



Öntészeti szimuláció, hőfizikai adatbázis

Szerző: Dr. Molnár Dániel

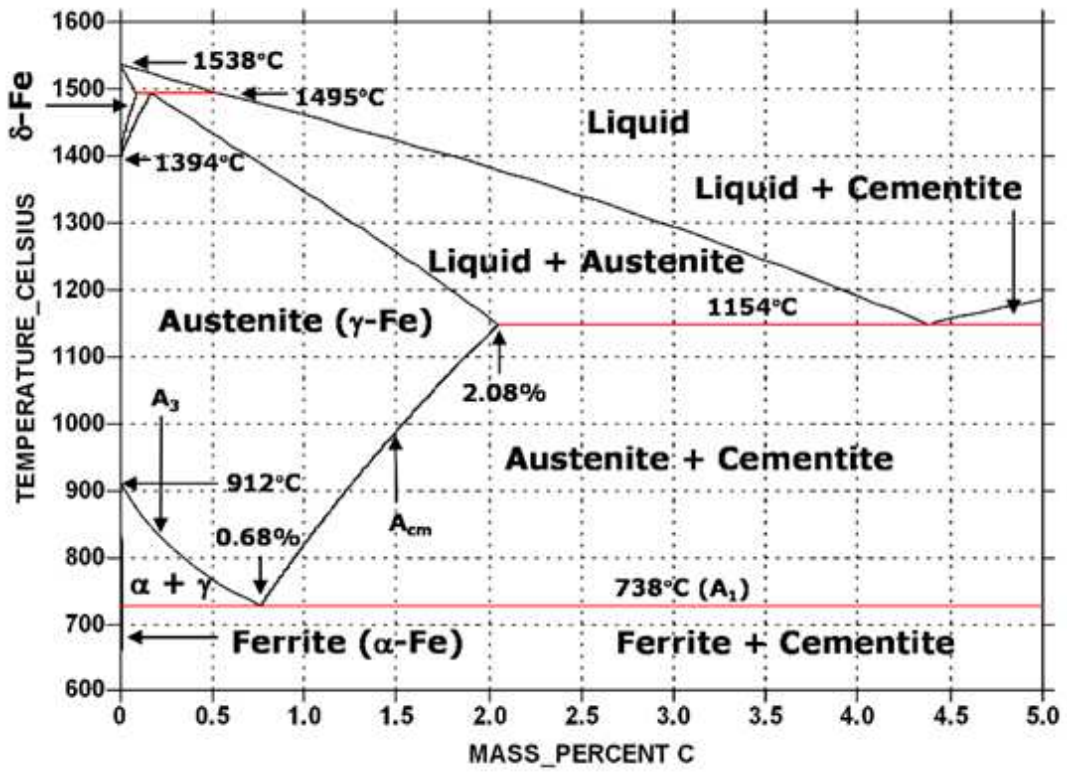
Korszerű anyag-, nano- és gépészeti technológiákhoz kapcsolódó műszaki képzési területeken kompetencia alapú, komplex digitális tananyag modulok létrehozása és on-line hozzáférésük megvalósítása
(TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0001)

Tartalom

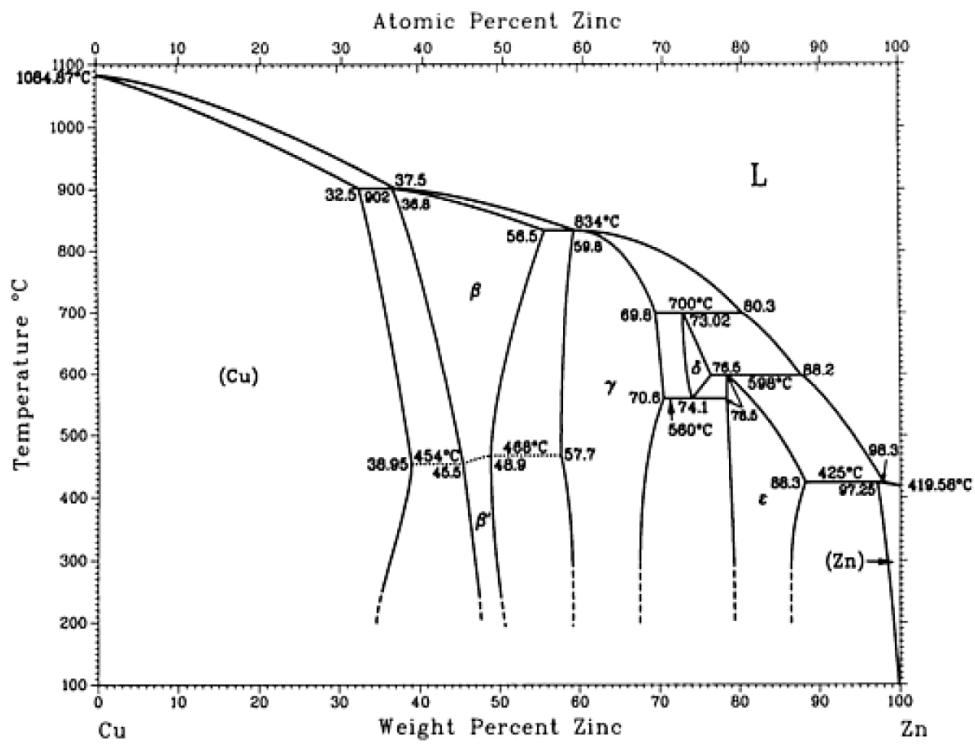
| | |
|---|-----------|
| 1. Fázisdiagramok | 4 |
| 2. Öntészeti ötvözetek kémiai összetétele..... | 7 |
| 2.1 Alumínium nyomásos öntészeti ötvözetek kémiai összetétele | 7 |
| 2.2 Magnézium nyomásos öntészeti ötvözetek kémiai összetétele | 8 |
| 2.3 Rézbázisú nyomásos öntészeti ötvözetek kémiai összetétele | 8 |
| 2.4 Cinkbázisú nyomásos öntészeti ötvözetek kémiai összetétele | 9 |
| 3. Öntészeti ötvözetek mechanikai tulajdonságai | 10 |
| 3.1 Alumínium-nomásos ötvözetek mechanikai tulajdonságai..... | 10 |
| (öntött állapotban, szobahőmérsékleten) | 10 |
| 3.2 Magnézium-nomásos ötvözetek mechanikai tulajdonságai | 11 |
| 4. Öntészeti ötvözetek mechanikai és hőfizikai tulajdonságai..... | 13 |
| 4.1 Alumínium ötvözetek folyáshatára és szakítószilárdsága | 14 |
| 4.2 Magnézium ötvözetek folyáshatára és szakítószilárdsága..... | 14 |
| 4.3 Cink ötvözetek szakítószilárdsága (MPa)..... | 14 |
| 4.4 AZ91 és ZnAlCu1 nyomásos öntészeti ötvözetek számított és mért 0,2%- rugalmassági határa | 15 |
| 4.5 Színfémek rugalmassági modulusa (GPa) | 15 |
| 4.6 Öntészeti ötvözetek mért és számított rugalmassági modulusa (GPa) | 15 |
| 4.7 Nyomásos öntészeti ötvözetek számított rugalmassági modulusa (GPa)..... | 16 |
| 4.8 Nyomásos öntészeti ötvözetek fizikai tulajdonságai szobahőmérsékleten..... | 16 |
| 4.9 Egyes elemek fizikai tulajdonságai | 17 |
| 4.10 Öntészeti ötvözetek számított és mért sűrűsége szilárd és folyékony állapotban..... | 17 |
| 5. További öntészeti ötvözetek és segédanyagok hőfizikai tulajdonságai | 18 |
| 5.1 Alumínium ötvözetek hőfizikai tulajdonságai..... | 18 |
| 5.2 Magnézium ötvözetek hőfizikai tulajdonságai | 18 |
| 5.2 Nyomásos öntészeti ötvözetek hőfizikai anyagtulajdonságai..... | 19 |
| 5.5 Nyomásos öntészeti alumínium ötvözetek mechanikai tulajdonságai..... | 20 |
| 5.6 Nyomásos öntészeti ötvözetek rugalmassági modulja (GPa)..... | 21 |
| 5.7 Nyomásos öntészeti ötvözetek hőfizikai anyagtulajdonságai..... | 22 |
| 5.8 Magnéziumötvözetek hőfizikai anyagtulajdonságai..... | 23 |

