkel bevont tábla mért adatai

Az igen érdes felületű 50% titán-dioxid tartalmú festék a pigment nélküli diszperziós festéknél nagyobb felmelegedést mutatott, azonban a sugárzással ellentétes oldalon mért felületi hőmérséklete így is csak 40,04 °C volt maximálisan.



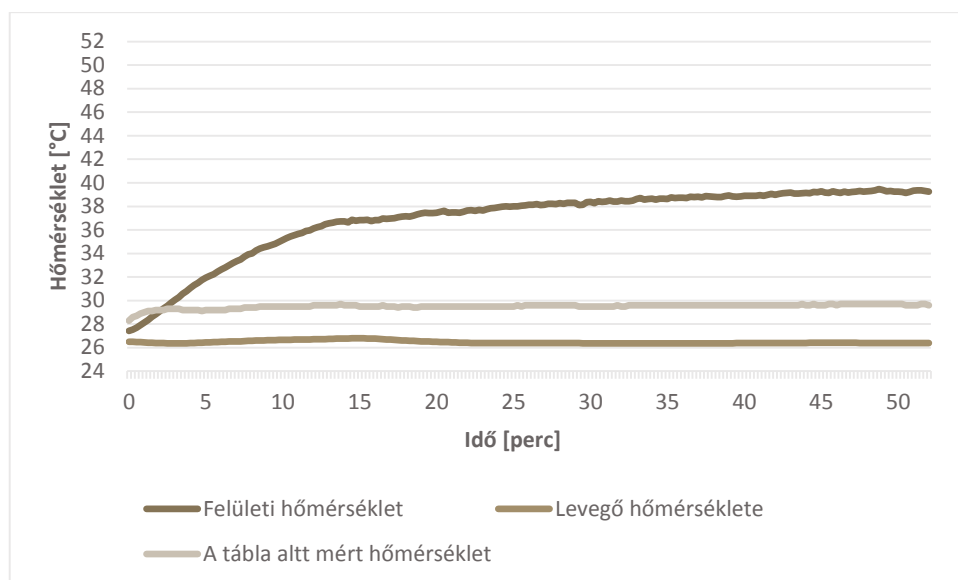
30. ábra: 50% titán-dioxid tartalmú festék mért adatai

A 25% titán-dioxid tartalmú festék igen jó hővisszaverőnek bizonyult. A tábla alsó, sugárzással ellentétes oldalon mért felületi hőmérsékletének maximuma 36,58 °C volt. Ezzel a bevonattal ellátott gipszkarton tábla melegedett fel a legkevésbé a mért felületek közül.



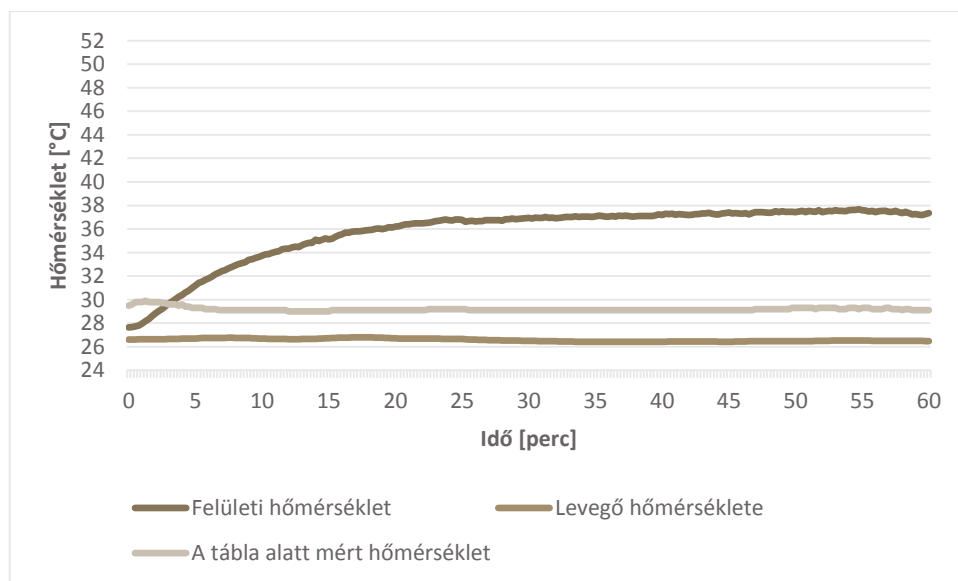
31. ábra: 25% titán-dioxid tartalmú festékkel bevont tábla mért adatai

Az 50% cink-oxidot tartalmazó festék sokkal egyenletesebb felületet képzett a gipszkartonon, mint az ugyanilyen arányban TiO_2 -t tartalmazó festék, a mérés során pedig azt is igazolta, hogy hővisszaverő képessége is jobb. A tábla alsó felületén mért legmagasabb hőmérséklet $39,48\text{ }^\circ\text{C}$ volt.



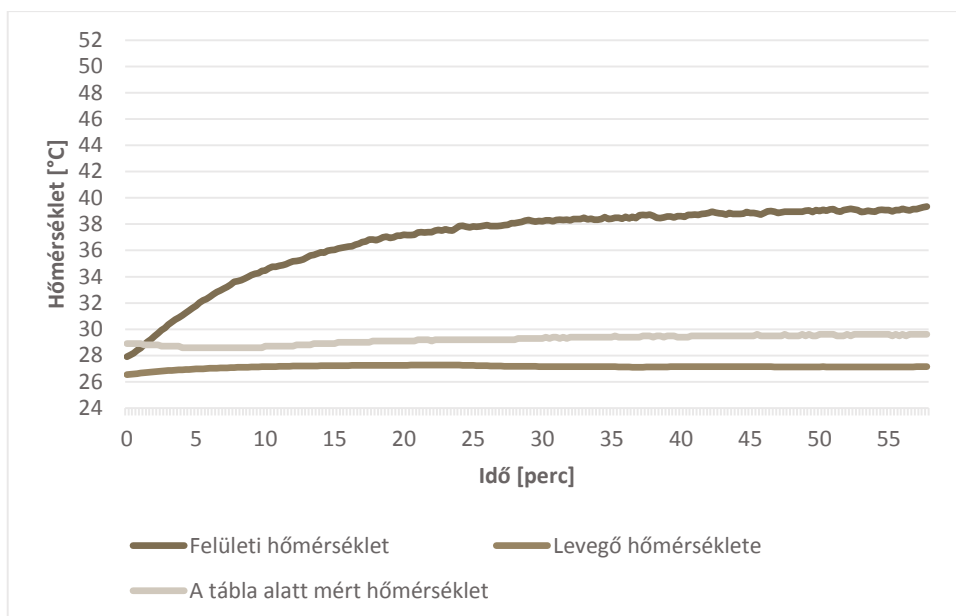
32. ábra: 50% cink-oxidot tartalmazó festékkel bevont tábla mért adatai

A cink-oxidot 25% arányban tartalmazó festék egy kevéssel jobbnak bizonyult, a pigmentet nagyobb arányban tartalmazó keveréknél. A tábla alsó felületén mért maximális hőmérséklet $37,67\text{ }^\circ\text{C}$ volt.



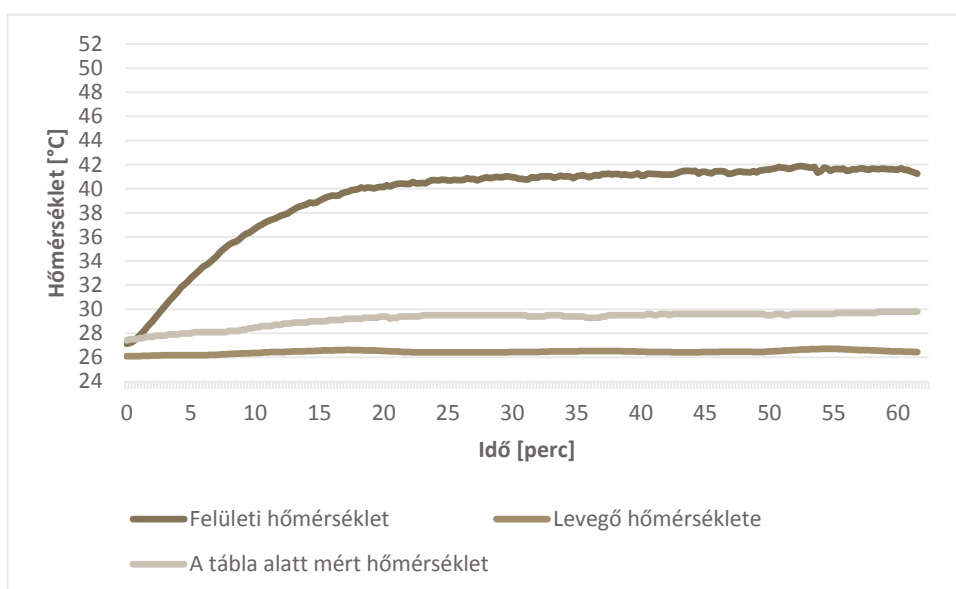
33. ábra: 25% titán-dioxid tartalmú festékkel bevont tábla mért adatai

A titán-dioxidot és cink-oxidot egyaránt tartalmazó festékekkel bevont tábla alsó felületének legnagyobb hőmérséklete 39,35 °C volt. Ez nagyjából egyezik a pigmenteket külön-külön 50%-ban tartalmazó festékek mért értékeivel, bár érdekes módon kicsivel jobbnak bizonyul azoknál.



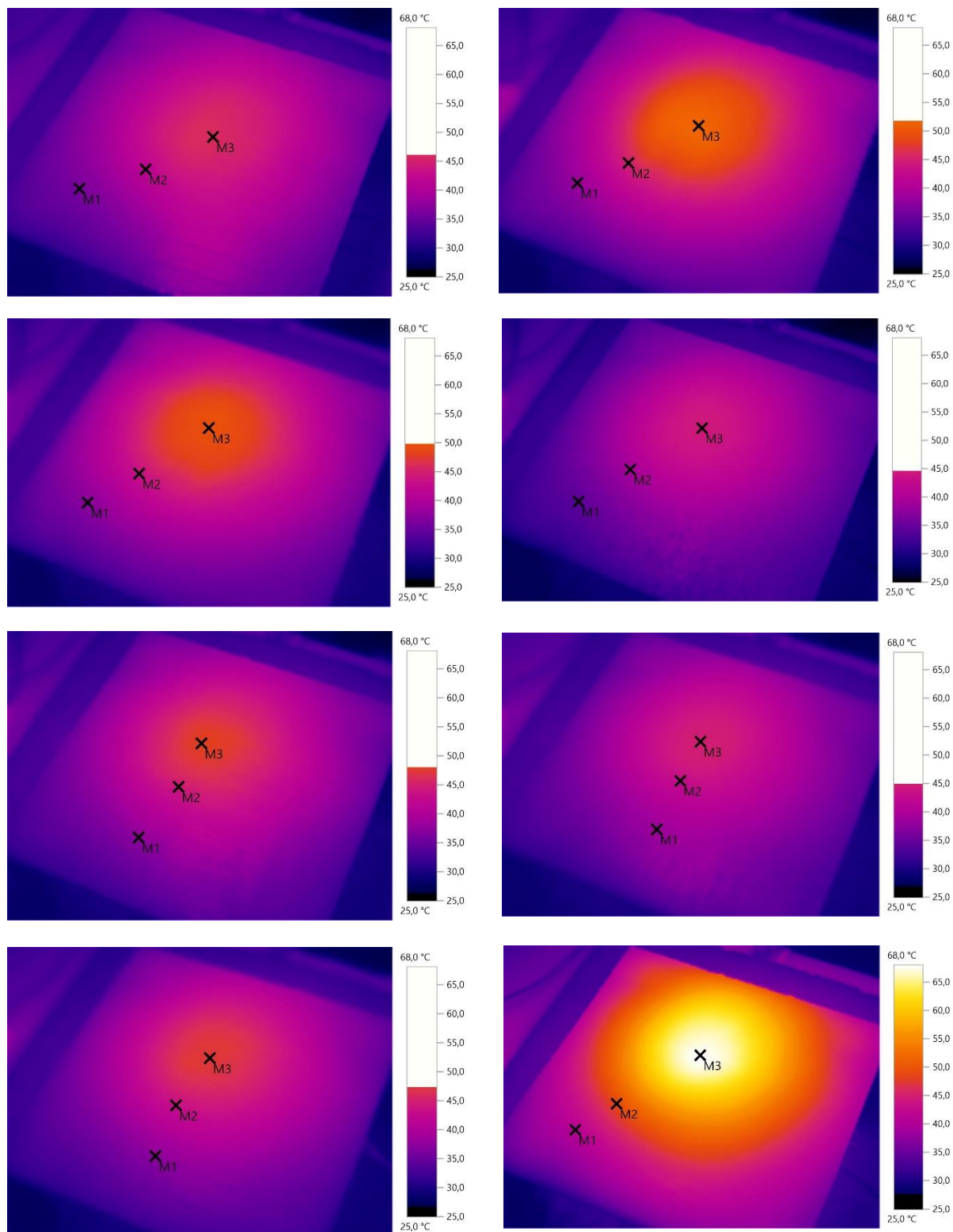
34. ábra: 25% titán dioxid és 25% cink-oxid tartalmú festékekkel bevont tábla mért adatai

A THERMO-S nanokerámiás festék legmagasabb mért felületi hőmérséklete az alsó oldalon 41,88 °C volt. Az általam kevert festékek mindegyike (és a diszperziós festék is) kisebb felmelegedést mutatott ennél az értéknél.



35. ábra: Nanokerámiás festékekkel bevont tábla mért adatai

Az alábbi hőkamerás felvételeken megfigyelhetjük egyrészt, hogy az egyes felületeken mekkora a mért maximális hőmérséklet, másrészt azt is, hogy a felület egyes pontjait a hőkamera milyen hőmérsékletűnek érzékelte.

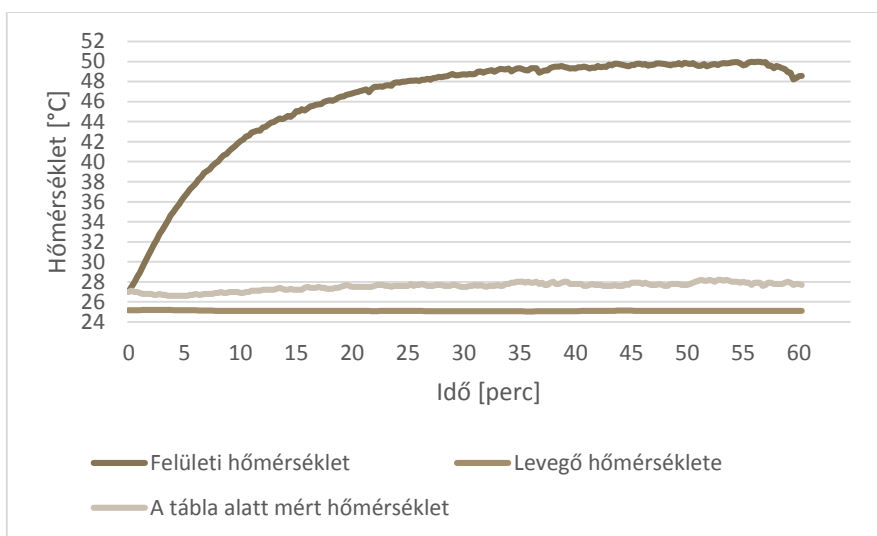


36. ábra: Hőkamerás felvételek. Bal felülről sorban: DÜFA Perfekt beltéri disperziós festék, THERMO-S nanokerámiás festék, 50% TiO₂ tartalmú festék, 25% TiO₂ tartalmú festék, 25% ZnO tartalmú festék, 25% TiO₂ és 25% ZnO tartalmú festék

4.6.3. Vakolatok

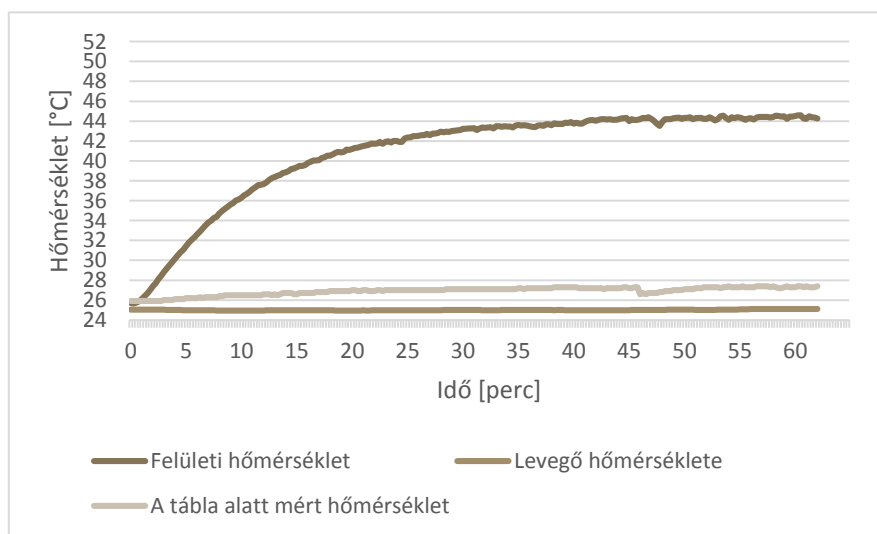
A mérés alatt az előzőekhez hasonlóan a táblák sugárzással ellentétes oldalának felületi hőmérsékletét, a levegő hőmérsékletét, illetve a tábla alatti hőmérsékletet mértem. A diagramon ezek az adatok kerültek megjelenítésre.

A vakolatmentes gipszkarton tábla alsó felületén mért legnagyobb hőmérséklet 49,98 °C volt. Ez bizonyult a legkevésbé hővisszaverő felületnek.



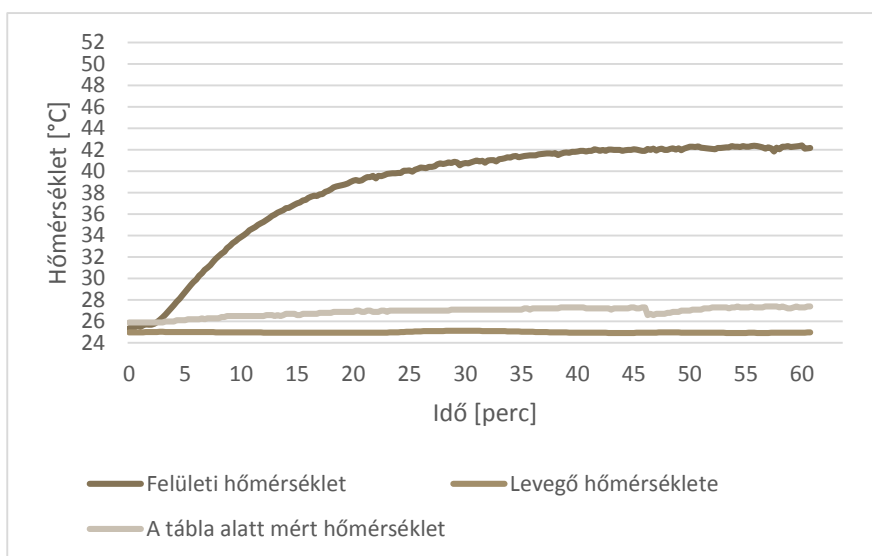
37. ábra: Vakolatmentes gipszkarton tábla mért adatai

A pigment nélküli vakolat legmagasabb mért felületi hőmérséklete 44, 58 °C volt. Ez lényegesen alacsonyabb, mint a bevonat nélküli gipszkarton esetében mért érték.