| | | |
|------|---|----|
| 5.9 | Nyomásos öntészeti szerszámacél (2343) (X40CrMoV51) hőfizikai anyagtulajdonságai .. | 24 |
| 5.10 | Gömbgrafitos öntöttvas ötvözetek mechanikai tulajdonságai | 24 |
| 5.11 | Gömbgrafitos öntöttvasak hőfizikai anyagtulajdonságai..... | 25 |
| 5.12 | Átmeneti grafitos öntöttvas anyagtulajdonságai..... | 26 |
| 6.1 | AlSi9Cu3 hőfizikai adato | 27 |
| 6.2 | CuSn6 hőfizikai adatok..... | 32 |
| 6.3 | EN-GJL-150 hőfizikai adatok..... | 37 |
| 6.4 | Furángyantás homokkeverék hőfizikai adatok | 42 |

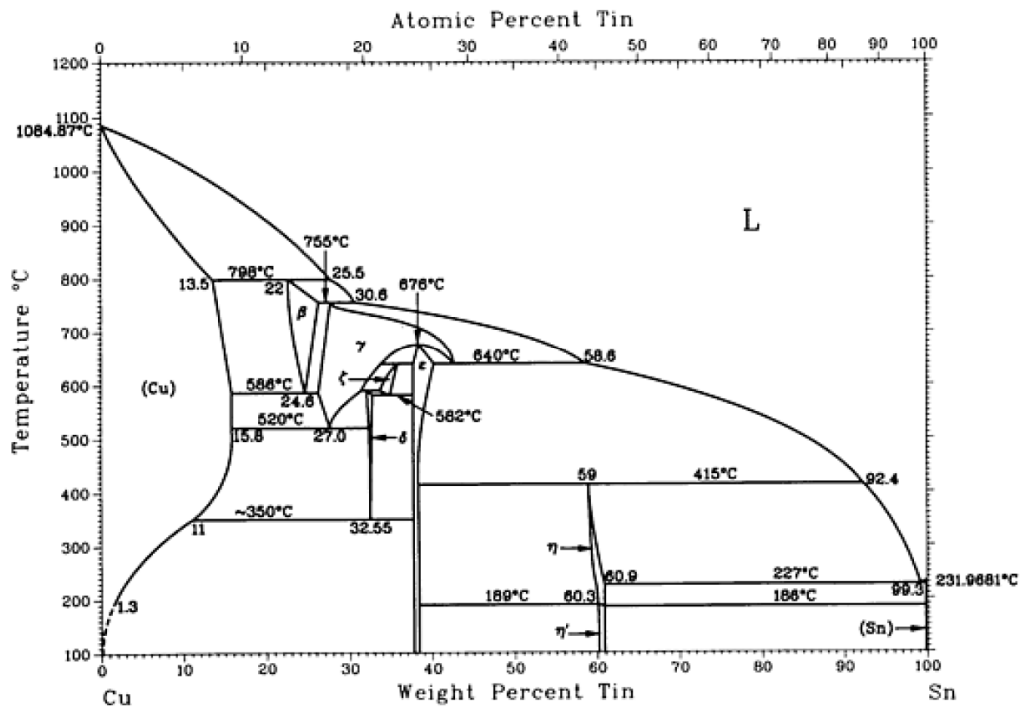
1. Fázisdiagramok



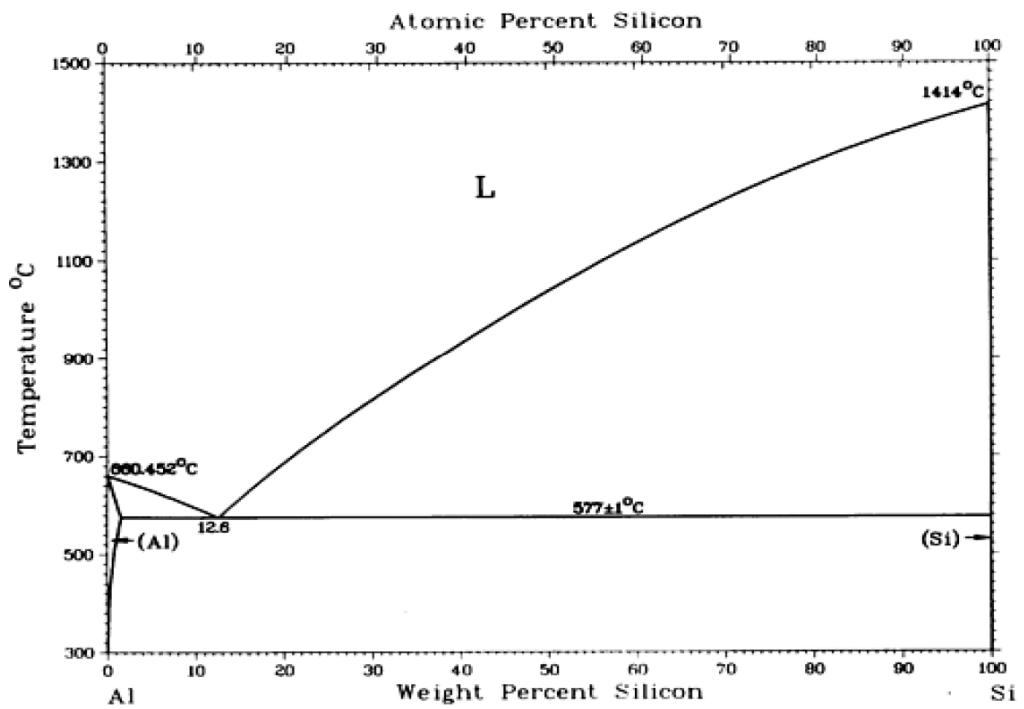
Fe-C fázisdiagram



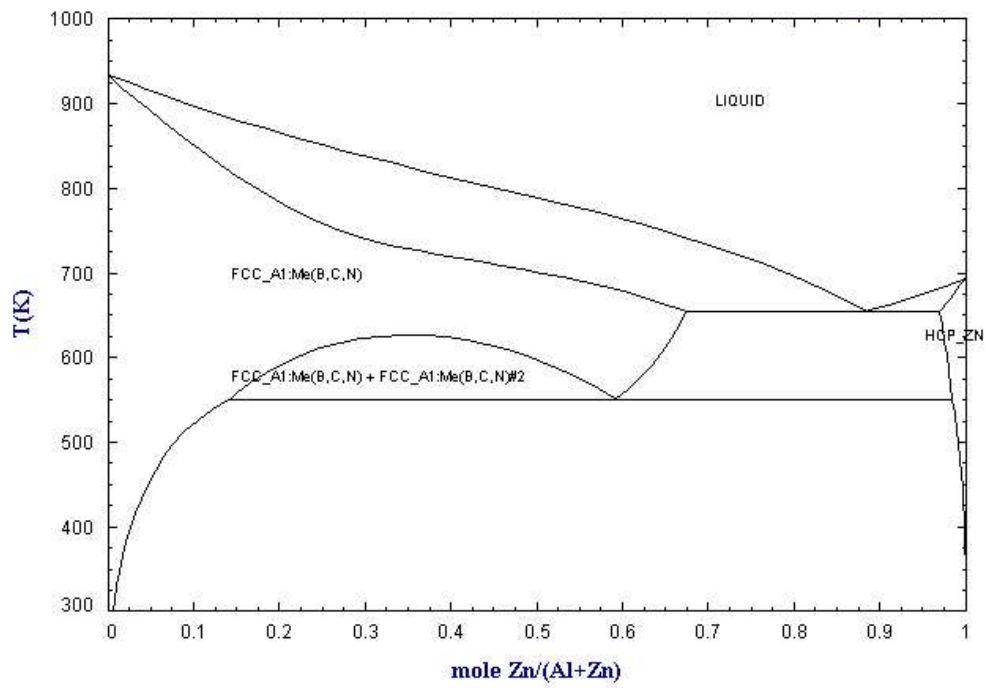
Cu-Zn fázisdiagram



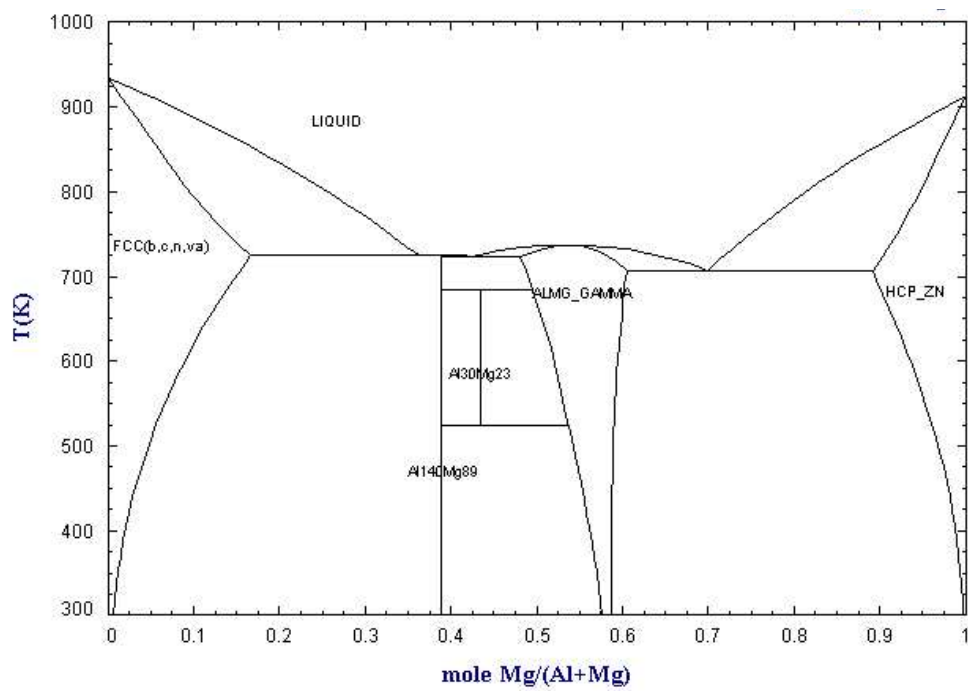
Cu-Sn fázisdiagram



Al-Si fázisdiagram



Al-Zn fázisdiagram



Al-Mg fázisdiagram

2. Öntészeti ötvözetek kémiai összetétele

2.1 Alumínium nyomásos öntészeti ötvözetek kémiai összetétele

(Forrás: DIN EN 1706, DIN 1725-2)

| Jelölés | Kémiai összetétel (%), Maradék Alumínium | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|--------------|-----------|------------|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| | Elem | Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Cr | Ni | Zn | Pb | Sn | Ti |
| EN-AC- AlSi10Mg(Fe) | min. max. | 9,0 11,0 | - 1,0 | - 0,10 | - 0,55 | 0,20 0,50 | - - | - 0,15 | - 0,15 | - 0,15 | - 0,05 | - 0,20 |
| EN-AC- AlSi12(Fe) | min. max. | 10,5 13,5 | - 1,0 | - 0,10 | - 0,55 | - - | - - | - - | 0,15 | - - | - - | - 0,15 |
| EN-AC- AlSi9 | min. max. | 8,0 11,0 | - 0,65 | - 0,10 | - 0,50 | - 0,10 | - - | - 0,05 | - 0,15 | - 0,05 | - 0,05 | - 0,15 |
| EN-AC- AlSi9Cu3(Fe) | min. max. | 8,0 11,0 | - 1,3 | 2,0 4,0 | - 0,55 | 0,05 0,55 | - 0,15 | - 0,55 | - 1,2 | - 0,35 | - 0,25 | - 0,25 |
| EN-AC- AlSi11Cu2(Fe) | min. max. | 10,0 12,0 | - 1,1 | 1,5 2,5 | - 0,55 | - 0,30 | - 0,15 | - 0,45 | - 1,7 | - 0,25 | - 0,25 | - 0,25 |
| EN-AC- AlSi8Cu3 | min. max. | 7,5 9,5 | - 0,8 | 2,0 3,5 | 0,15 0,65 | 0,05 0,55 | - - | - 0,35 | - 1,2 | - 0,25 | - 0,15 | - 0,25 |
| EN-AC- AlSi9Cu3(Fe)(Zn) | min. max. | 8,0 11,0 | - 1,3 | 2,0 4,0 | - 0,55 | 0,05 0,55 | - 0,15 | - 0,55 | - 3,0 | - 0,35 | - 0,25 | - 0,25 |
| EN-AC- AlSi12Cu1(Fe) | min. max. | 10,5 13,5 | - 1,3 | 0,7 1,2 | - 0,55 | - 0,35 | - 0,10 | - 0,30 | - 0,55 | - 0,20 | - 0,10 | - 0,20 |
| EN-AC- AlMg9 | min. max. | - 2,5 | - 1,0 | - 0,10 | - 0,55 | 8,0 10,5 | - - | - 0,10 | - 0,25 | - 0,10 | - 0,10 | - 0,20 |
| GD-AlSi10Mg | min. max. | 9,0 11,0 | - 1,0 | - 0,1 | - 0,4 | 0,2 0,5 | - - | - - | - 0,1 | - - | - - | - 0,15 |
| GD-AlSi12 | min. max. | 10,5 13,5 | - 1,0 | - 0,10 | - 0,4 | - 0,05 | - - | - - | - 0,1 | - - | - - | - 0,15 |
| GD-AlSi9Cu3 | min. max. | 8,0 11,0 | - 1,2 | 2,0 3,5 | 0,1 0,5 | 0,1 0,5 | - - | - 0,3 | - 1,2 | - 0,2 | - 0,1 | - 0,15 |
| GD-AlSi12(Cu) | min. max. | 10,5 13,5 | - 1,2 | - 1,2 | 0,1 0,5 | - 0,4 | - - | - 0,2 | - 0,5 | - 0,2 | - 0,1 | - 0,15 |
| GD-AlMg9 | min. max. | 0,01 2,5 | - 1,0 | - 0,05 | 0,2 0,5 | 7,0 10,0 | - - | - - | - 0,1 | - - | - - | - 0,15 |
| 360.0 (AlSi10Mg) | min. max. | 9,0 10,0 | - 2,0 | - 0,6 | - 0,35 | 0,4 0,6 | - - | - 0,5 | - 0,5 | - - | - 0,15 | - - |
| 380.0 (AlSi9Cu3) | min. max. | 7,5 9,5 | - 2,0 | 3,0 4,0 | - 0,5 | 0,1 | - - | - 0,50 | - 3,0 | - - | - 0,35 | - - |
| 384.0 (AlSi11Cu3) | min. max. | 10,5 12,0 | - 1,3 | 3,0 4,5 | - 0,5 | - 0,1 | - - | - 0,5 | - 3,0 | - - | - 0,35 | - - |
| 413.0 (AlSi12Cu) | min. max. | 11,0 13,0 | - 2,0 | - 1,0 | - 0,35 | - 0,1 | - - | - 0,5 | - 0,5 | - - | - 0,15 | - - |
| 518.0 (AlMg8) | min. max. | - 0,35 | - 1,8 | - 0,25 | - 0,35 | 7,5 8,5 | - - | - 0,15 | - 0,15 | - - | - 0,15 | - - |
| AlSi10MnMg Silafont-36 | min. max. | 9,5 11,5 | - 0,13 | - 0,03 | 0,5 0,8 | 0,1 0,5 | - - | - - | - 0,08 | - - | - - | 0,04 0,15 |
| AlMg5Si2Mn MagsimAl-59 | min. max. | 1,8 2,5 | - 0,15 | - 0,05 | 0,5 0,8 | 5,0 5,8 | - - | - - | - 0,08 | - - | - - | - 0,2 |