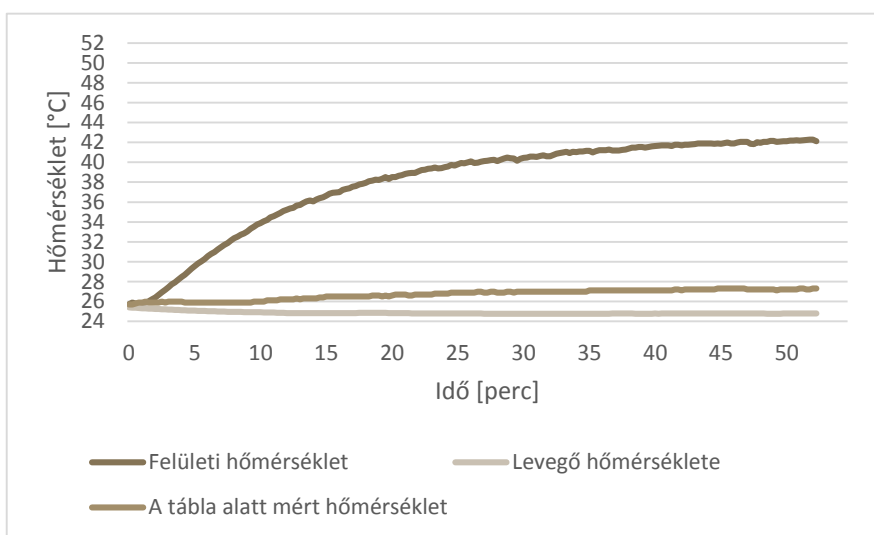
38. ábra: Pigment nélküli vakolattal bevont gipszkarton tábla mért adatai

A titán-dioxidot 15%-ban tartalmazó vakolat esetében a legmagasabb mért felületi hőmérséklet 42,39 °C volt. Ez a pigment nélküli vakolatnál lényegesen, több, mint 2 °C-kal jobbnak bizonyult.

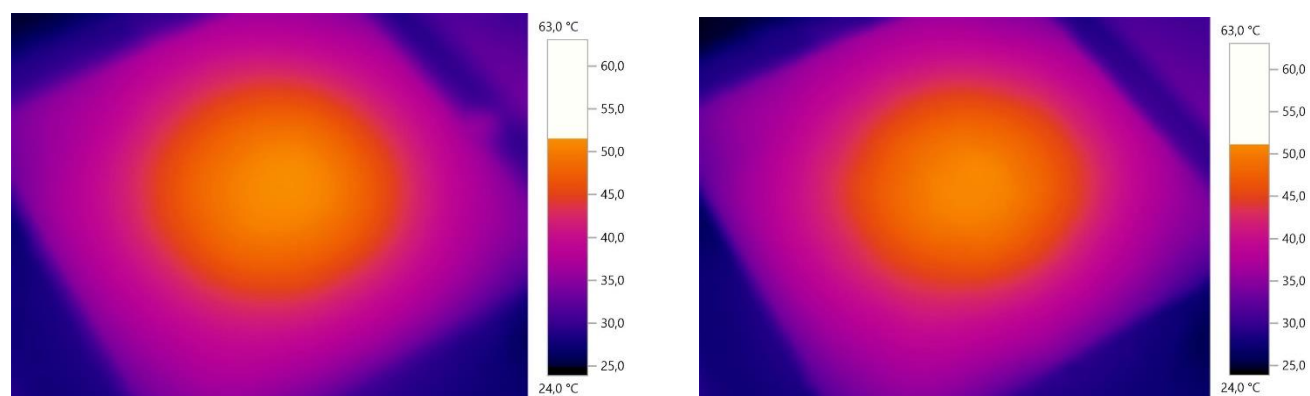
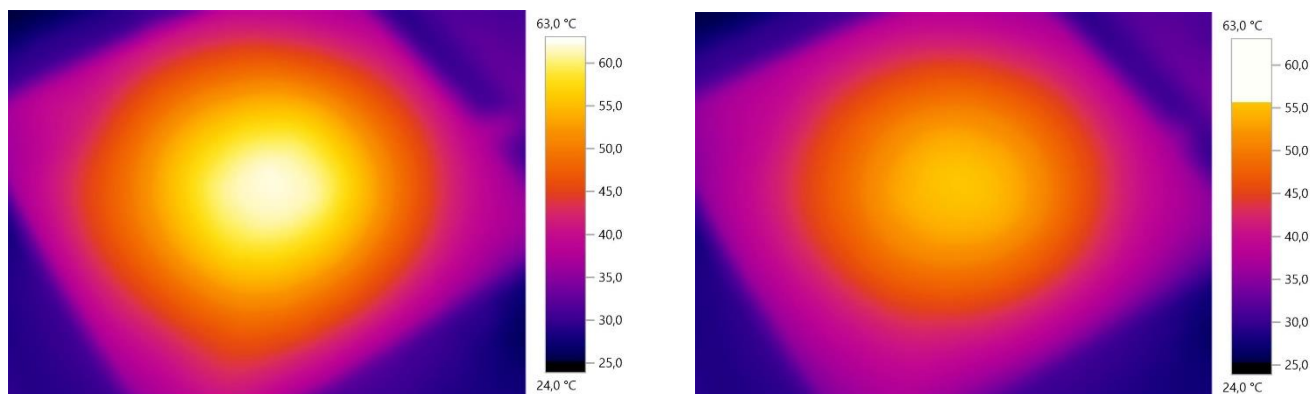


40. ábra: 15% titán-dioxid tartalmú bevonat mért adatai

A 25 % titán-dioxid tartalmú bevonat bizonyult a legjobb hővisszaverőnek. A sugárzással ellentétes oldalon a legmagasabb mért felületi hőmérséklet 42,28 °C volt, mely éppen csak alacsonyabb a 15 % titán-dioxid tartalmúnál.



39. ábra: 25 % titán-dioxid tartalmú bevonat mért adatai

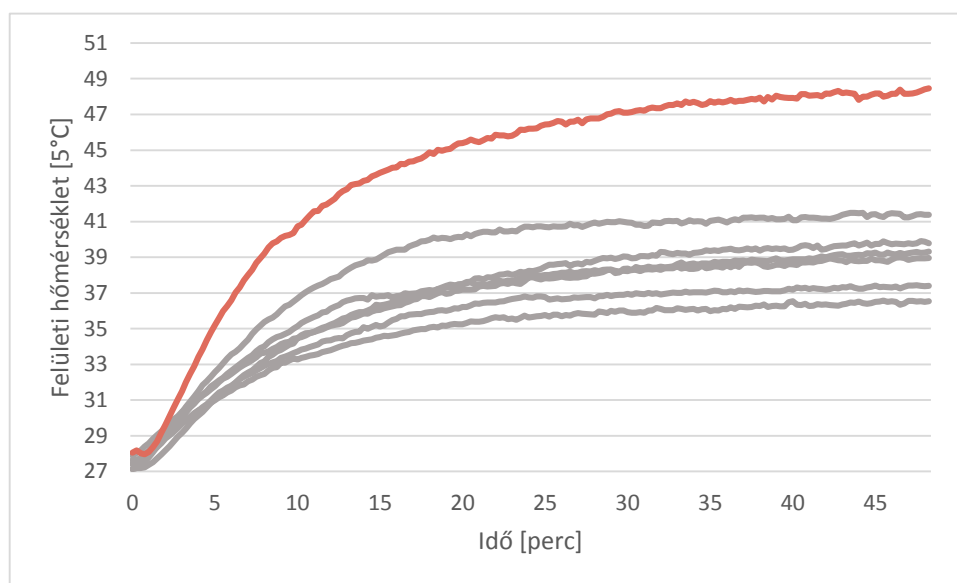


41 Vizsgált vakolatok hőképe sorrendben: gipszkarton, pigment nélküli vakolat, 25%-os, illetve 15%-os titán-dioxid tartalmú vakolat

5. Eredmények

5.1. A festékeken tapasztalt eredmények

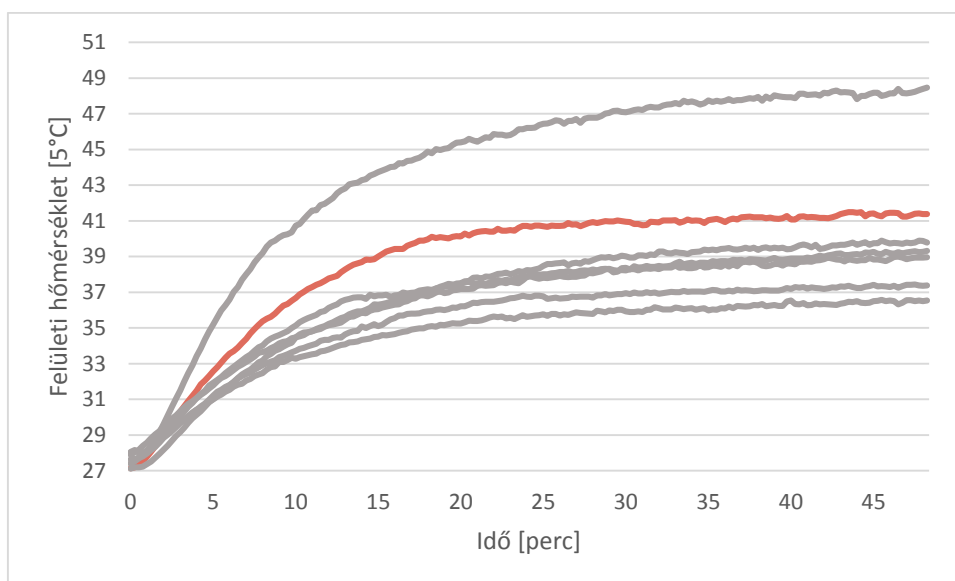
A mért táblák közül a bevonat nélküli gipszkartonnál tapasztaltam a legnagyobb felmelegedést. Ez azt jelenti, hogy mindegyik vizsgált bevonat valamilyen mértékben hővisszaverő tulajdonságú.



42. ábra: A bevonat nélküli gipszkarton tábla felületi hőmérséklete (piros) a vizsgált festékekhez képest (szürke)

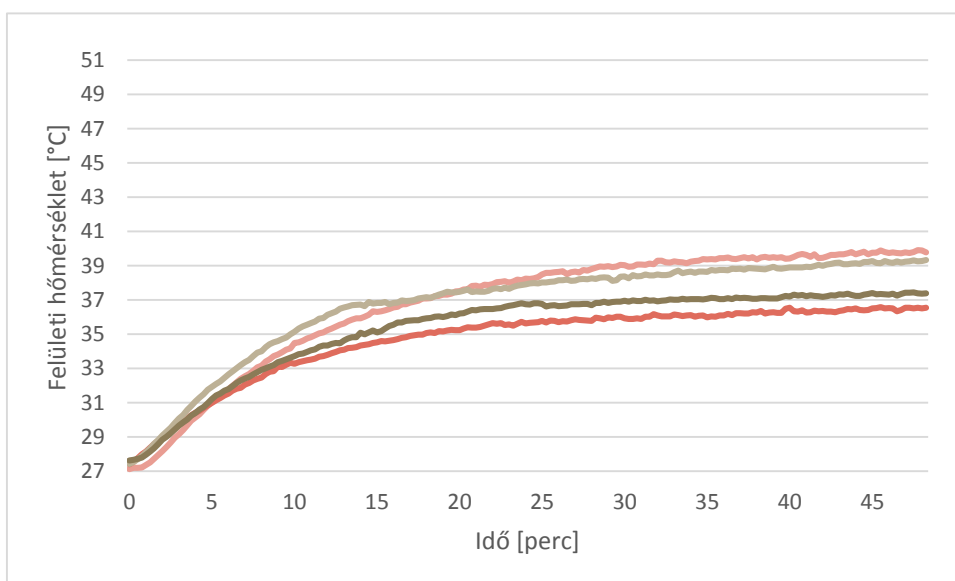
Az általam kevert festékekkel bevont táblák mindegyike kevésbé melegedett fel, mint a mért nanokerámiás festékekkel bevont. Mivel a pigment nélküli festékekkel bevont gipszkarton is kisebb felmelegedést mutatott, mint a vizsgált nanokerámiás festék, így azt tovább javítva, vagy esetleg kissé lerontva még mindig jobb reflexiós bevonatokat kaptam.

Szintén érdekes megfigyelni, hogy nem csak a végső felületi hőmérséklete magasabb, mint a többi festéknek, hanem a felmelegedés intenzitása is. Ez a grafikonról a nanokerámiás festékhez tartozó görbe kezdeti meredekségéről olvasható le. Látható, hogy míg a többi görbe közel azonos meredekségű, addig a grafikonon pirossal jelzett görbe jelentősen meredekebb azoknál.



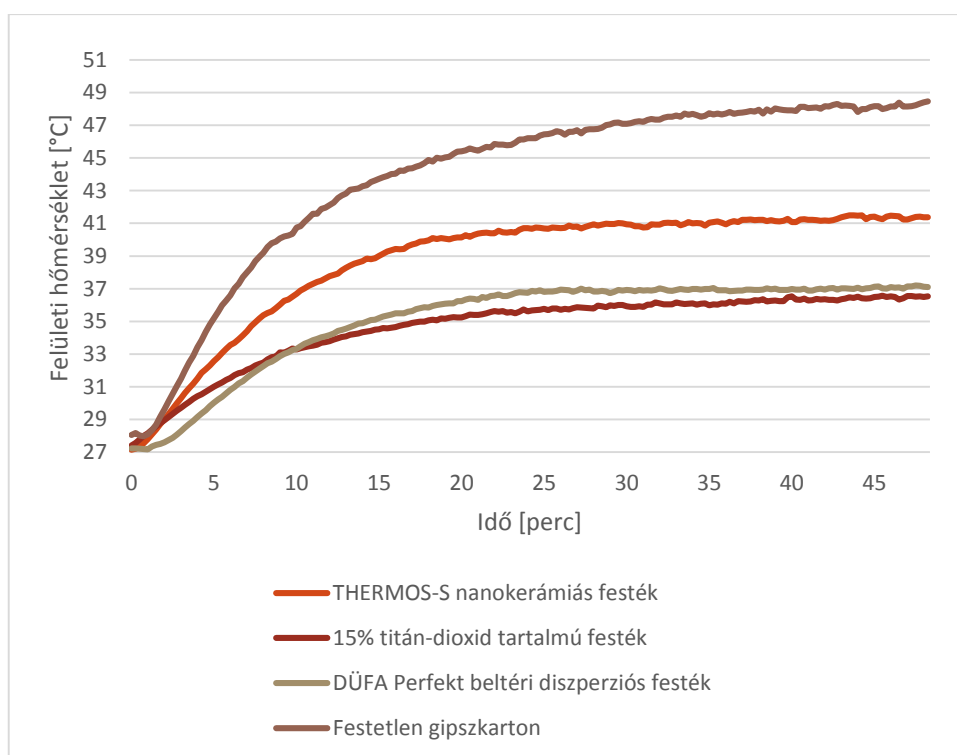
43. ábra: Nanokerámias festék felületi hőmérséklete (piros) a többi vizsgált festék felületi hőmérsékletéhez képest (szürke) az idő függvényében

A kevert festékek közül a 25%-os pigmentarányúakkal festett gipszkarton kevésbé melegedett fel, mint az 50%-os pigmentarányú festékekkel bevont. Ez azt jelenti, hogy a 25% pigmenttartalmú festékekhez további pigment adagolása már nem volt képes javítani azok hővisszaverő képességén. Ennek oka abban keresendő, hogy a nagy mennyiségű pigment már nem keveredett el tökéletesen a festékben, így az egyrésztől nem javította tovább az anyag reflexiós tulajdonságát, másrésztől pedig a felület egyenletességét rontotta. Emiatt az 50% pigmentarányú festékek nagyobb felmelegedést, vagyis rosszabb sugárzásvisszaverő képességet mutattak.



44. ábra: A titán-dioxidot és cink-oxidot 25 %-ban tartalmazó (sötét színű) és 50%-ban tartalmazó (világos színű) festékek felületi hőmérsékletei az idő függvényében

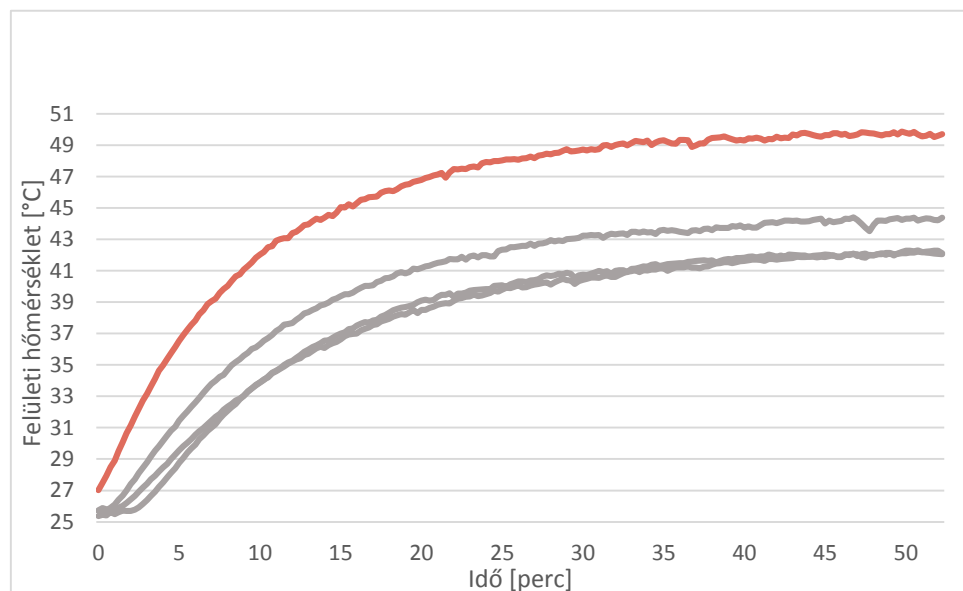
A diszperziós festék igen kevésbé melegedett fel, annál kisebb felmelegedést csak a 25%-os titán-dioxid tartalmú festék mutatott. Az előzőekben leírtak függvényében ez azt jelenti, hogy a 25% hozzáadott titán-dioxid el tudott keveredni az oldatban megfelelően ahhoz, hogy a reflexiós képességet javítsa anélkül, hogy a felületi minőséget nagymértékben lerontaná. Az a tény, hogy a keverék mindezek mellett is csak egészen kevésbé mutatott jobb értékeket a diszperziós festéknél annak tudható be, hogy ez a mennyiség sem volt képes tökéletes elkeveredésre – részben azért, mert ráadásul nem is gépesített technológiával dolgoztunk -, így nem egyenes arányban javította a reflexiós tulajdonságot a hozzáadott mennyiséggel, hiszen közben kis mértékben a felületi minőséget roncsolta.