2.2 Magnézium nyomásos öntészeti ötvözetek kémiai összetétele
(Forrás: DIN EN 1753, DIN 1729, ASTM B94-94)

| Jelölés | Elem | Kémiai összetétel (%), Maradék Magnézium | | | | | | | |
|------------------------------|--------------|--|-------------|--------------|--------------|-------------|-----------|------------|-----------|
| | | Al | Zn | Mn | Si | Fe | Cu | Ni | Egyéb |
| EN-MC-MgAl8Zn1 (AZ81) | min. max. | 7,0 8,7 | 0,35 1,0 | 0,1 - | - 0,10 | - 0,005 | - 0,03 | - 0,002 | - 0,01 |
| EN-MC-MgAl9Zn1(A) (AZ91A) | min. max. | 8,3 9,7 | 0,35 1,0 | 0,1 - | - 0,10 | - 0,005 | - 0,03 | - 0,002 | - 0,01 |
| EN-MC-MgAl9Zn1(B) (AZ91B) | min. max. | 8,0 10,0 | 0,3 1,0 | - - | - 0,3 | - 0,03 | - 0,20 | - 0,01 | - 0,05 |
| EN-MC-MgAl2Mn (AM20) | min. max. | 1,6 2,6 | - 0,2 | 0,1 - | - 0,1 | - 0,005 | - 0,01 | - 0,002 | - 0,01 |
| EN-MC-MgAl5Mn (AM50) | min. max. | 4,4 5,5 | - 0,2 | 0,1 - | - 0,10 | - 0,005 | - 0,01 | - 0,002 | - 0,01 |
| EN-MC-MgAl6Mn (AM60) | min. max. | 5,5 6,5 | - 0,2 | 0,1 - | - 0,10 | - 0,005 | - 0,01 | - 0,002 | - 0,01 |
| EN-MC-MgAl7Mn (AM70) | min. max. | 6,5 7,5 | - 0,2 | 0,1 - | - 0,10 | - 0,005 | - 0,01 | - 0,002 | - 0,01 |
| EN-MC-MgAl2Si (AS21) | min. max. | 1,8 2,6 | - 0,2 | 0,1 - | 0,7 1,2 | - 0,005 | - 0,01 | - 0,002 | - 0,01 |
| EN-MC-MgAl4Si (AS41) | min. max. | 3,5 5,0 | - 0,2 | 0,1 - | 0,50 1,5 | - 0,005 | - 0,01 | - 0,002 | - 0,01 |
| GD-MgAl6Zn1 (AZ61) | mm. max. | 5,5 6,5 | 0,2 1,0 | 0,1 0,4 | - 0,3 | - - | - 0,2 | - - | - 0,05 |
| GD-MgAl8Zn1 (AZ81) | min. max. | 7,0 8,5 | 0,3 1,0 | 0,1 0,3 | - 0,5 | - - | - 0,2 | - - | - 0,05 |
| GD-MgAl9Zn1 (AZ91) | min. max. | 8,0 9,5 | 0,3 1,0 | 0,1 0,3 | - 0,5 | - - | - 0,2 | - - | - 0,05 |
| GD-MgAl6Mn (AM60) | min. max. | 5,5 6,5 | - 0,2 | 0,1 0,4 | - 0,2 | - - | - 0,2 | - - | - 0,05 |
| GD-MgAl4Si1 (AS41) | min. max. | 4,0 5,0 | - 0,1 | 0,2 0,5 | 0,4 1,0 | - - | - 0,2 | - - | - 0,05 |
| AZ91D (MgAl9Zn1) | min. max. | 8,3 9,7 | 0,35 1,0 | 0,15 0,50 | - 0,10 | - 0,005 | - 0,03 | - 0,002 | - 0,02 |
| AM60B (MgAl6Mn) | min. max. | 5,5 6,5 | - 0,22 | 0,24 0,60 | - 0,10 | - 0,005 | - 0,01 | - 0,002 | - 0,02 |
| AM50A (MgAl5Mn) | min. max. | 4,4 5,4 | - 0,22 | 0,26 0,60 | - 0,10 | - 0,004 | - 0,01 | - 0,002 | - 0,02 |
| AS41B (MgAl4Si) | min. max. | 3,5 5,0 | - 0,12 | 0,35 0,70 | 0,50 1,50 | - 0,0035 | - 0,02 | - 0,002 | - 0,02 |

2.3 Rézbázisú nyomásos öntészeti ötvözetek kémiai összetétele
(Forrás: DIN EN 1982, DIN 1709)

| Jelölés | Elem | Kémiai összetétel, %, Maradék Zink | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------|------------------------------------|------------|-------------|-----------|------------|-------------|----------|------------|-----------|-----------|
| | | Cu | Pb | Si | Ni | Al | Fe | Sn | Mn | Sb | P |
| CuZn33Pb2Si-C | min. max. | 63,5 66,0 | 0,8 2,2 | 0,65 1,1 | - 0,8 | - 0,1 | 0,25 0,5 | - 0,8 | - 0,15 | - 0,05 | - - |
| CuZn.35Pb2Al-C | min. max. | 61,6 64,6 | 1,5 2,5 | - 0,02 | - 0,25 | 0,3 0,7 | - 0,35 | - 0,4 | - 0,15 | - 0,15 | - - |
| CuZn39Pb1Al-C | min. max. | 58,0 63,0 | 0,5 2,5 | - 0,3 | - 1,0 | - 0,8 | - 0,7 | - 1,0 | - 0,5 | - - | - 0,02 |
| CuZn32Al2Mn2Fe1-C | min. max. | 59,0 67,0 | - 1,5 | - 1,0 | - 2,5 | 1,0 2,5 | 0,5 2,0 | - 1,0 | 1,0 3,5 | - 0,08 | - - |
| CuZn16Si4-C | min. max. | 78,0 83,0 | - 0,8 | 3,0 5,0 | - 1,0 | - 0,1 | - 0,8 | - 0,3 | 0,2 0,2 | - 0,05 | - 0,03 |
| GD-CuZn37Pb | min. max. | 59,0 63,0 | 0,5 2,5 | - 0,1 | - 1,0 | 0,2 0,8 | - 0,5 | - 0,7 | - 0,5 | - - | - 0,05 |
| C.D-CuZn15Si4 | nun. max. | 78,0 83,0 | - 0,8 | 3,8 5,0 | - 1,0 | - 0,1 | - 0,6 | - 0,3 | - 0,2 | - - | - 0,03 |