45. ábra: Különböző festékekkel bevont táblák felületi hőmérséklete

5.2. A vakolatokon tapasztalt eredmények

A vakolatmentes gipszkarton táblánál tapasztaltam a legnagyobb felmelegedést. Csakúgy, mint a festékek esetében, itt is igaz, hogy a vakolatok mindegyike javította valamilyen mértékben a reflexiós képességet.

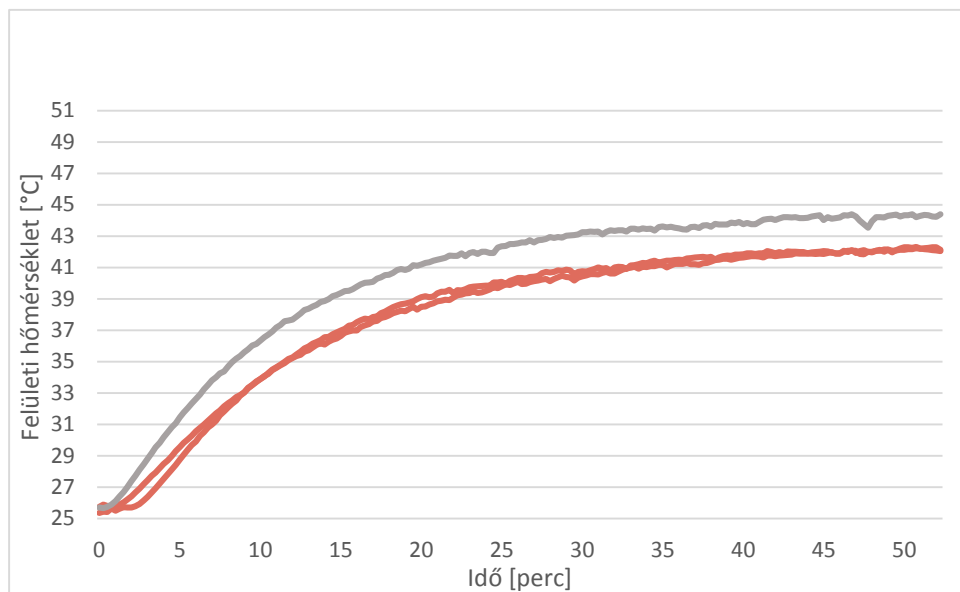


46. ábra: A bevonat nélküli gipszkarton tábla felületi hőmérséklete (piros) a különböző vakolatokkal bevont táblákhoz képest

A különböző arányban titán-dioxidot tartalmazó vakolatok nem mutattak nagy eltérést, viszont mindkét keverék láthatóan jobban működött, mint a pigment nélküli vakolat. Ebből több következtetés is levonható.

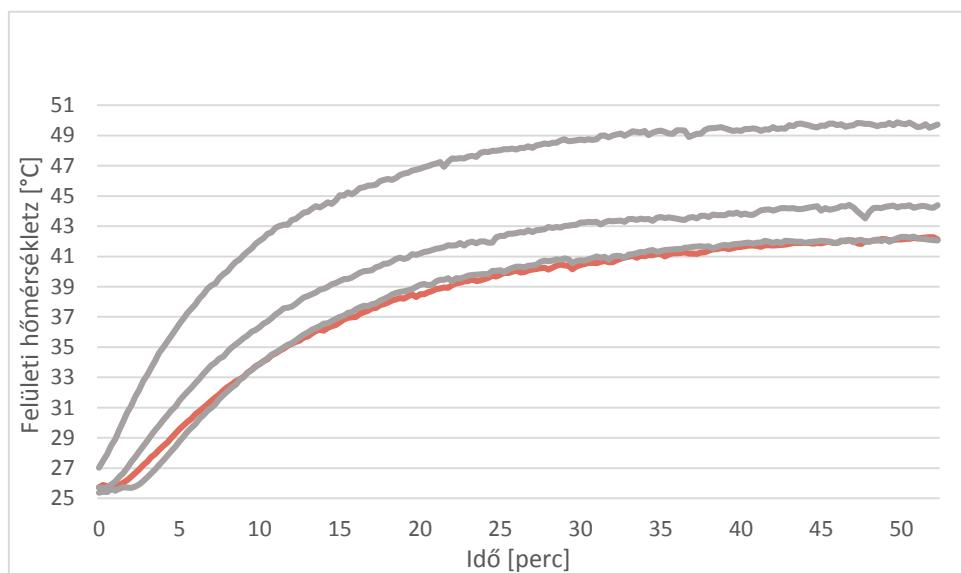
Egyrészt a titán-dioxid a vakolatok esetében valószínűsíthetően kisebb mértékben rontotta a felületi minőséget, mint a festékek esetében, hiszen a kevert vakolatok jelentősen kisebb felmelegedést mutattak, mint a pigment nélküli vakolat. Ez azt jelenti, hogy ezen keverékek esetében a titán-dioxid valóban képes volt jelentős mértékben javítani a reflexiós képességet. Itt feltétlenül meg kell jegyezni, hogy a nagyobb mértékű javítás másik oka, hogy a vakolatok egyáltalán nem, vagy csak nagyon kis mennyiségben tartalmaznak titán-dioxidot, míg a festékek jelentős mennyiségben (5-10%) is tartalmazhatják azt.

Másrészt az a tény, hogy a 15%, illetve a 25% titán-dioxid tartalmú vakolatok esetében mért értékek között nem mutatkozott jelentős eltérés, azzal magyarázható, hogy a 15% arány után további adagolás – csakúgy, mint a festékek esetében – már nem képes tökéletes elkeveredésre, így nem tudja tovább javítani a reflexiós képességet.



47. ábra: A titán-dioxidot tartalmazó vakolatokkal bevont tábla felületi hőmérséklete (piros) a pigment nélküli vakolat felületi hőmérsékletéhez (szürke) képest

A 25%-os titán-dioxid tartalmú vakolat bizonyult a legjobb hővisszaverőnek, ez egészen kicsit kevésbé melegedett fel, mint a 15%-os. Ez tehát azt mutatja, hogy igen kis mértékben még javíthatta a hozzáadott titán-dioxid a reflexiós képességet. Fontos azonban megjegyezni, hogy a két kevert vakolat felületi hőmérséklete közötti 0,11 °C a mérési hibahatáron belül van, így ez az eltérés akár mérési hibából is adódhatott. Bizonyos azonban, hogy nagy eltérést a mért értékekben nem találunk a két anyag között.



48. ábra: A 25% titán-dioxidot tartalmazó vakolat felületi hőmérséklete (piros) a többi vizsgált felülethez képest képest

6. Összefoglalás

A dolgozat a hővisszaverő bevonatok készítésének lehetőségeivel, azok vizsgálatával foglalkozik. Ezek a bevonatok ma az építészetben egyre nagyobb jelentőséget kapnak, főként a globális felmelegedés és a városi hősziget hatás miatt. A bevonatok alkalmazása tetőkön, illetve homlokzatokon nagyban hozzájárulhat mind az épületszerkezetek hőterhelésének csökkentéséhez, mind pedig mikrokörnyezetük felmelegedésének fokozásában, mely utóbbi a hősziget jelenséget jelentős mértékben lecsökkentheti.

A vizsgálatok célja olyan bevonatok készítése volt, melyek sugárzásvisszaverő képességükkel valóban csökkenthetik a felületek hőterhelést. A mérésekhez használt gipszkarton táblák egy általános, önmagában rossz sugárzásvisszaverő képességű felületet modelleznek. A referenciaként használt anyagok olyan nanokerámiás festékek voltak, melyek jelenleg a hazai piacon igen népszerűek. A téma több oldalról való megközelítését egyrészt azzal igyekeztem biztosítani, hogy kültéri és beltéri bevonatokat is vizsgáltam, másrészt pedig két eltérő pigment felhasználásával.

A mérések során az egyedileg kevert festékekkel kisebb felületi felmelegedést sikerült elérnem, mint a nanokerámiás festékek esetében, vagyis azoknál jobb reflexiós képességgel rendelkező festékeket hoztam létre. A vakolatok esetében nem sikerült a nanokerámiás festéknél alacsonyabb értéket elérni, az értékek közötti eltérés azonban mérési pontatlansági határon belül van. Az eltérő értékek a vakolatok és a festékek esetében azzal magyarázhatóak, hogy a diszperziós festék önmagában is igen jó sugárzásvisszaverő (részben titán-dioxid tartalma miatt is), így azt tovább javítva jobb eredmények elérésére volt lehetőség.

Ezen eredmények azt mutatják, hogy a jövőben érdemes lehet ezekhez hasonló bevonatokat készíteni. Fontos kiemelni, hogy a vizsgálatok során a keverések kivétel nélkül kézi eszközök felhasználásával készültek. Éppen ezért a mért értékek kísérleti jellegűek, precíz ipari technológiával előállítva a bevonatokat az általam mért értékeknél akár sokkal jobbak is elérhetőek lenének.

A kísérletek mindenképpen azt igazolják, hogy érdemes új megoldásokon, új irányokon gondolkodni a sugárzásvisszaverő bevonatok megalkotásában. A titán-dioxidot jelenleg is széles körben használják homlokzati bevonatok készítésére, így például e pigment felhasználásával készülnek az ún. öntisztuló homlokzatok is.

Fontos megemlíteni, hogy mindamellett, hogy igen alacsony felületi hőmérséklet elérésére voltak képesek, az általam kevert bevonatok egyik legnagyobb előnye a gazdaságosságban rejlik. Egy ilyen bevonat előállítása ugyanis, a festék vagy vakolat, illetve a hozzáadott pigment beszerzési árát és az előállítás minimális költségét tekintve nagyságrendekkel lehet gazdaságosabb, mint mondjuk egy nanokerámias festék.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani Dr. Nemes Ritának, aki segített nekem az elindulásban és mindvégig nyomon követte, lektorálta a munkámat.

Köszönöm Nagy Balázs munkáját, aki biztosította számomra az Épületfizika labort, segítségemre volt a mérések elvégzésében és az általam választott témakör tanulmányozásában is.

Köszönöm továbbá Vincze Bence demonstrátornak, hogy a vakolatok kikeverésében és felhordásában segédkezett nekem.

Irodalomjegyzék

- 1) Solar Energy Materials & Solar Cells 89 (2005) 319–349

Solar spectral optical properties of pigments - Part I: model for deriving scattering and absorption coefficients from transmittance and reflectance measurements

Ronnen Levinson, Paul Berdahl, Hashem Akbari

- 2) Applied Thermal Engineering 65 (2014) 273e281

Impact of using cool paints on energy demand and thermal comfort of a residential building

Diana Dias, João Machado, Vítor Leal, Adélio Mendes

- 3) Energy and Buildings xxx (2015) xxx–xxx

Investigating performance prediction and optimization of spectral solar reflectance of cool painted layers

Shinichi Kinoshita, Atsumasa Yoshida

- 4) Solar Energy 81 (2007) 488–497

On the development, optical properties and thermal performance of cool colored coatings for the urban environment

Synnefa, M. Santamouris, K. Apostolakis

- 5) Metal Oxide Nanostructures and Their Applications, Chapter: 4, Publisher: American Scientific Publishers, pp.1-36

ZnO Nanoparticles: Growth, Properties, and Applications

Mohammad Vasee, Ahmad Umar, Yoon-Bong Hahn

Internet:

- 1) <http://epuletkarok.hu/szakmai-rovat/a-hatalyban-levo-epuletenergetikai-szabalyozasrol-roviden/>
- 2) <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/faepites-faepites/ch28s05.html>
- 3) <http://epiteszforum.hu/a-fenntarthato-epites-kozhely-vagy-valosag-breeam-es-leed>
- 4) <http://www.hugbc.hu/page.php?id=30>
- 5) <http://www.leeduser.com/credit/nc-2009/ssc7.2>
- 6) http://energy.lbl.gov/coolroof/ref_01.htm
- 7) http://www.met.hu/omsz/palyazatok_projektek/uhi/
- 8) <http://coolroofs.org/product-rating/overview>
- 9) <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/keptar/11582>
- 10) <http://www.elemental.eu/hu/479-cink-oxid.html>
- 11) http://www.researchgate.net/publication/225076578_ZnO_Nanoparticles_Growth_Properties_and_Applications
- 12) http://www.eat.bme.hu/eat/oktatas/feltoltesek/BMEEOEMMST3/epfiz_3..pdf

MELLÉKLETEK

25% TiO₂ és 25% ZnO tartalmú festék mért adatai

27,9	26,53	28,9	36,15	27,23	29
28,03	26,56	28,9	36,2	27,23	29
28,18	26,6	28,9	36,25	27,23	29
28,39	26,62	28,9	36,3	27,23	29
28,57	26,65	28,9	36,32	27,24	29
28,82	26,68	28,8	36,44	27,24	29
29,04	26,71	28,8	36,51	27,24	29
29,23	26,74	28,8	36,63	27,24	29
29,47	26,76	28,8	36,67	27,24	29
29,69	26,79	28,8	36,83	27,24	29
29,92	26,81	28,7	36,83	27,24	29,1
30,1	26,83	28,7	36,77	27,24	29,1
30,34	26,85	28,7	36,87	27,24	29,1
30,55	26,86	28,7	36,99	27,24	29,1
30,74	26,88	28,7	37,05	27,25	29,1
30,89	26,9	28,7	36,95	27,25	29,1
31,06	26,91	28,6	36,99	27,25	29,1
31,24	26,93	28,6	37,11	27,25	29,1
31,41	26,94	28,6	37,13	27,25	29,1
31,6	26,96	28,6	37,19	27,25	29,1
31,79	26,97	28,6	37,18	27,25	29,1
32,02	26,98	28,6	37,18	27,26	29,1
32,19	26,99	28,6	37,2	27,26	29,1
32,3	27,01	28,6	37,36	27,26	29,2
32,46	27,02	28,6	37,4	27,26	29,2
32,65	27,03	28,6	37,36	27,26	29,2
32,83	27,03	28,6	37,38	27,26	29,2
32,96	27,04	28,6	37,4	27,26	29,1
33,1	27,05	28,6	37,52	27,26	29,2
33,23	27,06	28,6	37,56	27,26	29,2
33,4	27,07	28,6	37,5	27,27	29,2
33,62	27,08	28,6	37,6	27,27	29,2
33,65	27,09	28,6	37,54	27,27	29,2
33,72	27,1	28,6	37,5	27,27	29,2
33,86	27,1	28,6	37,67	27,26	29,2
33,97	27,11	28,6	37,86	27,26	29,2
34,13	27,12	28,6	37,88	27,25	29,2
34,23	27,13	28,6	37,81	27,25	29,2
34,26	27,13	28,6	37,75	27,24	29,2
34,43	27,14	28,6	37,82	27,24	29,2
34,47	27,15	28,7	37,8	27,23	29,2
34,63	27,15	28,7	37,83	27,23	29,2
34,75	27,16	28,7	37,87	27,22	29,2
34,76	27,16	28,7	37,92	27,22	29,2
34,82	27,17	28,7	37,86	27,21	29,2
34,89	27,17	28,7	37,85	27,2	29,2
34,95	27,18	28,7	37,86	27,2	29,2
35,07	27,18	28,7	37,87	27,19	29,2
35,16	27,19	28,7	37,92	27,18	29,2
35,2	27,19	28,8	37,94	27,18	29,2
35,24	27,2	28,8	38,08	27,18	29,2
35,31	27,2	28,8	38,07	27,18	29,2
35,47	27,2	28,8	38,11	27,18	29,3
35,62	27,2	28,8	38,17	27,18	29,3
35,65	27,21	28,9	38,27	27,18	29,3
35,75	27,21	28,9	38,31	27,17	29,3
35,85	27,22	28,9	38,24	27,17	29,3
35,83	27,22	28,9	38,2	27,17	29,3
35,97	27,22	28,9	38,24	27,16	29,3
36,03	27,22	28,9	38,22	27,16	29,3
36,06	27,23	28,9	38,29	27,16	29,4

38,29	27,16	29,3	38,97	27,14	29,5
38,22	27,16	29,4	38,99	27,14	29,5
38,31	27,16	29,4	38,95	27,13	29,5
38,33	27,16	29,3	38,85	27,13	29,5
38,31	27,16	29,4	38,91	27,13	29,5
38,35	27,16	29,3	38,94	27,13	29,6
38,3	27,15	29,4	38,94	27,13	29,5
38,38	27,15	29,4	38,94	27,13	29,5
38,38	27,15	29,4	38,96	27,13	29,5
38,39	27,14	29,4	38,96	27,13	29,5
38,49	27,14	29,4	38,96	27,13	29,6
38,37	27,14	29,4	39,02	27,13	29,5
38,41	27,14	29,4	39,04	27,13	29,6
38,35	27,14	29,4	38,93	27,13	29,5
38,35	27,14	29,4	39,07	27,13	29,5
38,39	27,14	29,4	38,99	27,13	29,6
38,53	27,14	29,4	39,09	27,14	29,6
38,39	27,14	29,4	39,03	27,13	29,6
38,41	27,14	29,4	39,11	27,13	29,6
38,49	27,14	29,5	39,14	27,13	29,6
38,48	27,13	29,4	38,99	27,13	29,5
38,42	27,13	29,4	38,95	27,13	29,5
38,55	27,12	29,4	39,07	27,13	29,5
38,44	27,12	29,4	39,13	27,13	29,6
38,56	27,11	29,4	39,16	27,13	29,5
38,46	27,11	29,4	39,11	27,13	29,6
38,67	27,11	29,4	39,07	27,13	29,6
38,7	27,11	29,5	38,93	27,13	29,6
38,68	27,12	29,5	38,95	27,13	29,6
38,72	27,12	29,5	39,03	27,13	29,6
38,63	27,12	29,4	38,97	27,13	29,6
38,49	27,13	29,5	38,96	27,13	29,6
38,46	27,13	29,5	39,06	27,12	29,6
38,5	27,13	29,4	39,09	27,12	29,6
38,58	27,13	29,5	39,07	27,12	29,6
38,58	27,14	29,5	39,07	27,12	29,6
38,5	27,14	29,5	38,98	27,13	29,5
38,62	27,14	29,4	39,08	27,13	29,6
38,6	27,14	29,4	39,06	27,13	29,5
38,56	27,14	29,4	39,16	27,13	29,6
38,7	27,14	29,4	39,1	27,13	29,5
38,7	27,14	29,5	39,04	27,13	29,6
38,72	27,14	29,5	39,15	27,13	29,6
38,7	27,14	29,5	39,15	27,14	29,6
38,78	27,14	29,5	39,21	27,14	29,6
38,8	27,14	29,5	39,29	27,14	29,6
38,86	27,14	29,5	39,35	27,15	29,6
38,94	27,14	29,5			
38,88	27,15	29,5			
38,83	27,15	29,5			
38,81	27,15	29,5			
38,73	27,15	29,5			
38,85	27,15	29,5			
38,79	27,15	29,5			
38,77	27,15	29,5			
38,79	27,15	29,5			
38,8	27,14	29,5			
38,92	27,14	29,5			
38,84	27,14	29,5			
38,84	27,14	29,5			
38,8	27,14	29,6			
38,74	27,14	29,5			
38,86	27,14	29,5			