2.4 Cinkbázisú nyomásos öntészeti ötvözetek kémiai összetétele
(Forrás: DIN EN 12844, DIN 1743, ASTM B86, ASTM B791)

| Jelölés | Elem | Kémiai összetétel (%), Maradék cink | | | | | | | | |
|----------------------|------|-------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Al | Cu | Mg | Pb | Cd | Sn | Fe | Ni | Si |
| ZnA14 (ZP3) | min. | 3,7 | - | 0,025 | - | - | - | - | - | - |
| | max. | 4,3 | 0,1 | 0,06 | 0,005 | 0,005 | 0,002 | 0,05 | 0,02 | 0,03 |
| ZnA14Cu1 (ZP5) | min. | 3,7 | 0,7 | 0,025 | - | - | - | - | - | - |
| | max. | 4,3 | 1,2 | 0,06 | 0,005 | 0,005 | 0,002 | 0,05 | 0,02 | 0,03 |
| ZnA14Cu3 (ZP2) | min. | 3,7 | 2,7 | 0,025 | - | - | - | - | - | - |
| | max. | 4,3 | 3,3 | 0,06 | 0,005 | 0,005 | 0,002 | 0,05 | 0,02 | 0,03 |
| ZnAl8Cu1 (ZP8) | min. | 8,0 | 0,8 | 0,015 | - | - | - | - | - | - |
| | max. | 8,8 | 1,3 | 0,03 | 0,006 | 0,006 | 0,003 | 0,06 | 0,02 | 0,045 |
| ZnAl11Cu1 (ZP12) | min. | 10, 5 | 0,5 | 0,015 | - | - | - | - | - | - |
| | max. | 11, 5 | 1,2 | 0,03 | 0,006 | 0,006 | 0,003 | 0,07 | 0,02 | 0,06 |
| ZnA127Cu2 (ZP27) | min. | 25, 0 | 2,0 | 0,01 | - | - | - | - | - | - |
| | max. | 28, 0 | 2,5 | 0,02 | 0,006 | 0,006 | 0,003 | 0,1 | 0,02 | 0,08 |
| GD- ZnA14 | min. | 3,5 | - | 0,02 | - | - | - | - | - | - |
| | max. | 4,3 | 0,1 | 0,06 | 0,005 | 0,004 | 0,002 | 0,05 | 0,02 | - |
| GD- ZnA14Cu1 | min. | 3,5 | 0,4 | 0,02 | - | - | - | - | - | - |
| | max. | 4,3 | 1,1 | 0,06 | 0,005 | 0,004 | 0,002 | 0,05 | 0,02 | - |
| ZnA14 (AG40A) | min. | 3,5 | - | 0,02 | - | - | - | - | - | - |
| | max. | 4,3 | 0,25 | 0,05 | 0,005 | 0,004 | 0,003 | 0,1 | - | - |
| ZnA14 (AG40B) | min. | 3,5 | - | 0,005 | - | - | - | - | 0,005 | - |
| | max. | 4,3 | 0,25 | 0,02 | 0,003 | 0,002 | 0,001 | 0,075 | 0,02 | - |
| ZnA14Cu1 (AC41A) | min. | 3,5 | 0,75 | 0,03 | - | - | - | - | - | - |
| | max. | 4,3 | 1,25 | 0,08 | 0,005 | 0,004 | 0,003 | 0,1 | - | - |
| ZnA14Cu3 (AC43A) | min. | 3,5 | 2,5 | 0,02 | - | - | - | - | - | - |
| | max. | 4,3 | 3,0 | 0,05 | 0,005 | 0,004 | 0,003 | 0,1 | - | - |
| ZnAl8Cu1 (ZA8) | min. | 8,0 | 0,8 | 0,015 | - | - | - | - | - | - |
| | max. | 8,8 | 1,3 | 0,03 | 0,006 | 0,006 | 0,003 | 0,075 | - | - |
| ZnAl11Cu1 (ZA 12) | min. | 10, 5 | 0,5 | 0,015 | - | - | - | - | - | - |
| | max. | 11, 5 | 1,2 | 0,03 | 0,006 | 0,006 | 0,003 | 0,075 | - | - |
| ZnA127Cu2 (ZA27) | min. | 25, 0 | 2,0 | 0,01 | - | - | - | - | - | - |
| | max. | 28, 0 | 2,5 | 0,02 | 0,006 | 0,006 | 0,003 | 0,075 | - | - |

3. Öntészeti ötvözetek mechanikai tulajdonságai

3.1 Alumínium-nyomásos ötvözetek mechanikai tulajdonságai

(öntött állapotban, szobahőmérsékleten)

(Forrás: DIN EN 1706, DIN 1725)

| Jelölés | 0,2% - Rugalmas- sági határ MPa | Szakító- szilárdság MPa | Hajlító- kifáradási szilárdság MPa | Nyúlás % | Kemény- ség HB |
|------------------------|--|-------------------------------|---|-------------|----------------------|
| EN-AC-ALSi8Cu3 | 140 | 240 | | 1 | 80 |
| EN-AC-ALSi9 | 120 | 220 | | 2 | 55 |
| EN-AC-ALSi9Cu3(Fe) | 140 | 240 | | <1 | 80 |
| EN-AC-ALSi9Cu3(Fe)(Zn) | 140 | 240 | | <1 | 80 |
| EN-AC-ALSi10Mg(Fe) | 140 | 240 | | 1 | 70 |
| EN-AC-ALSi11Cu2(Fe) | 140 | 240 | | <1 | 80 |
| EN-AC-ALSi12(Fe) | 130 | 240 | | 1 | 60 |
| EN-AC-ALSi12Cu1(Fe) | 140 | 240 | | 1 | 70 |
| EN-AC-ALMg9 | 130 | 200 | | 1 | 70 |
| GD-ALSi9Cu3 | 140 - 240 | 240 - 310 | 70 - 100 | 0,5 - 3 | 80 - 120 |
| GD-ALSi10Mg | 140 - 200 | 220 - 300 | 60 - 90 | 1 - 3 | 70 - 100 |
| GD-ALSi12 | 140 - 180 | 220 - 280 | 60 - 90 | 1 - 3 | 60 - 100 |
| GD-ALSi12(Cu) | 140 - 200 | 220 - 300 | 60 - 90 | 1 - 3 | 60 - 100 |
| GD-ALMg9 | 140 - 220 | 200 - 300 | 60 - 80 | 1 - 5 | 70 - 100 |
| GD-ALSi12 | 176 | 260 | 70 | 1,8 | 103 |
| GD-ALSi10(Cu) | 158 | 294 | - | 3,6 | 102 |
| GD-ALSi6Cu3 | 167 | 263 | 112 - 120 | 2,2 | 103 |
| GD-ALMg8(Cu) | 211 | 285 | - | 2,8 | 103 |
| GD-ALMg9 | 190 | 283 | 65 - 70 | 4,3 | 98 |
| GD-ALSi9Cu3 | 145 | 245 | 80 | 1,5 | |
| GD-ALSi12 | 140 | 180 | - | 0,8 | |
| GD-ALSi7Mg | 128 | 225 | - | 4,0 | |
| 360.0 (ALSi10Mg) | 172 | 324 | | 3,0 | 75 |
| 380.0 (ALSi9Cu3) | 165 | 331 | | 3,0 | 80 |
| 384.0 (ALSi11Cu3) | 172 | 324 | | 1,0 | - |
| 413.0 (ALSi12Cu) | 145 | 296 | | 2,5 | 80 |
| 518.0 (ALMg8) | 186 | 310 | | 8,0 | 80 |
| A380.0 | 158 - 160 | 320 - 325 | | 3,5 - 4,0 | 75 |
| A380.0 | 141 - 222 | 310 - 346 | | 2,6 - 6,5 | 70 - 98 |
| ALSi10MnMg | 117 - 146 | 250 - 286 | 89 | 11 - 6 | - |
| ALMg5Si2Mn | 160 - 220 | 310 - 340 | 100 | 14 - 18 | - |