25% TiO2 tartalmú festék mért adatai

T _w [°C]	T _i [°C]	rH [%]	T [°C]				
				34,6	26,98	42,3	28,8
27,55	26,36	43	29,2	34,58	26,98	42,4	28,8
27,77	26,4	42,6	29,3	34,62	26,98	42,4	28,9
27,98	26,44	42,3	29,5	34,66	26,98	42,4	28,9
28,15	26,47	42	29,5	34,72	26,98	42,3	28,8
28,37	26,49	41,7	29,5	34,78	26,98	42,2	28,9
28,58	26,52	41,6	29,6	34,82	26,98	42,2	28,9
28,78	26,55	41,5	29,6	34,9	26,99	42,2	28,9
28,94	26,57	41,7	29,6	34,94	26,99	42,1	28,9
29,14	26,6	41,2	29,6	34,98	26,99	42,2	28,9
29,34	26,62	41,2	29,5	34,98	26,99	42,2	28,9
29,54	26,64	41,1	29,5	35,06	26,99	42,3	28,9
29,72	26,66	41	29,5	35,1	26,99	42,3	28,9
29,89	26,68	41,2	29,5	35,06	26,99	42,1	28,9
30,07	26,7	41,5	29,5	35,18	26,99	42,1	28,9
30,26	26,72	41,5	29,4	35,16	26,99	42,2	28,9
30,42	26,73	41,5	29,4	35,22	26,99	42,2	28,9
30,53	26,75	41,3	29,3	35,26	26,99	42,2	28,9
30,7	26,76	41,6	29,3	35,24	26,99	42	28,9
30,85	26,77	41,5	29,3	35,24	26,99	42	28,9
31	26,79	41,6	29,2	35,32	26,99	42,2	28,9
31,15	26,8	41,6	29,2	35,41	26,99	42,2	28,9
31,27	26,81	41,6	29,1	35,39	26,99	42,1	28,9
31,42	26,82	41,6	29,1	35,39	26,99	42	29
31,53	26,82	41,7	29,1	35,43	26,99	42,1	29
31,71	26,83	41,7	29,1	35,49	26,99	42,1	29
31,82	26,84	41,9	29,1	35,58	26,99	41,8	29
31,88	26,85	41,9	29,1	35,64	26,99	41,8	29
32,05	26,85	41,8	29,1	35,6	26,99	42	28,9
32,15	26,86	41,9	29	35,64	26,99	42,2	28,9
32,3	26,87	42	29	35,53	26,99	42,3	28,9
32,4	26,87	41,9	29	35,57	26,99	42,4	28,9
32,47	26,88	42,1	29	35,49	26,99	42,2	28,9
32,67	26,89	42,2	29	35,6	26,99	42,4	28,9
32,8	26,9	41,9	29	35,72	26,99	42,6	28,9
32,84	26,9	42,6	28,9	35,62	26,99	42,5	28,9
33,1	26,91	42,6	28,9	35,66	26,99	42,6	28,9
33,09	26,91	42,4	28,9	35,69	26,99	42,6	28,9
33,21	26,92	42,6	28,9	35,71	26,99	42,6	28,9
33,33	26,92	43	28,9	35,77	27	42,3	28,9
33,27	26,93	42,5	28,9	35,68	27	42,5	28,9
33,36	26,93	42,7	28,9	35,79	27	42,4	28,9
33,42	26,93	42,6	28,9	35,78	27,01	42,4	28,9
33,48	26,94	42,7	28,9	35,7	27,01	42,4	28,9
33,52	26,94	42,6	28,9	35,76	27,01	42,4	28,9
33,57	26,94	42,3	28,9	35,73	27,02	42,3	28,9
33,69	26,95	42,3	28,9	35,81	27,02	42,6	28,9
33,73	26,95	42,5	28,9	35,87	27,02	42,5	28,9
33,79	26,95	42,6	28,9	35,84	27,02	42,3	28,9
33,89	26,95	42,5	28,8	35,82	27,02	42,4	28,9
33,97	26,96	42,3	28,8	35,8	27,02	42,5	28,9
34,05	26,96	42,5	28,9	35,78	27,03	42,7	28,9
34,09	26,96	42,5	28,8	35,96	27,03	42,6	28,9
34,19	26,96	42,5	28,8	35,93	27,02	42,4	28,9
34,21	26,96	42,3	28,9	35,87	27,02	42,4	28,9
34,25	26,96	42,4	28,9	35,99	27,02	42,2	28,9
34,33	26,96	42,3	28,9	35,95	27,02	42,4	28,9
34,37	26,97	42,3	28,8	36,01	27,02	42,4	28,9
34,41	26,97	42,3	28,9	36,01	27,02	42,4	29
34,49	26,97	42,4	28,9	35,93	27,02	42,2	29
34,52	26,98	42,2	28,8	35,89	27,02	42,2	29

35,89	27,02	42,2	29	36,5	27,11	42,1	29,1
35,93	27,02	42,1	28,9	36,33	27,11	42	29,1
35,89	27,02	42,3	28,9	36,41	27,11	42,3	29,1
36,02	27,02	42,2	28,9	36,55	27,11	42,2	29,1
36,02	27,02	42,2	29	36,55	27,12	42,1	29,1
36,16	27,02	42,1	29	36,51	27,12	42,2	29,1
36,1	27,02	42,2	28,9	36,54	27,12	42	29,1
36,04	27,01	42,3	29	36,5	27,12	41,9	29,1
36,04	27,01	42,4	28,9	36,54	27,12	42	29,1
36,04	27,01	42,1	29				
36,15	27,01	42,3	29				
36,11	27,01	42,3	29				
36,06	27,01	42,3	29				
36,09	27,01	42,3	29				
36,11	27,01	42,3	29				
36,02	27,01	42,3	29				
36,08	27,01	42,1	29				
36,1	27,01	42,5	29				
35,98	27,01	42,4	29				
36,04	27,01	42,3	29				
36,02	27,02	42,3	29				
36,1	27,02	42,4	29				
36,09	27,02	42,3	29				
36,19	27,02	42,2	29				
36,11	27,03	41,8	29				
36,23	27,03	42,1	29				
36,22	27,04	42,2	29				
36,2	27,04	42,2	29				
36,21	27,05	42,1	29				
36,29	27,05	42,2	29				
36,27	27,05	42,2	29				
36,35	27,05	42,2	29				
36,21	27,05	42,1	29				
36,26	27,05	42,3	29				
36,28	27,06	42,2	29				
36,24	27,06	42,1	29				
36,24	27,06	42,1	29				
36,48	27,07	42,1	29				
36,54	27,07	41,9	29				
36,34	27,08	42	29				
36,32	27,08	42,2	29				
36,39	27,09	42,2	29				
36,27	27,09	42,1	29				
36,29	27,09	42	29				
36,37	27,09	42,1	29				
36,33	27,09	42,4	29				
36,35	27,09	42,5	29				
36,32	27,1	42,4	29				
36,31	27,09	42,1	29				
36,28	27,1	42,1	29				
36,36	27,1	42,2	29				
36,39	27,1	42	29				
36,47	27,1	42,1	29,1				
36,44	27,1	41,8	29				
36,51	27,1	41,9	29,1				
36,42	27,1	42,2	29,1				
36,4	27,1	42,6	29,1				
36,42	27,1	42,6	29,1				
36,5	27,11	42,2	29,1				
36,52	27,11	42,3	29,1				
36,58	27,11	41,9	29,1				
36,5	27,11	42,1	29,1				
36,53	27,11	42,2	29,1				

25% ZnO tartalmú festék mért adatai

T _w [°C]	T _i [°C]	rH [%]	T [°C]				
27,67	26,62	42,6	29,6	35,18	26,74	44,2	29,1
27,72	26,62	42	29,8	35,33	26,75	43,8	29,1
27,8	26,63	41,8	29,8	35,48	26,76	43,7	29,1
27,96	26,63	42	29,8	35,55	26,77	43,7	29,1
28,16	26,63	41,8	29,9	35,69	26,78	43,8	29,1
28,35	26,63	41,9	29,8	35,69	26,78	43,6	29,1
28,58	26,63	42,2	29,8	35,78	26,79	43,3	29,1
28,84	26,63	41,9	29,8	35,8	26,79	43,4	29,1
29,02	26,63	41,9	29,8	35,81	26,8	43,7	29,1
29,22	26,64	41,8	29,7	35,82	26,81	43,7	29,1
29,44	26,64	41,9	29,7	35,89	26,8	43,4	29,1
29,67	26,65	42,1	29,6	35,92	26,8	43,3	29,1
29,85	26,66	42,1	29,6	35,94	26,79	43,3	29,1
30,02	26,67	42	29,6	36,02	26,78	43	29,1
30,24	26,67	42	29,5	36,03	26,77	43,2	29,1
30,4	26,68	42,3	29,6	36	26,76	43,4	29,1
30,6	26,68	42,5	29,4	36,05	26,74	43,3	29,1
30,76	26,68	42,5	29,4	36,15	26,73	43,4	29,1
30,98	26,69	42,5	29,3	36,12	26,72	43,2	29,1
31,21	26,7	42,5	29,3	36,21	26,71	43,3	29,1
31,42	26,71	43	29,3	36,22	26,7	43,3	29,1
31,53	26,73	42,9	29,3	36,31	26,7	43	29,1
31,7	26,74	42,8	29,2	36,41	26,69	43	29,1
31,8	26,75	43,1	29,2	36,39	26,7	42,7	29,1
31,96	26,75	43,3	29,2	36,45	26,7	43,2	29,1
32,16	26,75	43,2	29,2	36,47	26,7	43,2	29,1
32,3	26,75	43,2	29,1	36,47	26,7	42,9	29,1
32,42	26,75	42,9	29,1	36,47	26,7	43,2	29,1
32,51	26,75	43,3	29,1	36,51	26,7	43,3	29,1
32,66	26,76	43,2	29,1	36,53	26,7	43	29,2
32,79	26,76	43,2	29,1	36,6	26,69	42,8	29,2
32,91	26,75	43,2	29,1	36,66	26,69	43	29,2
33,02	26,75	43,3	29,1	36,69	26,68	42,9	29,2
33,11	26,74	43,4	29,1	36,74	26,67	42,7	29,2
33,19	26,74	43,5	29,1	36,81	26,66	42,8	29,2
33,37	26,73	43,3	29,1	36,75	26,66	42,6	29,2
33,44	26,72	43,2	29,1	36,73	26,66	42,6	29,2
33,53	26,71	43	29,1	36,8	26,65	42,6	29,2
33,63	26,7	43	29,1	36,8	26,65	42,4	29,2
33,72	26,69	43,3	29,1	36,77	26,65	42,3	29,2
33,83	26,68	43,2	29,1	36,62	26,63	42,5	29,2
33,88	26,67	43,2	29,1	36,67	26,62	42,9	29,1
33,97	26,66	43,3	29,1	36,7	26,61	42,9	29,1
34,05	26,66	43,4	29,1	36,64	26,6	42,8	29,1
34,12	26,65	43,4	29,1	36,66	26,59	43	29,1
34,27	26,65	43,1	29,1	36,68	26,57	43	29,1
34,33	26,65	43,2	29,1	36,75	26,57	42,9	29,1
34,34	26,64	43,7	29	36,74	26,56	42,7	29,1
34,44	26,64	43,7	29	36,75	26,55	42,5	29,1
34,48	26,64	43,8	29	36,76	26,54	42,5	29,1
34,46	26,64	43,7	29	36,76	26,54	42,7	29,1
34,64	26,65	43,7	29	36,7	26,53	43	29,1
34,74	26,65	43,5	29	36,83	26,53	42,6	29,1
34,82	26,65	43,7	29	36,83	26,53	42,4	29,1
34,83	26,66	43,8	29	36,89	26,53	42,5	29,1
35,08	26,67	43,9	29	36,82	26,52	42,5	29,1
34,99	26,68	44	29	36,87	26,52	42,1	29,1
35,1	26,7	44,5	29	36,89	26,51	42,2	29,1
35,21	26,71	44,5	29	36,9	26,5	42,2	29,1
35,11	26,72	43,9	29	36,95	26,5	42,2	29,1
				36,89	26,49	42,4	29,1

36,98	26,49	42,1	29,1	37,36	26,45	41,8	29,1
36,94	26,48	41,8	29,1	37,25	26,46	41,7	29,1
36,93	26,48	42,1	29,1	37,34	26,47	41,7	29,1
37,01	26,47	42,1	29,1	37,42	26,47	41,7	29,2
36,95	26,47	42	29,1	37,42	26,47	42	29,2
36,98	26,46	42	29,1	37,43	26,47	41,6	29,2
36,92	26,46	42,1	29,1	37,39	26,46	41,6	29,2
36,95	26,45	42	29,1	37,37	26,46	41,6	29,2
36,98	26,45	41,7	29,1	37,39	26,46	41,7	29,2
37,02	26,44	42,2	29,1	37,51	26,46	41,6	29,2
37,01	26,44	42,2	29,1	37,43	26,46	41,3	29,2
37,01	26,44	42	29,1	37,51	26,46	41,3	29,2
37,07	26,43	41,6	29,1	37,45	26,46	41,5	29,2
37,02	26,43	41,9	29,1	37,45	26,46	41,6	29,2
37,04	26,43	41,9	29,1	37,45	26,46	41,4	29,3
37,04	26,43	41,9	29,1	37,43	26,46	41,3	29,3
37,04	26,43	41,9	29,1	37,48	26,46	41,3	29,3
37,02	26,42	42	29,1	37,54	26,46	41,1	29,3
37,07	26,42	42,3	29,1	37,43	26,46	41,2	29,3
37,13	26,42	41,8	29,1	37,53	26,47	41,3	29,3
37,11	26,42	42	29,1	37,48	26,48	41,3	29,3
37,04	26,42	42,1	29,1	37,45	26,49	41,4	29,2
37,04	26,42	42	29,1	37,59	26,49	41,4	29,3
37,1	26,43	42	29,1	37,42	26,5	41,5	29,3
37,04	26,43	42	29,1	37,49	26,5	41,2	29,3
37,14	26,43	42	29,1	37,53	26,51	41,3	29,3
37,1	26,43	42,3	29,1	37,5	26,52	41,3	29,3
37,12	26,43	42	29,1	37,6	26,52	41,5	29,3
37,1	26,42	41,9	29,1	37,55	26,52	41,3	29,2
37,06	26,42	42	29,1	37,53	26,53	41,5	29,2
37,07	26,42	42,1	29,1	37,52	26,53	41,7	29,2
37,11	26,42	42,5	29,1	37,58	26,53	41	29,3
37,11	26,42	42,2	29,1	37,61	26,53	41,3	29,3
37,09	26,42	42,1	29,1	37,63	26,53	41,5	29,3
37,09	26,42	42	29,1	37,67	26,53	41,5	29,2
37,09	26,42	42	29,1	37,6	26,52	41,2	29,3
37,15	26,42	42,2	29,1	37,56	26,52	41,3	29,3
37,23	26,42	41,9	29,1	37,48	26,52	41,6	29,3
37,19	26,42	41,8	29,1	37,54	26,51	41,5	29,2
37,3	26,43	41,7	29,1	37,43	26,51	41,4	29,2
37,26	26,44	41,2	29,1	37,5	26,5	41	29,2
37,29	26,44	41,8	29,1	37,54	26,49	41,2	29,2
37,21	26,44	42	29,1	37,53	26,49	41,6	29,3
37,27	26,44	41,9	29,1	37,45	26,49	41,5	29,3
37,23	26,44	41,8	29,1	37,47	26,49	41,5	29,2
37,22	26,45	42,2	29,1	37,55	26,49	41,8	29,2
37,18	26,45	41,7	29,1	37,44	26,49	41,7	29,2
37,22	26,45	41,9	29,1	37,35	26,5	41,9	29,1
37,28	26,45	41,8	29,1	37,46	26,5	41,6	29,2
37,26	26,45	42,1	29,1	37,35	26,5	41,8	29,2
37,33	26,45	42,1	29,1	37,25	26,5	42	29,1
37,31	26,45	42,1	29,1	37,26	26,49	41,7	29,1
37,37	26,45	41,8	29,1	37,22	26,49	41,7	29,1
37,29	26,44	41,7	29,1	37,18	26,49	41,9	29,1
37,24	26,44	41,7	29,1	37,27	26,48	42,1	29,1
37,24	26,43	41,7	29,1	37,34	26,48	41,9	29,1
37,31	26,43	41,8	29,1				
37,35	26,42	41,5	29,1				
37,41	26,43	41,6	29,1				
37,32	26,43	41,6	29,1				
37,34	26,44	41,4	29,1				
37,33	26,44	41,7	29,1				
37,3	26,45	42	29,1				