3.2 Magnézium-nyomásos ötvözetek mechanikai tulajdonságai
(öntött állapotban)
(Forrás: DIN EN 1753, DIN 1729)

| Jelölés | 0,2%- Rugalmas- sági határ MPa | Szakító- szilárdság MPa | Hajlító kifáradási szilárdság MPa | Nyúlás % | Kemény- ség HB |
|---------------|---|-------------------------------|--|-------------|----------------------|
| EN-MCMgA18Znl | 140 - 160 | 200 - 250 | | 1 - 7 | 60 - 85 |
| EN-MCMgA19Xnl | 140 - 170 | 200 - 260 | | 1 - 6 | 65 - 85 |
| EN-MCMgA12Mn | 80 - 100 | 150 - 220 | | 8 - 18 | 40 - 55 |
| KN-MCMgA15Mn | 110 - 130 | 180 - 230 | | 5 - 15 | 50 - 65 |
| HN-MCMgA16Mn | 120 - 150 | 190 - 250 | | 4 - 14 | 55 - 70 |
| HN-MCMgAL7Mn | 130 - 160 | 200 - 260 | | 3 - 10 | 60 - 75 |
| HN-MCMgA12Si | 110 - 130 | 170 - 230 | | 4 - 14 | 50 - 70 |
| HN-MCMgA14Si | 120 - 150 | 200 - 250 | | 3 - 12 | 55 - 80 |
| GD-MgA18Znl | 140 - 160 | 200 - 240 | 50 - 70 | 1 - 3 | 60 - 85 |
| GD-MgA19Znl | 150 - 170 | 200 - 250 | 50 - 70 | 0,5 - 3 | 65 - 85 |
| GD-MgA16Znl | 130 - 160 | 200 - 240 | 50 - 70 | 3 - 6 | 55 - 70 |
| GD-MgA16 | 120 - 150 | 190 - 230 | 50 - 70 | 4 - 8 | 55 - 70 |
| GD-MgAL4SiI | 120 - 150 | 200 - 250 | 50 - 70 | 3 - 6 | 60 - 90 |
| GD-MgA18Znl | 152 - 156 | 222 - 236 | 60 - 76 | 3 - 4 | 73 - 79 |
| GD-MgA19Znl | 149 - 166 | 214 - 234 | | 2,7 - 3,1 | 7.3 - 77 |
| GD-MgA19Zn2 | 167 | 248 | | 3,9 | 79 |
| AZ91 | 160 | 240 | | 3 | 70 |
| AM60 | 130 | 225 | | 8 | 65 |
| AM50 | 125 | 210 | | 10 | 60 |
| AM20 | 90 | 190 | | 12 | 45 |
| AS41 | 140 | 215 | | 6 | 60 |
| AS21 | 110 | 175 | | 9 | 55 |
| AE42 | 145 | 230 | | 10 | 60 |
| AZ91 | 148 | 248 | | 6,6 | 70 |
| AM60 | 123 | 247 | | 12 | 65 |
| AM50 | 116 | 237 | | 14 | 60 |
| AM20 | 94 | 206 | | 16 | 45 |
| AS41 | 130 | 240 | | 10 | 60 |
| AS21 | 120 | 230 | | 12 | 55 |
| AE42 | 130 | 237 | | 13 | 60 |
| AZ91 HP | 150 - 170 | 200 - 250 | | 0,5 - 3 | 65 - 85 |
| AM50 HP | 110 - 140 | 180 - 220 | | 5 - 9 | 50 - 65 |
| AE41 IIP | 110 | 215 | | 15 | 60 |
| AE42 HP | 137 | 225 | | 11 - 17 | 63 |
| AZ91 IIP | 150 - 170 | 200 - 250 | 50 - 70 | 0,5 - 3 | 65 - 85 |
| AZ81 HP | 140 - 160 | 200 - 240 | 50 - 70 | 1 - 3 | 60 - 85 |
| AM60 HP | 120 - 150 | 190 - 230 | 50 - 70 | 4 - 8 | 55 - 70 |
| AM50 HP | 110 - 140 | 180 - 220 | 50 - 70 | 5 - 9 | 50 - 65 |
| AM20 HP | 90 - 120 | 160 - 210 | 50 - 70 | 8 - 12 | 40 - 55 |

3.3 Rézbázisú-nyomásos ötvözetek mechanikai tulajdonságai

(öntött állapotban)

(Forrás: DIN EN 1982, DIN 1709)

| Jelölés | 0,2%- | Szakító- | Hajlító | Nyúlás | Keménység |
|-------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------------------|---------|-----------|
| | Rugalmas- sági határ MPa | szilárdság MPa | kifáradási szilárdság MPa | % | HB |
| CuZn33Pb2Si-C | 280 | 400 | | 5 | 110 |
| CuZn35Pb2Al-C | 215 | 340 | | 5 | 110 |
| CuZn39Pb1Al-C | 250 | 350 | | 4 | 110 |
| CuZn32AL2Mn2Fe1-C | 330 | 430 | | 3 | 130 |
| CuZn16Si4-C | 370 | 530 | | 5 | 150 |
| GD-CuZn37Pb | min. 120 | min. 280 | 110 | min. 4 | min. 75 |
| GD-CuZn15Si4 | 300 | 550 | 150 | 8 | 125 |
| GD-MS60 | 120 - 160 | 250 - 350 | | 1,5 - 4 | 75- 100 |

3.4 Cinkbázisú-nyomásos ötvözetek mechanikai tulajdonságai

(öntött állapotban)

(Forrás: DIN EN 12844, DIN 1743)

| Jelölés | 0,2%- | Szakító- | Hajlító | Nyúlás | Keménység |
|--------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|---------|-----------|
| | Rugalmas- sági határ MPa | szilárdság MPa | szilárdság MPa | % | HB |
| ZnA14 | 210 - 250 | 250 - 320 | | 3 - 10 | 80 - 120 |
| ZnA14Cu 1 | 250 - 300 | 290 - 370 | | 3 - 10 | 90 - 110 |
| ZnA14Cu3 | 290 - 350 | 320 - 400 | | 3 - 10 | 100 - 120 |
| ZnA18Cu1 | 280 - 300 | 360 - 385 | | 5 - 10 | 95 - 105 |
| ZnA111Cu1 | 310 - 330 | 320 - 415 | | 4 - 7 | 95 - 105 |
| ZnA27Cu2 | 360 - 380 | 405 - 440 | | 1 - 2 | 110 - 120 |
| GD-ZnA14 | 200 - 230 | 250 - 300 | 60 - 80 | 3 - 6 | 70 - 90 |
| GD-ZnA14Cu1 | 220 - 250 | 280 - 350 | 70 - 100 | 2 - 5 | 85 - 105 |
| GD-ZnA18Cu1 | 290 | 375 | | 6 - 10 | 100 |
| GD-ZnA111Cu1 | 320 | 400 | | 4 - 7 | 100 |
| GD-ZnA127Cu2 | 370 | 425 | | 2 - 3,5 | 120 |
| AG40A | - | 283 | 48 | 10 | 82 |
| AG40H | - | 283 | 47 | 13 | 80 |
| AC41A | - | 328 | 56,5 | 7 | 91 |
| AC43A | - | 358 | 59 | 7 | 100 |
| ZA8 | 290 | 374 | 103 | 8 | 103 |
| ZA 12 | 320 | 404 | 117 | 5 | 100 |
| ZA27 | 371 | 426 | 117 | 2,5 | 119 |
| ZnA14 | 220 | 283 | 48 | 10 | 82 |
| ZnA14Cu1 | 230 | 328 | 57 | 7 | 91 |
| ZA8 | 283 - 296 | 365 - 386 | 103 | 6 - 10 | 100 - 106 |
| ZA 12 | 310 - 330 | 392 - 414 | 117 | 4 - 7 | 95 - 105 |
| ZA27 | 359 - 379 | 407 - 441 | 145 | 2 - 3,5 | 116 - 122 |
| ZnA14 | 230 | 280 | 130 | 4 | 85 |
| ZnA14Cu1 | 250 | 330 | 150 | 3 | 105 |
| Superloy | 210 | 315 | 170 | 5 | 95 |
| ZnA14 | 210 - 250 | 270 - 320 | | 3 - 10 | 80 - 90 |
| ZnA14Cu1 | 250 - 300 | 290 - 350 | 80 | 3 - 10 | 90 - 105 |
| ZnA14Cu3 | 290 - 350 | 320 - 380 | | 3 - 10 | 100 - 120 |
| ZnA18Cu1 | 280 - 300 | 360 - 385 | | 5 - 10 | 95 - 105 |
| ZnA111Cu1 | 310 - 330 | 390 - 415 | | 4 - 7 | 95 - 105 |
| ZnA127Cu2 | 360 - 380 | 405 - 440 | | 1 - 2 | 110 - 120 |