50% TiO₂ tartalmú festék mért adatai

T _w [°C]	T _i [°C]	rH [%]	T [°C]				
				36,34	26,17	42,2	28,7
27,2	26,37	44,5	28	36,39	26,17	42,2	28,7
27,2	26,36	44,5	28,1	36,46	26,17	42,2	28,7
27,23	26,36	44,4	28,1	36,57	26,17	42	28,8
27,37	26,35	44,1	28,2	36,59	26,17	41,8	28,8
27,52	26,35	44	28,2	36,74	26,17	41,9	28,8
27,73	26,34	44	28,3	36,75	26,17	42	28,8
27,95	26,33	43,8	28,3	36,84	26,17	42	28,8
28,18	26,32	43,8	28,4	36,9	26,17	41,8	28,9
28,41	26,32	43,6	28,4	36,95	26,16	41,7	28,9
28,68	26,31	43,5	28,4	37,09	26,16	41,8	28,9
28,95	26,3	43,4	28,5	37,08	26,15	42	28,9
29,17	26,29	43,4	28,5	37,1	26,15	41,7	28,9
29,4	26,28	43,2	28,5	37,22	26,16	41,2	28,9
29,69	26,28	43,3	28,5	37,24	26,16	41,4	28,9
29,94	26,28	43,3	28,5	37,31	26,17	41,8	29
30,14	26,28	43,4	28,5	37,31	26,17	41,8	29
30,33	26,28	43,6	28,5	37,37	26,17	41,6	29
30,58	26,27	43,4	28,5	37,49	26,17	41,5	29
30,83	26,26	43,4	28,5	37,51	26,17	41,5	29
31,04	26,25	43,4	28,5	37,61	26,17	41,1	29
31,21	26,25	43,3	28,5	37,63	26,18	41,5	29
31,46	26,24	43,3	28,5	37,81	26,18	41,2	29
31,59	26,23	43,4	28,5	37,83	26,18	41,3	29
31,79	26,22	43,4	28,5	37,76	26,19	41,2	29
31,98	26,22	43,2	28,5	37,88	26,19	41,1	29,1
32,19	26,21	43,2	28,5	37,86	26,19	41,1	29,1
32,39	26,2	43,4	28,4	37,93	26,18	41,5	29,1
32,54	26,19	43,3	28,5	38,03	26,19	41,4	29,1
32,67	26,18	43,3	28,5	38,05	26,19	41,2	29,1
32,86	26,17	43,2	28,5	38,09	26,19	41,1	29,1
33,07	26,17	43	28,5	38	26,19	41,4	29,1
33,17	26,17	43	28,5	38,08	26,19	41,4	29,1
33,41	26,17	43,1	28,5	38,18	26,2	41,2	29,1
33,54	26,17	43	28,5	38,14	26,2	41,3	29,1
33,72	26,17	43	28,5	38,24	26,2	41,2	29,1
33,81	26,17	43	28,5	38,22	26,2	41,3	29,1
33,95	26,17	42,8	28,6	38,27	26,2	41	29,1
34,09	26,17	42,8	28,6	38,34	26,2	40,8	29,1
34,17	26,17	42,8	28,6	38,48	26,2	40,9	29,1
34,48	26,17	42,7	28,6	38,58	26,2	41	29,1
34,53	26,17	42,9	28,6	38,58	26,2	41,1	29,1
34,61	26,16	42,9	28,6	38,62	26,21	41,2	29,1
34,75	26,16	42,6	28,6	38,64	26,21	41,2	29,1
34,82	26,16	42,5	28,6	38,67	26,22	40,7	29,1
34,94	26,16	42,5	28,6	38,51	26,23	41,1	29,1
35,04	26,16	42,4	28,6	38,61	26,24	41,3	29,1
35,11	26,16	42,3	28,6	38,66	26,25	41,2	29,1
35,23	26,15	42,3	28,7	38,6	26,25	41,1	29,1
35,32	26,15	42,3	28,7	38,74	26,25	40,8	29,1
35,44	26,15	42,2	28,7	38,7	26,25	41,2	29,2
35,56	26,15	42,4	28,7	38,8	26,26	41	29,2
35,62	26,16	42,2	28,7	38,88	26,26	41,1	29,2
35,76	26,16	42,2	28,7	38,96	26,25	41	29,2
35,85	26,15	42,1	28,7	38,94	26,25	40,8	29,2
35,93	26,15	42,3	28,7	38,97	26,25	40,9	29,2
35,93	26,15	42,1	28,8	38,91	26,25	40,9	29,2
36,02	26,15	42,5	28,6	38,96	26,24	40,8	29,2
36,13	26,15	42,5	28,6	39,05	26,23	40,7	29,2
36,33	26,16	42,5	28,7	39,02	26,22	40,9	29,2
36,3	26,17	42,3	28,7	38,94	26,22	40,8	29,2

38,95	26,21	40,9	29,2	39,77	26,22	40,6	29,3
39,06	26,2	40,7	29,2	39,74	26,22	40,5	29,3
39,06	26,2	40,8	29,2	39,72	26,22	40,5	29,3
39,04	26,2	40,5	29,2	39,78	26,22	40,6	29,4
39,12	26,2	41,4	29,2	39,74	26,21	40,6	29,4
39,09	26,21	41,3	29,1	39,79	26,21	40,5	29,4
39,29	26,22	40,9	29,1	39,9	26,21	40,6	29,4
39,28	26,22	40,9	29,2	39,88	26,2	40,5	29,4
39,2	26,23	41	29,2	39,78	26,2	40,3	29,4
39,18	26,23	40,9	29,2	39,87	26,19	40,3	29,4
39,25	26,23	40,8	29,2	39,93	26,19	40,3	29,4
39,21	26,24	40,7	29,2	39,91	26,19	40,4	29,4
39,2	26,24	40,8	29,2	39,99	26,2	39,9	29,4
39,14	26,24	40,7	29,2	40,02	26,2	40,4	29,4
39,24	26,24	40,4	29,2	39,97	26,21	40,4	29,4
39,27	26,24	40,8	29,2	39,93	26,21	40,3	29,4
39,29	26,24	40,8	29,2	39,89	26,21	40,3	29,4
39,39	26,23	40,7	29,2	39,75	26,21	40,3	29,3
39,36	26,23	40,8	29,2	39,92	26,2	40,4	29,3
39,39	26,22	40,6	29,3	39,93	26,2	40,3	29,2
39,36	26,21	40,6	29,2	39,92	26,2	40,8	29,3
39,43	26,2	40,5	29,3	39,99	26,2	40,7	29,3
39,44	26,2	40,6	29,2	39,91	26,19	40,6	29,3
39,48	26,19	40,7	29,3	39,85	26,19	40,6	29,3
39,4	26,19	40,7	29,3	39,9	26,18	40,8	29,3
39,39	26,18	40,5	29,3	39,92	26,18	40,8	29,3
39,43	26,18	40,6	29,3	39,82	26,18	40,7	29,3
39,49	26,18	40,6	29,3	39,9	26,18	40,5	29,3
39,42	26,17	40,5	29,3	39,84	26,18	40,4	29,3
39,5	26,17	40,5	29,3	39,78	26,18	40,6	29,3
39,37	26,16	40,5	29,3	40,04	26,19	40,9	29,3
39,48	26,15	40,4	29,3	39,99	26,2	40,9	29,3
39,51	26,15	40,5	29,3	39,71	26,21	41	29,1
39,45	26,14	40,4	29,3	39,62	26,21	41,4	29,2
39,49	26,14	40,5	29,3	39,65	26,21	41,2	29,2
39,46	26,13	40,4	29,3	39,67	26,2	40,8	29,3
39,5	26,13	40,4	29,3	39,8	26,2	41,3	29,3
39,4	26,13	40,5	29,3	39,8	26,2	40,9	29,3
39,42	26,13	40,6	29,3	39,74	26,2	41	29,3
39,51	26,13	40,6	29,3	39,73	26,19	40,7	29,3
39,63	26,13	40,1	29,3	39,65	26,19	40,9	29,3
39,68	26,13	40,3	29,3	39,77	26,19	41,2	29,3
39,63	26,13	40,4	29,3	39,73	26,19	41	29,3
39,51	26,12	40,3	29,3	39,61	26,18	40,8	29,3
39,66	26,12	40,3	29,3				
39,43	26,12	40,4	29,3				
39,46	26,13	40,5	29,3				
39,54	26,14	40,7	29,3				
39,62	26,14	40,7	29,3				
39,63	26,15	40,5	29,3				
39,66	26,15	40,4	29,3				
39,66	26,16	40,6	29,3				
39,72	26,16	40,6	29,3				
39,79	26,17	40,5	29,3				
39,66	26,18	40,5	29,3				
39,73	26,19	40,6	29,3				
39,81	26,19	40,7	29,3				
39,66	26,2	40,6	29,3				
39,75	26,2	40,5	29,3				
39,75	26,21	40,2	29,4				
39,89	26,22	40,2	29,4				
39,8	26,22	40,4	29,4				
39,73	26,22	40,8	29,3				

50% ZnO tartalmú festék mért adatai

T _w [°C]	T _i [°C]	rH [%]	T [°C]				
27,54	26,49	45,6	28,6	36,82	26,79	43,9	29,5
27,7	26,47	45,1	28,7	36,87	26,78	43,6	29,5
27,9	26,46	44,5	28,9	36,74	26,77	43,8	29,5
28,12	26,44	44,1	29	36,82	26,76	43,9	29,5
28,34	26,43	43,6	29,1	36,84	26,74	43,5	29,5
28,61	26,41	43,5	29,1	36,98	26,72	43,4	29,6
28,83	26,4	43,2	29,2	36,94	26,7	43,8	29,5
29,09	26,39	42,8	29,2	36,96	26,68	43,8	29,5
29,32	26,38	42,9	29,2	36,99	26,65	43,5	29,5
29,54	26,36	42,8	29,3	37,09	26,64	43,6	29,4
29,81	26,36	43,1	29,3	37,13	26,62	43,6	29,5
30,07	26,35	43	29,3	37,16	26,6	43,2	29,5
30,29	26,35	43	29,3	37,13	26,59	43,3	29,5
30,59	26,36	42,5	29,2	37,21	26,57	43,1	29,4
30,8	26,36	42,6	29,2	37,31	26,56	43,2	29,4
31,06	26,38	42,7	29,2	37,39	26,54	43,2	29,5
31,3	26,39	42,9	29,2	37,47	26,53	42,9	29,5
31,49	26,41	43,2	29,2	37,44	26,52	42,7	29,5
31,76	26,43	42,7	29,1	37,43	26,5	42,7	29,5
31,93	26,44	43,1	29,2	37,47	26,49	42,7	29,5
32,1	26,45	43,4	29,2	37,54	26,47	42,7	29,5
32,25	26,47	43,5	29,2	37,61	26,46	42,7	29,5
32,46	26,48	43,5	29,2	37,46	26,46	42,8	29,5
32,65	26,5	43,7	29,2	37,49	26,44	42,8	29,5
32,82	26,51	43,7	29,2	37,48	26,44	42,3	29,5
33,01	26,52	43,5	29,3	37,47	26,43	42,4	29,5
33,19	26,53	43,4	29,3	37,54	26,42	42,5	29,5
33,36	26,54	43,2	29,3	37,64	26,41	42,3	29,5
33,5	26,54	43,6	29,3	37,68	26,4	42,4	29,5
33,73	26,56	43,7	29,4	37,63	26,39	42,8	29,5
33,92	26,57	43,6	29,4	37,71	26,39	42,7	29,5
34,01	26,58	43,6	29,4	37,65	26,39	42,5	29,5
34,24	26,6	43,6	29,4	37,75	26,39	42,4	29,5
34,41	26,61	43,4	29,5	37,84	26,39	42,3	29,5
34,52	26,62	43,4	29,5	37,86	26,39	42,2	29,5
34,6	26,63	43,5	29,5	37,91	26,38	42,4	29,5
34,71	26,63	43,7	29,5	37,97	26,38	42	29,5
34,81	26,64	43,5	29,5	37,99	26,38	42,1	29,5
34,99	26,65	43,1	29,5	37,97	26,38	42,2	29,5
35,14	26,65	43,7	29,5	38,01	26,38	42,1	29,5
35,32	26,66	43,5	29,5	38,01	26,38	42,1	29,6
35,45	26,67	43,4	29,5	38,06	26,39	42	29,5
35,55	26,68	43,5	29,5	38,08	26,39	42	29,6
35,65	26,68	43,8	29,5	38,14	26,39	42	29,6
35,74	26,69	43,9	29,5	38,14	26,39	41,7	29,6
35,9	26,7	43,9	29,5	38,18	26,39	41,7	29,6
35,95	26,7	44,1	29,5	38,12	26,39	41,8	29,6
36,13	26,71	43,8	29,6	38,13	26,39	41,7	29,6
36,23	26,71	43,6	29,6	38,21	26,39	41,6	29,6
36,32	26,72	43,9	29,6	38,22	26,39	41,7	29,6
36,48	26,73	43,8	29,6	38,2	26,39	41,8	29,6
36,57	26,74	43,7	29,6	38,27	26,39	41,7	29,6
36,62	26,75	43,7	29,6	38,23	26,39	41,5	29,6
36,7	26,76	43,9	29,6	38,29	26,39	41,4	29,6
36,71	26,76	43,9	29,7	38,31	26,38	41,9	29,6
36,72	26,77	43,8	29,6	38,3	26,38	41,7	29,6
36,63	26,78	43,6	29,6	38,12	26,38	42	29,5
36,87	26,79	43,6	29,6	38,15	26,37	42,1	29,5
36,78	26,79	43,7	29,6	38,35	26,37	41,9	29,5
36,82	26,8	44,2	29,5	38,37	26,37	41,7	29,5
				38,27	26,37	42	29,5

38,45	26,37	42	29,5	39,15	26,41	40,8	29,7
38,38	26,36	41,6	29,5	39,25	26,41	40,8	29,7
38,4	26,36	41,6	29,5	39,17	26,41	40,6	29,7
38,48	26,36	41,6	29,5	39,23	26,41	40,7	29,7
38,42	26,36	41,5	29,5	39,26	26,41	40,7	29,7
38,42	26,36	41,3	29,6	39,3	26,4	40,8	29,7
38,48	26,36	41,6	29,5	39,25	26,39	40,7	29,7
38,44	26,36	41,1	29,5	39,27	26,39	40,7	29,7
38,45	26,37	41,1	29,6	39,32	26,39	40,5	29,7
38,49	26,37	41,5	29,6	39,35	26,39	40,6	29,7
38,62	26,37	41,3	29,6	39,48	26,39	40,7	29,7
38,7	26,37	41,3	29,6	39,39	26,39	40,7	29,7
38,56	26,37	41,5	29,6	39,27	26,4	40,7	29,7
38,62	26,36	41,5	29,6	39,3	26,4	40,7	29,7
38,66	26,36	41,3	29,6	39,26	26,4	40,7	29,7
38,58	26,36	41,7	29,6	39,26	26,4	40,8	29,7
38,65	26,36	41,4	29,6	39,22	26,4	40,6	29,7
38,66	26,36	41,4	29,6	39,15	26,39	41	29,6
38,63	26,36	41,6	29,6	39,23	26,39	40,8	29,6
38,75	26,36	41,4	29,6	39,34	26,39	40,7	29,6
38,71	26,36	41,4	29,6	39,35	26,39	40,8	29,6
38,74	26,35	41,2	29,6	39,37	26,39	40,9	29,7
38,74	26,35	41,2	29,6	39,31	26,4	40,8	29,7
38,72	26,35	41,2	29,6	39,24	26,4	41	29,6
38,82	26,35	41,3	29,6				
38,8	26,35	41,2	29,6				
38,82	26,35	41,4	29,6				
38,76	26,35	41,3	29,6				
38,86	26,35	41,2	29,6				
38,84	26,35	41,1	29,6				
38,82	26,35	40,7	29,6				
38,8	26,35	40,9	29,6				
38,78	26,35	41,1	29,6				
38,86	26,35	41,1	29,6				
38,93	26,36	40,9	29,6				
38,84	26,37	41,2	29,6				
38,82	26,38	41,2	29,6				
38,85	26,38	41,1	29,6				
38,89	26,38	41	29,6				
38,89	26,38	41,1	29,6				
38,89	26,38	41,2	29,6				
38,89	26,38	41	29,6				
38,94	26,38	41,1	29,6				
38,91	26,38	41,1	29,6				
38,97	26,38	40,6	29,6				
39,05	26,38	41	29,6				
38,99	26,39	40,9	29,6				
39,07	26,39	40,9	29,6				
39,11	26,39	40,8	29,6				
39,15	26,39	41	29,6				
39,17	26,39	40,7	29,6				
39,08	26,4	40,8	29,6				
39,08	26,4	40,9	29,6				
39,12	26,4	40,7	29,7				
39,14	26,4	40,8	29,6				
39,11	26,41	41,1	29,6				
39,22	26,41	40,8	29,7				
39,21	26,41	40,3	29,6				
39,27	26,41	40,8	29,6				
39,16	26,41	40,8	29,6				
39,14	26,42	40,7	29,7				
39,27	26,41	40,8	29,7				
39,19	26,41	40,8	29,6				

Bevonat nélküli gipszkarton mért adatai

T _w [°C]	T _i [°C]	rH [%]	T [°C]				
				43,82	27,06	40	29,4
28,17	26,67	40,8	29,4	43,9	27,06	39,9	29,4
28,01	26,67	41	29,2	44,01	27,05	40	29,4
27,97	26,68	41	29,3	44,04	27,05	40	29,4
28,09	26,7	40,8	29,3	44,23	27,04	40	29,5
28,35	26,73	41	29,3	44,21	27,04	39,9	29,5
28,68	26,76	41	29,3	44,36	27,03	40	29,5
29,16	26,79	41,2	29,3	44,37	27,03	39,8	29,5
29,62	26,82	41,4	29,2	44,47	27,02	39,7	29,5
30,1	26,85	40,9	29,2	44,54	27,02	39,6	29,6
30,58	26,87	41,1	29,1	44,68	27,02	39,5	29,6
31,05	26,9	41,2	29,1	44,87	27,02	39,5	29,6
31,5	26,92	41,4	29,1	44,79	27,02	39,4	29,6
31,99	26,93	41,3	29,1	45,02	27,02	39,4	29,6
32,47	26,95	41,2	29,1	44,96	27,01	39,3	29,6
32,89	26,96	41,4	29	45,03	27,01	39,4	29,6
33,41	26,97	41,8	29	45,07	27,01	39,3	29,6
33,85	26,98	42,3	29	45,26	27,01	39,1	29,7
34,35	26,99	42,3	28,9	45,38	27,01	39	29,7
34,8	27	41,9	29	45,4	27,01	39	29,7
35,2	27,01	41,9	29	45,46	27,01	39,1	29,7
35,6	27,02	41,9	29	45,59	27,01	39,1	29,7
35,98	27,04	41,9	29	45,5	27,01	38,9	29,7
36,27	27,05	41,6	29	45,44	27,01	39,1	29,7
36,59	27,06	42	29	45,56	27,01	39	29,7
37,02	27,07	41,8	29	45,69	27,01	39	29,8
37,3	27,09	41,4	29	45,65	27,01	39,2	29,7
37,7	27,1	41,7	29	45,86	27	38,6	29,8
38	27,1	41,6	29	45,82	27	38,9	29,8
38,3	27,11	41,7	29	45,82	27	38,9	29,8
38,68	27,11	41,7	29,1	45,78	26,99	38,9	29,8
38,96	27,12	41,5	29,1	45,81	26,99	38,9	29,8
39,2	27,13	41,6	29,1	45,93	26,99	38,6	29,9
39,55	27,13	41,4	29,1	46,14	26,99	38,8	29,9
39,79	27,13	41,4	29,1	46,13	26,98	38,6	29,9
39,89	27,13	41,3	29,1	46,21	26,98	38,4	29,9
40,08	27,14	41,5	29,1	46,21	26,98	38,4	29,9
40,19	27,14	41,5	29,1	46,22	26,97	38,4	29,9
40,25	27,15	41,3	29,1	46,37	26,96	38,4	29,9
40,35	27,15	41,7	29,1	46,44	26,96	38,5	29,9
40,74	27,15	41	29,1	46,46	26,96	38,4	30
40,82	27,15	41	29,1	46,53	26,95	38,5	29,9
41,09	27,15	41,1	29,1	46,64	26,95	38,2	30
41,34	27,15	40,9	29,1	46,59	26,95	38,3	30
41,58	27,15	41	29,1	46,43	26,95	38,2	30
41,59	27,15	41	29,1	46,6	26,95	38,4	30
41,88	27,15	41	29,1	46,6	26,95	38,2	30
41,96	27,14	40,7	29,1	46,7	26,94	38,1	30
42,12	27,13	40,7	29,2	46,5	26,94	38,1	30
42,27	27,13	40,9	29,2	46,73	26,94	38,2	30
42,54	27,12	40,8	29,2	46,77	26,93	38,1	30
42,71	27,11	40,5	29,2	46,77	26,93	38	30,1
42,82	27,11	40,5	29,2	46,78	26,93	38,2	30,1
43,05	27,1	40,5	29,2	46,86	26,93	38	30,1
43,1	27,1	40,5	29,3	47,01	26,92	38	30,1
43,13	27,09	40,8	29,2	47,05	26,92	38	30,1
43,28	27,09	40,3	29,3	47,16	26,92	37,8	30,1
43,34	27,08	40,3	29,3	47,18	26,92	37,8	30,1
43,53	27,08	40,6	29,3	47,1	26,92	37,8	30,1
43,62	27,07	40,3	29,3	47,09	26,91	37,8	30,1
43,73	27,07	40,2	29,4	47,13	26,91	37,8	30,1