4. Öntészeti ötvözetek mechanikai és hőfizikai tulajdonságai

Egyes ötvözet típusok javasolt öntési hőmérséklete

| Anyagcsoport | Öntési hőmérséklet, °C vastagfalú - vékonyfalú |
|-------------------------------------|--|
| alumínium ötvözetek | 620-730 |
| magnézium ötvözetek | 620-730 |
| réz Cu | 1150-1290 |
| réz-króm CuCr | 1200-1260 |
| réz-berillium ötvözetek: CuBe0,5 | 1180-1260 |
| CuBe0,5Ag | 1120-1230 |
| CuBe2Co(Ni) | 1010-1120 |
| réz-ón ötvözet CuSn12 | 1060-1260 |
| réz-ólm-ón ötvözet CuPb10Sn | 1010-1150 |
| réz-alumínium ötvözet CuAl10Fe | 1120-1260 |
| réz-cink ötvözetek CuZn33Pb | 1040-1160 |
| CuZn35Al1 | 980-1140 |
| CuZn34Al2 | 960-1120 |
| réz-nikkel ötvözet CuNi10 | 1350-1430 |
| CuNi30 | 1370-1450 |
| nikkel-réz ötvözet NiCu30Nb | 1370-1500 |
| öntöttvas | 1340-1480 |
| acél | 1560-1700 |
| titán ötvözet | 1700-1800 |
| cink ötvözet ZnAl4 | 420-440 |
| ZnAl4Cu3 | 420-480 |
| ZnAl8Cu1 | 420-440 |

4.1 Alumínium ötvözetek folyáshatára és szakítószilárdsága

| Jelölés | | Szilárdság MPa | Hőmérséklet, °C | | | | | | | | |
|---------|-----------|-------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | 24 | 100 | 150 | 205 | 260 | 315 | 370 | 427 | 527 |
| 360.0 | AlSi10Mg | R _{p0.2} | 172 | 172 | 165 | 96 | 52 | 31 | 21 | | |
| | | R _m | 324 | 303 | 241 | 152 | 83 | 48 | 31 | | |
| 380.0 | AlSi9Cu3 | R _{p0.2} | 165 | 165 | 158 | 110 | 55 | 28 | 17 | | |
| | | R _m | 331 | 310 | 234 | 165 | 90 | 42 | 28 | | |
| 384.0 | AlSi11Cu3 | R _{p0.2} | 172 | 172 | 165 | 124 | 62 | 28 | 17 | | |
| | | R _m | 324 | 317 | 262 | 179 | 96 | 48 | 31 | | |
| 413.0 | AlSi12Cu | R _{p0.2} | 145 | 138 | 131 | 103 | 62 | 31 | 17 | | |
| | | R _m | 296 | 255 | 221 | 165 | 90 | 41 | 31 | | |
| 518.0 | AlMg8 | R _{p0.2} | 186 | 172 | 145 | 103 | 62 | 31 | 17 | | |
| | | R _m | 310 | 276 | 221 | 145 | 90 | 59 | 34 | | |
| 99.9Al | | R _{p0.2} | 25 | 21 | 19 | 18 | 17 | 15 | 13 | 10 | 5 |
| | | R _m | 50 | 42 | 38 | 36 | 33 | 28 | 24 | 20 | 10 |

4.2 Magnézium ötvözetek folyáshatára és szakítószilárdsága

| Jelölés | Szilárdság MPa | Falvastag- ság mm | Hőmérséklet °C | | | | | | | |
|---------------------|-------------------|-------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| | | | 20 | 40 | 80 | 120 | 140 | 160 | 200 | 220 |
| EN- MCMgA19Zn(A) | R _{p0.2} | 2 | 149 | 144 | 143 | 140 | 138 | 130 | 115 | 107 |
| | | 3 | 136 | 134 | 127 | 134 | 126 | 118 | 106 | 95 |
| | | 5 | 132 | 131 | 123 | 127 | 121 | 114 | 101 | 91 |
| | R _m | 2 | 225 | 225 | 222 | 210 | 190 | 166 | 135 | 122 |
| | | 3 | 195 | 192 | 201 | 192 | 182 | 160 | 1.35 | 114 |
| | | 5 | 185 | 191 | 187 | 179 | 172 | 156 | 126 | 110 |
| EN- MCMgA15Mn | R _{p0.2} | 2,8 | 11.3 | 118 | 112 | 116 | 116 | 105 | 90 | 90 |
| | R _m | | 211 | 229 | 204 | 189 | 184 | 156 | 118 | 107 |

4.3 Cink ötvözetek szakítószilárdsága (MPa)

| Hőmérséklet °C | Jelölés | | | | |
|-------------------|---------|----------|------|-------|-------|
| | ZnAl4 | ZnAl4Cu1 | ZA 8 | ZA 12 | ZA 27 |
| 20 | 283 | 328 | 374 | 403 | 425 |
| 40 | 245 | 296 | - | - | - |
| 50 | - | - | 328 | 350 | 398 |
| 95 | 195 | 242 | - | - | - |
| 100 | - | - | 224 | 229 | 259 |
| 150 | 140 | 160 | 128 | 119 | 129 |

4.4 AZ91 és ZnAlCu1 nyomásos öntészeti ötvözetek számított és mért 0,2%-rugalmassági határa

| Jelölés | Hőmérséklet °C | 0,2 %-Rugalmassági határ MPa | | Szakítószilárdság MPa |
|----------|-------------------|---------------------------------|-----------|--------------------------|
| | | mért | számított | |
| AZ91 | 20 | 169 | 169 | 256 |
| | 75 | 149 | 157 | 238 |
| | 125 | 119 | 123 | 172 |
| | 175 | 84 | 78 | 108 |
| | 225 | 54 | 44 | 67 |
| | 275 | 24 | 21 | 30 |
| | 300 | 11 | 13 | 16 |
| | 350 | - | 3,4 | - |
| | 120 | | 0 | |
| ZnAl4Cu1 | 20 | 230 | 230 | 300 |
| | 80 | 180 | 184 | 240 |
| | 150 | 90 | 95 | 160 |
| | 200 | | 51 | |
| | 250 | | 23 | |
| | 300 | | 6,6 | |
| | 379 | | 0 | |

4.5 Színfémek rugalmassági modulusa (GPa)

| Hőmérséklet, °C | Színfém | | | | | |
|--------------------|---------|------|-------|------|------|------|
| | Al | Mg | Cu | Zn | Pb | Sn |
| 20 | 72,2 | 45,1 | 131,3 | 94,0 | 16,0 | 55,0 |
| 100 | 69,7 | 43,7 | 128,2 | 90,8 | 14,5 | 48,5 |
| 150 | 67,9 | 42,6 | 125,9 | 86,6 | 13,4 | 42,5 |
| 200 | 66,0 | 41,4 | 123,7 | 80,3 | 12,3 | 36,1 |
| 250 | 63,8 | 39,9 | 121,1 | 74,4 | 10,9 | 30,0 |
| 300 | 61,6 | 38,4 | 118,5 | 68,5 | 9,5 | |
| 350 | 59,0 | 36,7 | 115,3 | 62,3 | 8,0 | |
| 400 | 56,4 | 34,9 | 112,2 | 56,0 | | |
| 450 | 53,2 | 32,9 | 108,4 | 50,0 | | |
| 500 | 50,0 | 30,9 | 104,6 | | | |
| 550 | 46,8 | 28,9 | 100,3 | | | |
| 600 | 43,5 | 26,8 | 96,0 | | | |
| 650 | 39,8 | 24,8 | 91,5 | | | |
| 700 | | | 87,1 | | | |