47,21	26,91	37,8	30,1	48,15	26,92	37,4	30,3
47,25	26,91	37,9	30,1	48,39	26,93	37,4	30,3
47,21	26,91	37,8	30,1	48,16	26,93	37,2	30,3
47,33	26,91	37,9	30,2	48,15	26,94	38	30,2
47,39	26,92	37,7	30,2	48,18	26,96	38	30,2
47,35	26,92	37,8	30,2	48,23	26,96	37,7	30,2
47,35	26,92	37,7	30,2	48,32	26,97	37,9	30,3
47,46	26,91	37,5	30,2	48,4	26,98	38	30,3
47,52	26,91	37,6	30,2	48,47	26,99	37,8	30,3
47,53	26,9	37,6	30,2	48,6	27	37,8	30,4
47,61	26,9	37,6	30,2	48,72	27,01	37,6	30,4
47,53	26,9	37,4	30,2	48,76	27,02	37,4	30,4
47,72	26,9	37,2	30,2	48,7	27,02	37,5	30,4
47,64	26,9	37,4	30,2	48,64	27,03	37,7	30,3
47,7	26,89	37,6	30,2	48,67	27,03	37,7	30,3
47,63	26,89	37,6	30,2	48,81	27,04	37,7	30,4
47,52	26,89	37,5	30,2	48,91	27,05	37,9	30,4
47,58	26,89	37,6	30,2	48,76	27,05	37,8	30,4
47,74	26,9	37,6	30,3	48,86	27,06	37,9	30,4
47,66	26,9	37,4	30,2	48,71	27,06	37,9	30,5
47,72	26,9	37,5	30,3	48,83	27,07	37,9	30,5
47,67	26,9	37,4	30,3	48,93	27,07	38	30,5
47,73	26,9	37,4	30,3	48,84	27,07	38	30,5
47,81	26,91	37,4	30,3	49,02	27,08	37,8	30,5
47,71	26,9	37,4	30,3	49,04	27,08	37,9	30,6
47,76	26,9	37,4	30,3	49,1	27,08	38	30,6
47,77	26,91	37,5	30,3	48,68	27,09	38	30,5
47,81	26,91	37,5	30,3	49,06	27,1	38	30,6
47,87	26,91	37,2	30,3	49,2	27,1	38	30,6
47,83	26,91	37,3	30,3	49,18	27,1	37,8	30,6
47,95	26,92	37,3	30,3	49,23	27,11	37,9	30,6
47,72	26,92	37,3	30,3	49,25	27,11	38	30,7
47,97	26,92	37,3	30,3	49,4	27,11	37,7	30,7
47,83	26,91	37,3	30,4	49,29	27,11	37,5	30,7
48,04	26,91	37,3	30,3	49,02	27,12	37,4	30,7
47,98	26,91	37,2	30,3	49,24	27,12	37,8	30,7
47,94	26,91	37,4	30,4	49,26	27,13	38,1	30,7
47,92	26,9	37,2	30,4	49,03	27,13	38	30,7
47,92	26,9	37,3	30,4	49,01	27,13	37,9	30,7
47,88	26,9	37,2	30,4	49,18	27,14	37,7	30,7
48,13	26,9	37,4	30,4	49,12	27,14	37,7	30,7
48,13	26,9	37,3	30,4	49,05	27,15	37,5	30,7
48,05	26,9	37,1	30,4	49,34	27,15	37,6	30,7
48,07	26,9	37,2	30,4	49,29	27,15	37,7	30,8
48,09	26,9	37,2	30,4	49,43	27,16	37,6	30,8
48,01	26,9	37,1	30,4	49,37	27,16	37,4	30,9
48,17	26,9	37,2	30,4	49,49	27,16	37,3	30,9
48,15	26,9	37,2	30,4	49,5	27,17	37,3	30,9
48,25	26,9	37,1	30,4	49,58	27,18	37,3	30,9
48,31	26,91	37,1	30,4	49,57	27,18	37,3	30,9
48,2	26,91	36,9	30,4	49,55	27,19	37,1	31
48,22	26,91	36,9	30,4	49,56	27,19	37,1	31
48,19	26,91	37,1	30,4	49,39	27,2	37,4	31
48,16	26,91	37,1	30,4	49,43	27,2	37,3	31
47,81	26,91	37,3	30,4	49,46	27,21	37,5	31
47,99	26,91	37,5	30,4	49,5	27,21	37,3	30,9
47,99	26,91	37,3	30,4	49,23	27,22	37,4	30,9
48,11	26,92	37,5	30,4	49,12	27,22	37,8	30,9
48,18	26,92	37,3	30,4	49,32	27,22	37,9	30,8
48,18	26,91	37,4	30,4	49,4	27,22	37,7	30,8
47,99	26,91	37,4	30,4	49,28	27,23	38,1	30,9
48,05	26,91	37,6	30,3	49,42	27,23	37,8	30,9
48,15	26,92	37,6	30,4	48,94	27,24	37,7	30,8

Diszperziós festék mért adatai

T _w [°C]	T _i [°C]	rH [%]	T [°C]				
				35,29	26,31	42,3	28,7
27,22	26,17	46,5	26,5	35,35	26,32	42,1	28,7
27,21	26,18	46,5	26,5	35,42	26,33	42,3	28,7
27,18	26,19	46,4	26,5	35,5	26,33	42,4	28,7
27,17	26,2	46,5	26,5	35,49	26,34	42,4	28,7
27,35	26,2	47,5	26,6	35,5	26,35	42,3	28,8
27,44	26,21	46,9	26,7	35,6	26,36	42,2	28,8
27,5	26,21	46,9	26,8	35,64	26,36	42,1	28,8
27,59	26,21	46,8	26,9	35,75	26,36	42	28,9
27,73	26,21	45,8	27	35,81	26,37	41,9	28,9
27,88	26,22	44,8	27	35,87	26,37	42	28,9
28,07	26,22	45,1	27	35,85	26,37	42	28,9
28,29	26,22	45,7	27,1	35,94	26,38	41,6	28,9
28,49	26,22	45,2	27,1	36	26,38	41,9	29
28,72	26,21	44,7	27,2	36,04	26,38	41,9	29
28,91	26,21	45	27,3	36,09	26,39	41,7	29
29,15	26,21	44,9	27,3	36,11	26,4	41,8	29
29,36	26,21	44,8	27,4	36,1	26,4	42,1	29
29,56	26,21	44,8	27,4	36,24	26,4	42,1	29
29,81	26,2	44,4	27,4	36,24	26,4	42	29
30,03	26,2	44,1	27,5	36,33	26,4	41,7	29
30,22	26,2	44,5	27,5	36,39	26,4	41,9	29
30,38	26,2	44,3	27,5	36,37	26,4	41,8	29
30,59	26,2	44,7	27,5	36,31	26,4	41,4	29
30,8	26,19	44,9	27,5	36,49	26,4	41,5	29,1
30,99	26,19	44,7	27,6	36,44	26,4	41,2	29,1
31,2	26,18	44,8	27,6	36,56	26,4	41,7	29,1
31,34	26,18	44,6	27,7	36,57	26,4	41,7	29,1
31,55	26,18	44,3	27,7	36,65	26,4	41,5	29,1
31,75	26,18	44,4	27,7	36,56	26,4	41,4	29,1
31,92	26,17	43,7	27,8	36,56	26,4	41,5	29,1
32,1	26,18	43,6	27,9	36,62	26,4	41,6	29,1
32,26	26,18	43,7	27,9	36,72	26,4	41,5	29,1
32,43	26,18	43,6	27,9	36,79	26,41	41,4	29,1
32,53	26,18	43,8	28	36,76	26,41	41,4	29,1
32,69	26,18	43,6	28	36,74	26,42	41,9	29,1
32,87	26,19	43,5	28	36,86	26,43	41,5	29,2
33,01	26,19	43,6	28	36,83	26,43	41	29,2
33,11	26,19	43,5	28,1	36,91	26,43	41,2	29,2
33,23	26,2	43,3	28,1	36,81	26,43	41,5	29,2
33,31	26,2	43,8	28,1	36,83	26,43	41,4	29,1
33,48	26,2	43,9	28,2	36,83	26,43	41,6	29,1
33,64	26,21	43,4	28,2	36,86	26,42	41,7	29,1
33,72	26,22	43,3	28,2	36,95	26,41	41,4	29,1
33,84	26,22	43,1	28,3	36,92	26,4	41,5	29,1
33,93	26,22	43,1	28,3	36,91	26,39	41,3	29,1
34,03	26,23	43,1	28,3	36,81	26,38	41,4	29,1
34,09	26,23	42,8	28,4	36,89	26,36	41,4	29,1
34,17	26,23	42,8	28,5	37	26,34	41,5	29,1
34,25	26,23	42,7	28,5	36,9	26,33	41,6	29
34,41	26,23	42,2	28,5	36,95	26,32	41,5	29
34,47	26,24	42,2	28,5	36,82	26,3	41,8	29
34,56	26,25	42,8	28,5	36,83	26,29	41,4	29
34,66	26,26	42,9	28,5	36,86	26,28	41,3	29
34,74	26,27	42,7	28,6	36,83	26,27	41,5	29
34,86	26,28	42,3	28,6	36,73	26,25	41,5	29
34,89	26,29	42,4	28,6	36,8	26,24	41,5	28,9
34,98	26,3	42,4	28,6	36,92	26,23	41,6	28,9
35,08	26,3	42,4	28,6	36,89	26,22	41,4	29
35,1	26,3	42,4	28,7	36,93	26,2	41,3	29
35,2	26,31	42,3	28,7	36,91	26,19	41,4	29

36,84	26,18	41,6	28,9	37,07	26,22	41	29
36,93	26,18	41,5	29	37,09	26,22	40,9	29
36,88	26,17	41,3	28,9	37	26,21	40,9	29
36,9	26,16	41,4	29	37,13	26,2	41,2	28,9
36,89	26,16	41,2	29	37,14	26,2	40,7	28,9
36,92	26,15	41,2	28,9	37,2	26,19	41,3	28,9
37,02	26,15	41,1	29	37,18	26,19	41	28,9
36,96	26,14	41,2	29	37,12	26,19	40,9	28,9
36,89	26,14	41,2	29	37,1	26,19	41,3	28,7
36,86	26,13	41	29	36,99	26,2	41,5	28,8
36,93	26,12	41,2	29	36,87	26,2	41,6	28,6
36,98	26,11	41	28,9	36,89	26,2	41,7	28,7
36,95	26,1	40,8	29	36,84	26,2	41,7	28,7
36,93	26,1	41,1	29				
36,98	26,09	41	29				
36,99	26,1	41,3	29				
36,95	26,1	41,3	29				
36,98	26,11	41,2	29				
36,98	26,11	41,3	28,9				
37,05	26,12	41,3	28,9				
36,91	26,12	41,2	29				
36,9	26,12	41,2	28,9				
36,91	26,12	41,3	28,9				
36,85	26,12	41,4	28,9				
36,87	26,12	41,4	28,9				
36,89	26,12	41,3	28,9				
36,89	26,12	41	28,9				
36,94	26,12	41,2	28,9				
36,94	26,13	41,3	28,9				
36,93	26,14	41,3	29				
36,92	26,14	41,2	28,9				
36,95	26,16	41,1	28,9				
37,03	26,18	41,3	28,9				
36,96	26,19	41,2	28,9				
37	26,21	41,2	29				
36,92	26,23	41,3	29				
36,92	26,25	41,4	29				
36,93	26,25	41,3	29				
36,98	26,26	41,2	29				
36,95	26,28	40,9	29				
36,95	26,28	41,4	28,9				
37	26,29	41,2	28,9				
36,89	26,29	41,2	28,9				
36,89	26,3	40,8	28,9				
36,97	26,3	41,2	28,9				
37	26,3	41,2	29				
36,94	26,3	41,2	29				
37,02	26,3	41,1	28,9				
37,04	26,3	41,1	28,9				
36,94	26,31	41,2	28,9				
37,02	26,31	41,3	28,9				
37,02	26,3	41,4	28,9				
37	26,3	41,2	28,9				
36,99	26,3	41,3	29				
37,06	26,29	41,3	29				
36,96	26,28	41,1	28,9				
37,03	26,28	40,9	29				
37,04	26,27	41,3	29				
37,11	26,26	41,1	29				
37,14	26,25	41,2	29				
37,02	26,25	40,8	29				
37,01	26,24	40,9	29				
37,1	26,23	41	29				

Thermo-s nanokerámias festék mért adatai

T _w [°C]	T _i [°C]	rH [%]	T [°C]				
				39,13	26,57	41,8	29
27,2	26,09	45,1	27,5	39,28	26,58	41,6	29
27,33	26,09	44,9	27,5	39,35	26,59	41,7	29,1
27,54	26,09	44,8	27,5	39,43	26,59	41,5	29,1
27,79	26,11	44,8	27,6	39,42	26,6	41,2	29,1
28,08	26,12	44,3	27,6	39,43	26,61	41,6	29,1
28,38	26,13	44,2	27,7	39,61	26,62	41,4	29,1
28,71	26,14	44,1	27,7	39,7	26,62	41,3	29,2
29,01	26,15	44,2	27,7	39,76	26,63	41,2	29,2
29,33	26,15	44	27,8	39,89	26,62	41,3	29,2
29,65	26,16	43,7	27,8	39,9	26,62	41,4	29,2
29,99	26,17	43,8	27,8	39,97	26,61	41,1	29,2
30,31	26,17	43,7	27,8	40,1	26,6	41	29,2
30,61	26,18	43,7	27,9	40,03	26,59	41,1	29,3
30,91	26,18	43,6	27,9	40,09	26,59	41	29,3
31,19	26,19	43,5	27,9	40,06	26,58	41	29,3
31,49	26,18	43,5	27,9	40,01	26,57	41	29,3
31,84	26,18	43,1	28	40,1	26,56	40,8	29,3
32,06	26,18	43,4	28	40,14	26,55	40,8	29,4
32,3	26,18	43,7	28	40,13	26,54	40,6	29,4
32,57	26,18	43,4	28	40,28	26,52	40,7	29,4
32,81	26,18	43,2	28,1	40,17	26,51	41	29,2
33,06	26,18	43,2	28,1	40,3	26,5	41	29,3
33,32	26,18	43	28,1	40,38	26,49	40,7	29,3
33,56	26,19	42,9	28,1	40,42	26,48	40,8	29,4
33,7	26,19	42,9	28,1	40,43	26,46	40,8	29,4
33,9	26,2	43,2	28,1	40,4	26,45	40,5	29,4
34,15	26,21	43,1	28,1	40,4	26,44	40,5	29,4
34,39	26,22	43	28,1	40,55	26,43	40,7	29,4
34,7	26,23	43,1	28,1	40,45	26,42	40,8	29,4
34,95	26,25	43	28,1	40,44	26,42	40,6	29,4
35,17	26,26	43,1	28,1	40,48	26,41	40,6	29,5
35,37	26,28	43	28,2	40,44	26,41	40,6	29,5
35,52	26,29	42,5	28,2	40,61	26,41	40,7	29,5
35,62	26,31	42,8	28,2	40,71	26,41	40,7	29,5
35,8	26,32	43	28,2	40,71	26,41	40,6	29,5
36,03	26,33	43,2	28,3	40,67	26,41	40,4	29,5
36,25	26,34	43,2	28,3	40,74	26,41	40,4	29,5
36,34	26,35	43	28,4	40,73	26,41	40,5	29,5
36,52	26,36	43,1	28,4	40,69	26,41	40,5	29,5
36,69	26,37	42,9	28,5	40,67	26,41	40,5	29,5
36,88	26,38	42,7	28,5	40,74	26,41	40,5	29,5
37,03	26,4	42,8	28,6	40,72	26,41	40,7	29,5
37,18	26,41	42,8	28,6	40,71	26,41	40,7	29,5
37,3	26,43	42,8	28,6	40,73	26,41	40,6	29,5
37,42	26,44	42,5	28,6	40,87	26,41	40,7	29,5
37,5	26,44	42,5	28,7	40,79	26,41	40,4	29,5
37,63	26,45	42,3	28,7	40,81	26,41	40,6	29,5
37,77	26,46	42,3	28,7	40,69	26,41	40,6	29,5
37,84	26,46	42	28,8	40,79	26,41	40,7	29,5
37,92	26,47	42	28,8	40,87	26,41	40,4	29,5
38,11	26,48	42,3	28,8	40,94	26,41	40,3	29,5
38,27	26,49	42,1	28,9	40,87	26,41	40,5	29,5
38,42	26,49	42,1	28,9	40,93	26,42	40,5	29,5
38,54	26,5	41,7	28,9	40,98	26,42	40,4	29,5
38,61	26,51	41,9	28,9	40,96	26,43	40,2	29,5
38,69	26,52	41,9	28,9	40,96	26,43	40,3	29,5
38,84	26,53	41,5	29	41,02	26,43	40,4	29,5
38,81	26,54	41,7	29	40,99	26,44	40,3	29,5
38,86	26,55	42,1	29	40,95	26,44	40,3	29,5
39	26,56	41,9	29	40,93	26,44	40,6	29,5

40,82	26,44	40,6	29,5	41,45	26,47	39,9	29,6
40,82	26,44	40,6	29,5	41,43	26,47	39,7	29,6
40,75	26,45	40,6	29,5	41,24	26,48	40	29,6
40,77	26,46	41	29,4	41,23	26,48	40,4	29,6
40,95	26,46	40,9	29,4	41,31	26,48	40,2	29,6
40,93	26,46	41,1	29,4	41,4	26,48	39,9	29,6
40,92	26,46	40,9	29,4	41,42	26,48	39,8	29,6
41,02	26,47	40,9	29,4	41,38	26,48	39,7	29,6
41,03	26,47	40,9	29,4	41,38	26,48	39,7	29,6
41,02	26,48	40,7	29,5	41,35	26,47	39,6	29,6
41,04	26,49	40,7	29,5	41,46	26,46	39,5	29,6
40,89	26,49	40,7	29,5	41,36	26,46	40	29,6
40,97	26,5	40,6	29,5	41,5	26,46	39,9	29,6
41,07	26,5	40,6	29,5	41,54	26,46	39,5	29,6
41	26,5	40,8	29,4	41,58	26,48	39,5	29,5
41,02	26,51	40,7	29,4	41,59	26,49	39,8	29,5
41	26,51	40,8	29,4	41,64	26,51	40	29,5
40,87	26,51	40,9	29,4	41,7	26,52	40,1	29,6
41,04	26,51	40,7	29,4	41,79	26,54	40,1	29,6
41,07	26,52	40,5	29,4	41,75	26,56	39,7	29,6
41,11	26,52	40,5	29,4	41,71	26,57	39,8	29,5
41,04	26,52	40,6	29,3	41,65	26,59	40,3	29,5
40,94	26,53	40,8	29,3	41,68	26,6	40,2	29,6
41,06	26,53	40,9	29,3	41,81	26,62	40,2	29,6
41,13	26,54	40,8	29,3	41,84	26,63	40,1	29,6
41,07	26,54	40,5	29,3	41,88	26,65	40	29,6
41,21	26,54	40,5	29,4	41,83	26,66	39,9	29,6
41,22	26,54	40,6	29,4	41,78	26,67	40	29,6
41,24	26,53	40,4	29,5	41,74	26,68	40,4	29,6
41,2	26,53	40,7	29,5	41,79	26,69	40,3	29,6
41,21	26,53	40,7	29,5	41,33	26,7	40,1	29,6
41,21	26,52	40,2	29,5	41,46	26,71	40,2	29,6
41,14	26,52	39,9	29,5	41,75	26,72	40,2	29,6
41,19	26,51	40,3	29,5	41,66	26,72	40,2	29,6
41,13	26,5	40,2	29,5	41,47	26,72	40,8	29,6
41,12	26,49	40,1	29,5	41,6	26,72	40,3	29,6
41,15	26,49	40,2	29,5	41,63	26,71	40,2	29,7
41,27	26,48	40,1	29,5	41,6	26,7	40,3	29,7
41,08	26,47	40,3	29,5	41,66	26,68	40,3	29,7
41,08	26,47	40,3	29,5	41,49	26,67	40,2	29,7
41,23	26,46	40,2	29,6	41,5	26,65	40,2	29,7
41,25	26,46	40,3	29,6	41,62	26,64	40,2	29,7
41,21	26,46	40,1	29,5	41,59	26,63	40,1	29,7
41,22	26,46	40,1	29,5	41,66	26,62	40,1	29,7
41,2	26,45	39,9	29,6	41,69	26,61	40,1	29,7
41,16	26,45	40	29,6	41,62	26,6	39,8	29,7
41,17	26,44	39,8	29,6	41,57	26,6	39,9	29,7
41,15	26,44	40	29,5	41,66	26,59	39,9	29,7
41,2	26,43	39,9	29,6	41,65	26,57	39,9	29,7
41,27	26,43	40,2	29,6	41,62	26,56	39,8	29,8
41,38	26,42	40,4	29,6	41,67	26,55	39,7	29,8
41,44	26,42	40,4	29,6	41,64	26,54	39,7	29,8
41,48	26,42	40	29,6	41,62	26,53	39,7	29,8
41,48	26,42	40	29,6	41,61	26,51	39,7	29,8
41,46	26,42	40,1	29,6	41,58	26,5	39,7	29,8
41,48	26,42	40,1	29,6	41,59	26,49	39,6	29,8
41,25	26,43	39,9	29,6	41,7	26,49	39,6	29,8
41,4	26,44	39,9	29,6	41,56	26,48	39,5	29,8
41,41	26,44	39,9	29,6	41,57	26,48	39,6	29,8
41,31	26,45	39,7	29,6	41,43	26,47	39,6	29,8
41,26	26,45	40,1	29,6	41,34	26,46	39,6	29,8
41,42	26,46	40,1	29,6	41,23	26,46	39,5	29,8
41,46	26,46	40,1	29,6				

15% TiO2 tartalmú vakolat mért adatai

T _w [°C]	T _i [°C]	T [°C]				
			37,08	24,95		26,6
25,44	24,97	25,9	37,28	24,95		26,7
25,41	24,98	25,9	37,32	24,95		26,7
25,63	24,99	25,9	37,51	24,95		26,7
25,49	24,99	25,9	37,63	24,95		26,7
25,62	24,99	25,9	37,73	24,95		26,7
25,72	25	25,9	37,69	24,95		26,7
25,7	25	25,9	37,84	24,95		26,8
25,69	25,01	25,9	37,88	24,95		26,8
25,78	25,02	25,9	38,08	24,95		26,8
25,92	25,02	25,9	38,18	24,95		26,8
26,14	25,03	25,9	38,32	24,96		26,8
26,38	25,03	25,9	38,48	24,96		26,9
26,65	25,02	26	38,58	24,96		26,9
26,92	25,02	26	38,65	24,96		26,9
27,22	25,02	26	38,69	24,96		26,9
27,51	25,02	26	38,75	24,96		26,9
27,83	25,02	26,1	38,84	24,95		26,9
28,12	25,02	26,1	38,99	24,95		26,9
28,41	25,01	26,1	39,11	24,95		26,9
28,75	25	26,1	39,17	24,95		27
29,07	25	26,2	39,1	24,94		27
29,4	25	26,2	39,14	24,94		26,9
29,67	25	26,2	39,34	24,94		26,9
29,91	25	26,2	39,46	24,94		27
30,27	25	26,2	39,46	24,94		27
30,5	25	26,3	39,57	24,94		26,9
30,8	25	26,2	39,34	24,94		26,9
30,99	25,01	26,3	39,56	24,95		26,9
31,23	25	26,3	39,54	24,95		27
31,57	25	26,3	39,62	24,95		27
31,83	24,99	26,3	39,74	24,96		26,9
32,08	24,99	26,3	39,77	24,97		27
32,31	24,99	26,4	39,8	24,98		27
32,51	24,99	26,4	39,81	24,99		27
32,82	24,99	26,5	39,84	24,99		27
33,02	24,99	26,5	39,83	25,01		27
33,29	24,99	26,5	40,04	25,02		27
33,49	24,99	26,5	40,05	25,03		27
33,7	24,99	26,5	40,08	25,04		27
33,88	24,99	26,5	39,97	25,05		27
34,05	24,99	26,5	40,14	25,06		27
34,27	24,99	26,5	40,23	25,07		27
34,5	24,99	26,5	40,33	25,08		27
34,64	24,99	26,5	40,32	25,09		27
34,79	24,98	26,5	40,29	25,09		27
34,99	24,97	26,5	40,39	25,1		27
35,16	24,97	26,5	40,41	25,1		27
35,26	24,96	26,5	40,46	25,11		27
35,45	24,96	26,6	40,64	25,11		27
35,64	24,95	26,6	40,72	25,11		27
35,83	24,95	26,6	40,68	25,11		27
35,97	24,95	26,5	40,72	25,12		27
36,15	24,95	26,6	40,82	25,12		27
36,25	24,95	26,5	40,77	25,13	46,6	27,1
36,38	24,95	26,6	40,87	25,13	45,6	27,1
36,56	24,95	26,7	40,81	25,13	45,4	27,1
36,58	24,95	26,7	40,56	25,13	45,7	27,1
36,73	24,95	26,7	40,71	25,13	44,9	27,1
36,87	24,95	26,7	40,75	25,13	44,7	27,1
36,99	24,95	26,6	40,73	25,13	44,7	27,1

40,81	25,12	44,9	27,1	42,07	24,95	42,8	26,6
40,9	25,12	44,7	27,1	41,99	24,95	42,5	26,7
41	25,12	44,5	27,1	42,1	24,95	42,6	26,6
40,92	25,12	44,3	27,1	41,93	24,96	42,7	26,7
40,97	25,11	44,2	27,1	42,05	24,97	42,8	26,7
40,79	25,11	43,7	27,1	42,11	24,97	43,1	26,7
41	25,11	43,9	27,1	41,98	24,97	43,1	26,7
41,04	25,1	44	27,1	42	24,97	43,2	26,8
41,03	25,1	43,7	27,1	42,07	24,97	43,5	26,8
40,91	25,09	44,3	27,1	42,13	24,97	43,3	26,9
41,12	25,09	43,8	27,1	42,01	24,97	43,1	26,9
41,14	25,09	43,5	27,1	42,13	24,97	43,3	26,9
41,21	25,09	43,8	27,1	41,97	24,96	42,7	27
41,29	25,08	43,3	27,1	42,1	24,96	42,6	27
41,27	25,08	43,1	27,1	42,2	24,96	42,7	27
41,38	25,07	43,5	27,1	42,29	24,96	42,9	27
41,43	25,06	43	27,1	42,29	24,96	42,9	27,1
41,3	25,06	43,3	27,1	42,25	24,96	43,1	27,1
41,37	25,05	43,2	27,1	42,31	24,96	42,9	27,1
41,43	25,04	43	27,2	42,2	24,96	42,9	27,1
41,44	25,04	42,9	27,2	42,16	24,96	43,2	27,2
41,47	25,03	43,1	27,1	42,14	24,96	42,9	27,2
41,49	25,03	43	27,2	42,1	24,96	42,5	27,2
41,48	25,02	43,4	27,2	42,08	24,95	42,3	27,3
41,58	25,02	43	27,2	42,05	24,95	42,5	27,3
41,59	25,02	43,4	27,2	42,16	24,94	42,6	27,3
41,64	25,01	42,9	27,2	42,16	24,94	42,8	27,3
41,65	25	43,2	27,2	42,2	24,94	43,2	27,3
41,67	24,99	43,5	27,2	42,23	24,93	43,3	27,3
41,64	24,99	43,2	27,2	42,23	24,93	42,7	27,2
41,68	24,98	43,5	27,2	42,33	24,93	42,8	27,3
41,52	24,98	43,2	27,2	42,29	24,93	43	27,3
41,63	24,97	43	27,3	42,27	24,93	42,8	27,4
41,72	24,97	42,9	27,3	42,25	24,93	42,7	27,3
41,76	24,97	43	27,3	42,33	24,93	42,8	27,3
41,73	24,96	42,9	27,3	42,29	24,93	42,6	27,3
41,81	24,96	43,4	27,3	42,29	24,94	42,7	27,3
41,82	24,95	43	27,3	42,33	24,94	42,8	27,4
41,84	24,95	43	27,3	42,37	24,94	43	27,3
41,9	24,95	43,1	27,3	42,35	24,93	42,8	27,3
41,91	24,95	43,4	27,3	42,27	24,93	43,8	27,3
41,85	24,95	43,1	27,2	42,23	24,93	43,5	27,3
41,91	24,95	43,3	27,2	42,11	24,93	43	27,4
41,91	24,94	43,7	27,2	42,23	24,93	43,2	27,4
42,04	24,94	43,7	27,2	42,14	24,94	43,4	27,4
41,98	24,94	43,1	27,2	41,85	24,95	44,4	27,4
41,9	24,94	43	27,2	42,19	24,95	43,3	27,4
41,98	24,94	43,2	27,2	42,04	24,95	42,9	27,3
41,9	24,94	42,9	27,2	42,29	24,96	42,9	27,4
42,03	24,93	43,1	27,2	42,27	24,96	43,5	27,3
42,01	24,93	43,6	27,1	42,33	24,96	43,4	27,2
42	24,93	42,9	27,2	42,24	24,96	43	27,2
41,98	24,93	43,1	27,2	42,28	24,96	42,8	27,3
41,98	24,93	43,4	27,2	42,32	24,96	42,9	27,4
41,9	24,93	43,1	27,2	42,33	24,96	42,8	27,3
41,96	24,93	43,1	27,2	42,39	24,96	42,8	27,3
41,98	24,93	42,7	27,2	42,12	24,96	43,1	27,3
42	24,93	42,3	27,3	42,13	24,97	42,6	27,4
42,04	24,93	42,7	27,3	42,17	24,97	43,1	27,4
42,02	24,94	43,1	27,2				
41,95	24,94	42,9	27,2				
41,91	24,94	43,6	27,3				
41,91	24,94	42,6	27,3				

25% TiO₂ tartalmú vakolat mért adatai

T _w [°C]	T _i [°C]	rH [%]	T [°C]				
				36,83	24,83	45,4	26,5
25,88	25,39	47,3	25,7	36,93	24,83	45,3	26,5
25,8	25,36	46,7	25,8	36,98	24,84	45	26,5
25,76	25,34	46,5	25,9	36,99	24,84	45,2	26,5
25,77	25,32	46,3	25,9	37,21	24,84	45,4	26,5
25,89	25,3	46,4	26	37,31	24,84	45,7	26,5
26,02	25,29	46,4	25,9	37,39	24,84	45,7	26,5
26,2	25,28	46,7	25,9	37,56	24,84	45,1	26,5
26,42	25,26	47,6	25,9	37,6	24,84	45,1	26,5
26,66	25,24	47,6	25,9	37,78	24,85	44,9	26,5
26,91	25,22	46,6	26	37,85	24,85	45,2	26,5
27,19	25,2	47	25,9	37,94	24,85	45,4	26,5
27,43	25,19	46,5	26	38,08	24,85	45	26,5
27,71	25,18	46,4	26	38,16	24,85	45	26,6
27,93	25,16	46,1	26	38,24	24,85	44,8	26,6
28,21	25,14	46	26	38,21	24,85	44,7	26,6
28,47	25,13	46,4	26	38,35	24,85	45,1	26,5
28,69	25,11	45,9	25,9	38,5	24,85	45	26,6
28,99	25,1	46,2	25,9	38,31	24,84	46,3	26,5
29,29	25,09	46,2	25,9	38,5	24,84	45,7	26,6
29,56	25,08	46,6	25,9	38,51	24,84	44,8	26,7
29,82	25,06	46,5	25,9	38,63	24,83	44,9	26,7
30,04	25,05	46,4	25,9	38,72	24,83	44,9	26,7
30,26	25,04	46,1	25,9	38,83	24,82	45,2	26,7
30,56	25,03	46,4	25,9	38,89	24,82	45	26,6
30,77	25,02	46,4	25,9	38,94	24,81	45	26,6
30,98	25,01	46,6	25,9	38,92	24,81	45,2	26,7
31,22	25	46,6	25,9	39,09	24,81	44,8	26,7
31,45	24,99	46,5	25,9	39,22	24,81	45	26,7
31,69	24,98	46	25,9	39,26	24,8	44,8	26,7
31,88	24,97	46,1	25,9	39,34	24,8	44,9	26,7
32,14	24,96	45,9	25,9	39,37	24,8	44,8	26,7
32,35	24,95	45,9	25,9	39,49	24,8	45	26,8
32,52	24,95	45,9	25,9	39,38	24,79	44,9	26,8
32,73	24,94	46,1	25,9	39,42	24,79	44,7	26,8
32,86	24,93	46,2	25,9	39,5	24,78	44,4	26,8
33,04	24,93	47,1	25,9	39,59	24,78	45	26,8
33,32	24,92	47	25,9	39,73	24,78	44,8	26,9
33,51	24,92	46,5	26	39,67	24,78	44,5	26,9
33,74	24,91	46,3	26	39,79	24,78	44,2	26,9
33,89	24,91	46,4	26	39,92	24,78	44,5	26,9
34,08	24,9	46,2	26	39,89	24,78	44,3	26,9
34,21	24,89	46,2	26,1	39,98	24,78	44,3	26,9
34,46	24,89	46	26,1	40,08	24,78	44,3	26,9
34,59	24,88	46,5	26,1	39,94	24,78	45,5	26,9
34,75	24,87	46,2	26,1	39,96	24,78	44,4	27
34,9	24,86	46,3	26,2	40,07	24,78	44,2	27
35,09	24,85	46,2	26,2	40,13	24,77	44,2	26,9
35,22	24,84	45,9	26,2	40,17	24,77	44,6	26,9
35,35	24,84	46,1	26,2	40,22	24,77	44,8	27
35,43	24,83	46,1	26,2	40,26	24,77	44,6	27
35,64	24,83	45,9	26,3	40,13	24,77	45	26,9
35,71	24,83	46	26,2	40,26	24,77	44,3	26,9
35,9	24,82	46,1	26,3	40,38	24,77	44,3	26,9
36,06	24,82	45,4	26,3	40,48	24,77	44,7	27
36,17	24,82	46,3	26,3	40,4	24,77	44,4	27
36,08	24,82	46	26,3	40,38	24,77	44,6	26,9
36,27	24,82	45,6	26,3	40,16	24,77	44,6	27
36,39	24,82	46,5	26,4	40,34	24,77	45,6	27
36,47	24,83	45,7	26,4	40,43	24,77	44,5	27
36,63	24,83	45,9	26,5	40,49	24,77	44,4	27

40,57	24,77	44,4	27	42	24,79	43,7	27,3
40,57	24,77	45,1	27	42,07	24,79	43,2	27,3
40,55	24,77	44,4	27	42,07	24,79	43,5	27,3
40,65	24,77	44,8	27	42,07	24,78	43,3	27,2
40,71	24,77	44,3	27	41,87	24,78	43,4	27,2
40,61	24,77	44,3	27	41,83	24,78	43,6	27,2
40,61	24,77	44,5	27	42,01	24,78	43,5	27,2
40,74	24,76	44,5	27	41,97	24,78	43,4	27,2
40,86	24,76	44,4	27	42,06	24,78	43,5	27,2
40,94	24,76	44,3	27	42,07	24,77	43,8	27,2
40,98	24,76	44,4	27	42,15	24,77	43,3	27,2
41,04	24,77	44,2	27	42,15	24,77	43,7	27,2
40,92	24,77	44,2	27	42,07	24,77	44	27,1
41,04	24,77	44,3	27	42,09	24,77	43,2	27,2
41,02	24,77	44,2	27	42,12	24,78	43,3	27,2
41,08	24,77	44,3	27	42,12	24,78	43,3	27,2
41,08	24,77	44,6	27	42,17	24,78	43,3	27,2
41,16	24,77	44,6	27	42,17	24,78	43,4	27,2
41,16	24,77	44,4	27,1	42,23	24,78	43,4	27,2
41	24,77	44	27,1	42,19	24,78	43,5	27,3
41,12	24,77	43,8	27,1	42,22	24,78	43,3	27,3
41,22	24,77	43,5	27,1	42,24	24,78	43,2	27,2
41,22	24,77	43,9	27,1	42,28	24,78	43,4	27,2
41,23	24,77	44,3	27,1	42,28	24,78	43,4	27,3
41,28	24,77	43,9	27,1	42,12	24,78	43	27,3
41,2	24,78	43,9	27,1				
41,2	24,78	43,7	27,1				
41,17	24,78	44	27,1				
41,26	24,78	44,3	27,1				
41,28	24,78	44,1	27,1				
41,38	24,78	43,9	27,1				
41,47	24,78	43,7	27,1				
41,49	24,77	44	27,1				
41,55	24,77	44	27,1				
41,55	24,77	44,1	27,1				
41,49	24,77	43,7	27,1				
41,55	24,77	43,8	27,1				
41,61	24,77	43,9	27,1				
41,63	24,78	44	27,1				
41,67	24,77	44	27,1				
41,71	24,78	43,9	27,1				
41,71	24,78	43,9	27,1				
41,69	24,78	43,8	27,1				
41,63	24,78	43,7	27,1				
41,75	24,78	43,7	27,2				
41,75	24,78	43,6	27,2				
41,71	24,78	43,9	27,1				
41,75	24,78	43,9	27,2				
41,77	24,78	43,7	27,2				
41,79	24,78	43,6	27,2				
41,82	24,78	43,3	27,2				
41,9	24,78	43,7	27,2				
41,88	24,78	43,7	27,2				
41,88	24,78	43,7	27,2				
41,89	24,78	43,5	27,2				
41,89	24,78	43,3	27,2				
41,85	24,78	43,4	27,2				
41,89	24,79	43,6	27,3				
41,87	24,79	43,6	27,3				
41,93	24,79	43,1	27,3				
41,99	24,79	43,2	27,3				
41,88	24,79	42,8	27,3				
41,88	24,79	43,5	27,3				

Bevonat nélküli gipszkarton mért adatai

T _w [°C]	T _i [°C]	T [°C]			
			25,11	43	27,2
25,17	44,2	27,1	25,11	43,3	27,2
25,17	44,7	27	25,11	43	27,4
25,18	44,8	27	25,11	42,4	27,5
25,18	45,6	26,9	25,11	42,2	27,4
25,19	45,1	26,8	25,11	42,4	27,4
25,2	45	26,8	25,11	42,7	27,4
25,2	45,3	26,8	25,11	42,4	27,5
25,2	45,3	26,8	25,1	42,8	27,4
25,21	45,4	26,7	25,1	42,1	27,4
25,2	45,7	26,7	25,1	42,3	27,3
25,2	45,2	26,8	25,1	42,4	27,3
25,2	45,2	26,7	25,1	42,7	27,3
25,19	45,1	26,7	25,1	42,5	27,4
25,19	45	26,6	25,1	42,3	27,4
25,19	45	26,6	25,1	42,3	27,5
25,18	45,1	26,6	25,1	42,2	27,6
25,18	45,1	26,6	25,09	41,9	27,7
25,18	45,3	26,6	25,09	41,4	27,6
25,17	44,9	26,6	25,09	41,6	27,5
25,17	45,4	26,6	25,09	42	27,5
25,16	45,1	26,6	25,09	41,9	27,5
25,16	45,1	26,7	25,09	42,3	27,5
25,15	45,2	26,7	25,09	42,4	27,5
25,15	45,1	26,8	25,09	41,6	27,5
25,14	44,8	26,7	25,09	42,1	27,5
25,14	45,2	26,7	25,08	41,9	27,5
25,13	44,6	26,8	25,08	41,7	27,6
25,13	44,7	26,8	25,08	41,9	27,7
25,12	44,7	26,8	25,09	41,4	27,7
25,12	44,6	26,8	25,09	41,5	27,7
25,11	44,2	26,9	25,09	41,5	27,6
25,11	44,3	26,9	25,09	41,7	27,6
25,11	44,2	27	25,09	41,8	27,5
25,1	44,1	26,9	25,09	42,2	27,6
25,1	44,2	26,9	25,09	42,4	27,6
25,1	44	27	25,09	41,7	27,6
25,1	43,7	27	25,09	41,7	27,6
25,1	43,7	27	25,09	41,8	27,6
25,1	43,5	27	25,09	41,8	27,6
25,09	43,6	26,9	25,09	41,6	27,8
25,09	43,9	26,9	25,09	41,2	27,6
25,09	43,8	27	25,09	41,6	27,7
25,09	43,6	27	25,09	41,7	27,7
25,09	43,5	27,1	25,09	41,6	27,8
25,09	43,4	27,1	25,08	41,6	27,7
25,09	43,4	27,1	25,08	41,5	27,6
25,1	43,5	27,1	25,08	41,6	27,6
25,1	43,3	27,2	25,08	41,7	27,6
25,1	43	27,2	25,08	41,9	27,7
25,1	43,1	27,2	25,08	41,6	27,7
25,09	43	27,2	25,08	41,9	27,7
25,09	43,6	27,2	25,08	41,9	27,6
25,09	43	27,3	25,08	41,9	27,6
25,09	43	27,4	25,08	41,7	27,6
25,09	42,5	27,3	25,07	42	27,7
25,09	42,9	27,2	25,07	41,5	27,7
25,1	42,8	27,2	25,07	41,7	27,6
25,1	42,9	27,3	25,07	42	27,5
25,1	43	27,2	25,07	42	27,5
25,11	43,3	27,2	25,07	42,2	27,5

25,07	42,6	27,6	25,1	42	27,9
25,07	42,1	27,6	25,1	41,7	27,8
25,07	42	27,7	25,1	41,8	27,7
25,07	42,1	27,6	25,1	42	27,7
25,07	42,3	27,7	25,1	41,7	27,7
25,07	42,1	27,6	25,1	41,9	27,8
25,07	42	27,5	25,1	41,8	27,7
25,07	42,2	27,6	25,1	42	27,6
25,07	41,9	27,6	25,11	42,5	27,6
25,07	42	27,6	25,11	42,4	27,8
25,07	41,8	27,7	25,11	42,1	27,8
25,07	41,7	27,6	25,11	41,8	27,8
25,07	42,3	27,6	25,11	41,9	27,8
25,07	41,9	27,8	25,11	41,9	27,7
25,07	41,8	27,8	25,11	42	27,7
25,06	42,2	27,9	25,11	42,2	27,7
25,06	41,7	27,9	25,1	42,1	27,8
25,06	41,3	28	25,1	42,2	27,9
25,06	41,3	28	25,1	41,9	28
25,06	41,4	28	25,1	41,8	28,1
25,05	41,6	27,9	25,11	41,7	28,2
25,05	41,3	28	25,11	41,8	28,1
25,05	41,2	27,9	25,1	41,4	28,1
25,05	42	27,9	25,1	41,1	28,2
25,06	41,4	28	25,1	40,9	28,1
25,06	41,3	27,8	25,1	41,4	28
25,06	41,5	27,9	25,1	41,1	28,2
25,06	41,5	27,7	25,1	41,1	28,2
25,07	41,8	27,7	25,1	41,2	28,1
25,07	41,8	27,9	25,1	41,1	28,2
25,07	41,8	28	25,1	40,9	28,1
25,07	41,3	27,8	25,09	41,1	28
25,06	41,7	27,8	25,09	41,4	28
25,06	41,8	27,9	25,09	41,4	28
25,06	41,5	28	25,09	41,8	27,9
25,06	41,5	28	25,09	41,6	28
25,07	41,6	27,8	25,09	41,6	27,9
25,07	41,9	27,8	25,09	41,9	27,9
25,07	42,1	27,8	25,09	42,1	27,7
25,08	42,3	27,8	25,1	42,2	27,9
25,09	42	27,8	25,1	42	27,9
25,09	42,1	27,6	25,1	41,6	27,9
25,1	42,5	27,6	25,1	42,1	27,6
25,1	42,5	27,7	25,09	42,1	27,7
25,11	41,9	27,8	25,09	42,3	27,9
25,11	42	27,7	25,09	41,9	27,9
25,11	41,8	27,7	25,09	41,9	27,8
25,11	41,9	27,7	25,09	42,2	27,8
25,11	42,1	27,6	25,09	42	27,8
25,11	42,2	27,6	25,09	41,7	27,8
25,11	42,1	27,6	25,1	41,6	27,9
25,11	42,2	27,6	25,1	41,6	28
25,11	42,2	27,7	25,1	41,7	27,9
25,12	42,1	27,6	25,1	42,2	27,7
25,12	42	27,6	25,1	42,2	27,8
25,12	42	27,6	25,1	42,1	27,8
25,12	42,2	27,8	25,11	42,4	27,7
25,12	42	27,7			
25,12	41,9	27,9			
25,11	41,4	27,9			
25,11	41,8	27,9			
25,11	41,8	27,9			
25,11	41,6	27,8			

Pigment nélküli vakolat mért adatai

T _w [°C]	T _i [°C]	rH [%]	T [°C]				
				39,5	24,98	44	26,7
25,66	25,04	44,3	25,9	39,51	24,98	44,2	26,7
25,74	25,04	45,1	25,9	39,61	24,98	44,2	26,7
25,89	25,05	44,3	25,9	39,78	24,98	44,5	26,7
26,11	25,05	44,4	25,9	39,92	24,97	44,2	26,7
26,4	25,05	44,8	25,9	40,03	24,97	44,2	26,7
26,67	25,05	45,1	25,9	40,04	24,97	43,9	26,8
27,01	25,04	44,9	25,9	40,08	24,96	43,9	26,8
27,4	25,04	44,9	25,9	40,29	24,96	43,8	26,8
27,71	25,04	45	25,9	40,37	24,96	44,1	26,8
28,1	25,04	45,2	25,9	40,52	24,96	44	26,8
28,45	25,03	45,7	25,9	40,54	24,96	43,7	26,9
28,8	25,03	45,6	26	40,66	24,96	43,7	26,9
29,17	25,02	45,6	26	40,83	24,95	43,9	26,9
29,53	25,02	45,5	26	40,91	24,95	43,9	26,9
29,82	25,01	45,9	26	40,84	24,95	43,8	26,9
30,17	25,01	45,9	26,1	40,92	24,95	44,2	26,9
30,5	25	45,6	26,1	41,14	24,95	43,9	26,9
30,81	25	45,8	26,1	41,1	24,95	43,7	26,9
31,06	24,99	46,2	26,1	41,19	24,95	43,1	27
31,45	24,99	46	26,2	41,29	24,95	43,4	27
31,76	24,99	46	26,2	41,33	24,95	43	26,9
32,05	24,99	45,5	26,2	41,43	24,95	43,1	26,9
32,32	24,98	45,5	26,2	41,5	24,96	43,5	27
32,62	24,98	45,4	26,2	41,55	24,95	43,5	27
32,9	24,97	45,5	26,3	41,61	24,95	43	26,9
33,23	24,97	45,6	26,2	41,75	24,96	43,7	26,9
33,52	24,97	45,3	26,3	41,73	24,96	43,5	26,9
33,8	24,97	45,1	26,3	41,74	24,97	43,3	27
34	24,96	45,3	26,3	41,9	24,97	43,1	27
34,24	24,96	45,4	26,3	41,72	24,97	43,5	26,9
34,37	24,95	45,5	26,3	41,92	24,97	42,6	27
34,7	24,95	45,5	26,4	41,98	24,97	42,9	27
34,97	24,95	45,4	26,4	41,86	24,97	43,1	27
35,18	24,95	45,8	26,5	42	24,98	43	27
35,36	24,94	45,5	26,5	42	24,98	42,7	27
35,59	24,94	45,4	26,5	41,92	24,98	42,6	27
35,77	24,95	45,1	26,5	41,92	24,98	42,2	27
36,02	24,95	45,6	26,5	42,27	24,97	-----	27
36,12	24,95	45,6	26,5	42,35	24,97	-----	27
36,32	24,95	45,5	26,5	42,36	24,97	-----	27
36,55	24,95	45	26,5	42,5	24,97	-----	27
36,71	24,95	45,1	26,5	42,5	24,97	-----	27
36,92	24,95	44,9	26,5	42,54	24,97	-----	27
37,16	24,95	44,7	26,5	42,6	24,97	-----	27
37,33	24,95	44,7	26,5	42,59	24,98	-----	27
37,57	24,95	44,4	26,5	42,73	24,99	-----	27
37,61	24,95	44,9	26,5	42,6	24,99	-----	27
37,67	24,95	45,2	26,6	42,74	24,99	-----	27
37,87	24,96	45,1	26,6	42,76	24,99	-----	27
38,07	24,96	44,6	26,6	42,81	24,99	-----	27
38,29	24,96	44,8	26,5	42,95	24,99	-----	27
38,37	24,97	44,9	26,6	42,88	25	-----	27
38,51	24,97	44,7	26,5	42,94	25	-----	27,1
38,61	24,97	44,7	26,6	42,9	25	-----	27,1
38,8	24,97	44,5	26,7	43,02	25	-----	27,1
38,86	24,97	44,7	26,7	43,04	25	-----	27,1
38,98	24,98	44,1	26,7	43,07	25	-----	27,1
39,16	24,98	44,2	26,7	43,1	25	-----	27,1
39,24	24,98	44,7	26,6	43,24	25,01	-----	27,1
39,38	24,98	44	26,6	43,24	25,01	-----	27,1

43,28	25,01 -----	27,1	44,31	25,01 -----	26,6
43,26	25,01 -----	27,1	44,4	25,01 -----	26,7
43,29	25 -----	27,1	44,24	25 -----	26,7
43,27	25 -----	27,1	43,11	25 -----	27,1
43,36	24,99 -----	27,1	43,99	25 -----	26,7
43,32	24,99 -----	27,1	43,76	25 -----	26,7
43,36	24,99 -----	27,1	43,53	25,01 -----	26,8
43,38	24,99 -----	27,1	43,94	25,02 -----	26,8
43,28	24,99 -----	27,1	44,2	25,02 -----	26,9
43,48	24,99 -----	27,1	44,21	25,03 -----	26,9
43,48	24,99 -----	27,1	44,19	25,03 -----	26,9
43,42	25 -----	27,1	44,29	25,03 -----	27
43,5	25 -----	27,1	44,32	25,04 -----	27
43,45	25 -----	27,1	44,37	25,04 -----	27
43,47	25,01 -----	27,1	44,24	25,04 -----	27
43,35	25,01 -----	27,1	44,33	25,03 -----	27,1
43,57	25,01 -----	27,1	44,33	25,03 -----	27,1
43,61	25,01 -----	27,2	44,38	25,03 -----	27,1
43,55	25,01 -----	27,2	44,21	25,03 -----	27,1
43,59	25,01 -----	27,1	44,28	25,02 -----	27,2
43,54	25,02 -----	27,2	44,34	25,02 -----	27,2
43,49	25,01 -----	27,2	44,32	25,02 -----	27,2
43,44	25,01 -----	27,2	44,24	25,02 -----	27,3
43,41	25,01 -----	27,2	44,22	25,02 -----	27,3
43,57	25,01 -----	27,2	44,38	25,02 -----	27,3
43,6	25 -----	27,2	44,25	25,02 -----	27,3
43,52	25 -----	27,2	44,07	25,02 -----	27,3
43,68	25 -----	27,2	44,19	25,03 -----	27,3
43,69	25 -----	27,2	44,48	25,03 -----	27,2
43,6	25 -----	27,2	44,55	25,03 -----	27,3
43,77	24,99 -----	27,3	44,33	25,04 -----	27,3
43,73	25 -----	27,3	44,14	25,04 -----	27,4
43,73	25 -----	27,3	44,38	25,04 -----	27,3
43,73	25 -----	27,3	44,31	25,05 -----	27,3
43,85	24,99 -----	27,3	44,39	25,05 -----	27,3
43,81	24,99 -----	27,3	44,36	25,06 -----	27,3
43,9	24,99 -----	27,3	44,26	25,06 -----	27,4
43,76	24,99 -----	27,3	44,15	25,07 -----	27,3
43,84	24,99 -----	27,3	44,26	25,08 -----	27,3
43,76	24,98 -----	27,2	44,31	25,09 -----	27,3
43,76	24,98 -----	27,2	44,18	25,09 -----	27,3
43,91	24,98 -----	27,2	44,36	25,1 -----	27,4
44,05	24,98 -----	27,2	44,42	25,11 -----	27,4
44,09	24,98 -----	27,2	44,43	25,11 -----	27,4
44,11	24,98 -----	27,2	44,41	25,11 -----	27,4
44,03	24,98 -----	27,2	44,41	25,11 -----	27,4
44,12	24,98 -----	27,2	44,36	25,11 -----	27,3
44,2	24,98 -----	27,2	44,41	25,11 -----	27,4
44,2	24,97 -----	27,1	44,55	25,11 -----	27,3
44,18	24,97 -----	27,2	44,51	25,11 -----	27,2
44,2	24,97 -----	27,2	44,47	25,11 -----	27,2
44,14	24,98 -----	27,2	44,49	25,11 -----	27,3
44,14	24,98 -----	27,2	44,24	25,11 -----	27,4
44,17	24,98 -----	27,2	44,47	25,11 -----	27,3
44,25	24,99 -----	27,2	44,47	25,11 -----	27,3
44,29	24,99 -----	27,3	44,51	25,11 -----	27,3
44,33	24,99 -----	27,3	44,58	25,11 -----	27,4
44,02	24,99 -----	27,2	44,58	25,11 -----	27,4
44,2	25 -----	27,2	44,25	25,1 -----	27,3
44,1	25 -----	27,3	44,24	25,1 -----	27,4
44,14	25 -----	27,3	44,48	25,1 -----	27,3
44,19	25 -----	26,6	44,38	25,1 -----	27,3
44,32	25,01 -----	26,7	44,37	25,11 -----	27,3