4.6 Öntészeti ötvözetek mért és számított rugalmassági modulusa (GPa)

| Hőmérséklet, °C | Ötvözet jelölése | | | | | | | |
|--------------------|------------------|---------|--------|--------|-----------|---------|--------|--------|
| | AlSn6(Cu) | AZ91 HP | CuZn37 | CuZn15 | AlSn6(Cu) | AZ91 HP | CuZn37 | CuZn15 |
| | mért | | | | számított | | | |
| 20 | 67 | 44,4 | 112,5 | 123,8 | 70,9 | 46,8 | 114,5 | 123,9 |
| 100 | 65 | 42,9 | 109,2 | 120,4 | 67,9 | 45,4 | 111,2 | 120,7 |
| 150 | 62 | 41,8 | 107,0 | 118,2 | 65,5 | 44,2 | 107,8 | 117,9 |
| 200 | 60 | 40,6 | 104,8 | 116,0 | 62,9 | 43,0 | 103,1 | 114,4 |
| 250 | 58 | 39,3 | 102,2 | 113,5 | 59,8 | 41,4 | 98,3 | 110,7 |
| 300 | 55 | 37,9 | 99,5 | 111,0 | 57,9 | 39,9 | 93,3 | 106,8 |
| 350 | 52 | 36,4 | 95,9 | 107,9 | 55,8 | 38,1 | 87,7 | 102,2 |
| 400 | 49 | 34,9 | 92,3 | 104,9 | 53,6 | 36,2 | 81,8 | 97,5 |
| 450 | 45 | | 87,3 | 101,3 | 50,8 | | 75,7 | 92,2 |
| 500 | 41 | | 82,2 | 97,7 | 48,1 | | 74,5 | 89,9 |
| 550 | | | 77,0 | 92,7 | | | 73,1 | 87,1 |
| 600 | | | 71,7 | 87,7 | | | 71,6 | 84,4 |
| 650 | | | 66,5 | 82,4 | | | 70,0 | 81,4 |
| 700 | | | 61,3 | 77,2 | | | 68,3 | 78,4 |
| Forrás | [1.24] | [1.25] | [1.26] | | [1.22] | | | |

4.7 Nyomásos öntészeti ötvözetek számított rugalmassági modulusa (GPa)

| Jelölés | Hőmérséklet, °C | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| | 20 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| EN-AC-ALSi10Mg(Fe) | 74,8 | 72,4 | 70,6 | 68,8 | 66,6 | 64,4 | 61,9 | 59,3 | 56,1 | 52,9 |
| EN-AC-ALSi12(Fe) | 75,6 | 73,2 | 71,4 | 69,6 | 67,4 | 65,2 | 62,7 | 60,0 | 56,9 | 53,6 |
| EN-AC-ALSi9 | 74,7 | 72,3 | 70,5 | 68,6 | 66,5 | 64,3 | 61,7 | 59,1 | 55,9 | 52,6 |
| EN-AC-ALSi9Cu3(Fe) | 75,8 | 73,3 | 71,5 | 69,6 | 67,5 | 65,3 | 62,6 | 60,0 | 56,8 | 53,5 |
| EN-AC-ALSi11Cu2(Fe) | 76,0 | 73,5 | 71,8 | 69,9 | 67,7 | 65,6 | 63,0 | 60,4 | 57,1 | 53,9 |
| EN-AC-ALSi8Cu3 | 75,4 | 73,0 | 71,2 | 69,3 | 67,1 | 64,9 | 62,3 | 59,7 | 56,5 | 53,2 |
| EN-AC-ALSi12Cu1 | 75,9 | 73,5 | 71,7 | 69,9 | 67,7 | 65,5 | 63,0 | 60,4 | 57,2 | 53,9 |
| EN-AC-ALMg9 | 68,5 | 66,2 | 64,5 | 62,6 | 60,5 | 58,4 | 56,0 | 53,4 | 50,4 | 47,4 |
| EN-MCMgAl18Zn1 | 46,7 | 45,2 | 44,0 | 42,8 | 40,7 | 39,7 | 38,0 | 36,1 | | |
| EN-MCMgAl19Zn1 | 44,4 | 42,9 | 41,8 | 40,6 | 39,3 | 37,9 | 36,4 | 34,9 | | |
| EN-MCMgAl2Mn | 45,4 | 44,0 | 42,9 | 41,7 | 40,2 | 38,7 | 37,0 | 35,1 | | |
| EN-MCMgAl5Mn | 46,0 | 44,5 | 43,4 | 42,2 | 40,7 | 39,1 | 37,4 | 35,6 | | |
| EN-MCMgAl6Mn | 44,3 | 42,6 | 41,6 | 40,5 | 39,5 | 38,4 | 37,4 | 36,4 | | |
| EN-MCMgAl7Mn | 46,3 | 44,9 | 43,7 | 42,5 | 41,0 | 39,4 | 37,7 | 35,9 | | |
| EN-MCMgAl2Si | 46,1 | 44,4 | 43,3 | 42,2 | 41,2 | 40,1 | 39,1 | 38,0 | | |
| EN-MCMgAl4Si | 46,0 | 44,6 | 43,5 | 42,3 | 40,8 | 39,2 | 37,5 | 35,7 | | |
| CuZn33Pb2Si-C | 106,0 | 102,3 | 98,8 | 94,2 | 89,3 | 84,0 | 78,0 | 73,7 | 69,1 | 68,1 |
| CuZn35Pb2Al-C | 102,2 | 98,4 | 94,8 | 90,2 | 85,1 | 79,7 | 73,6 | 69,6 | 65,3 | 64,4 |
| CuZn39PbAl-C | 104,2 | 100,5 | 96,8 | 92,1 | 87,0 | 81,7 | 75,6 | 71,2 | 66,4 | 65,5 |
| CuZn16Si4-C | 123,0 | 120,0 | 117,2 | 113,8 | 110,2 | 106,3 | 101,9 | 97,2 | 92,0 | 89,7 |
| ZP3 (ZnAl4) | 92,9 | 89,7 | 85,7 | 79,6 | 73,9 | 68,2 | 62,2 | | | |
| ZP5 (ZnAl4Cu1) | 93,1 | 90,0 | 85,9 | 79,9 | 74,2 | 68,5 | 62,4 | | | |
| ZP2 (ZnAl4Cu3) | 93,7 | 90,5 | 86,5 | 80,5 | 74,8 | 69,1 | 63,0 | | | |
| ZP8 (ZnAl8Cu1) | 92,0 | 88,9 | 85,0 | 79,2 | 73,7 | 68,2 | 62,3 | | | |
| ZPI2 (ZnAl11Cu1) | 91,2 | 88,1 | 84,3 | 78,7 | 73,3 | 67,9 | 62,2 | | | |
| ZP27 (ZnAl27Cu2) | 87,4 | 84,5 | 81,1 | 76,4 | 71,8 | 67,1 | 62,0 | | | |

4.8 Nyomásos öntészeti ötvözetek fizikai tulajdonságai szobahőmérsékleten

| Jelölés | Sűrűség kg/m ³ | Hőtágulási együttható 20 - 100 °C 10 ⁻⁶ /K | Fajlagos hőkapacitás J/(kg.K) | Hővezető- képesség W/(m.K) | Olvadáshő kJ/kg | Hőmérséklet | |
|-------------------|------------------------------|--|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------|-----------|
| | | | | | | °C | |
| | | | | | | Szolidusz | Likvidusz |
| 360.0 (ALSi10Mg) | 2630 | 20,9 | 963 | 113 | 389 | 557 | 596 |
| 380.0 (ALSi9Cu3) | 2710 | 21,2 | 963 | 96 | 389 | 521 | 593 |
| 383.0 (ALSi10Cu2) | 2740 | 21,1 | 963 | 96 | 389 | 521 | 588 |
| 384.0 (ALSi11Cu3) | 2713 | 20,8 | 963 | 92 | 389 | 521 | 582 |
| 413.0 (ALSi2Cu) | 2657 | 20,5 | 963 | 121 | 389 | 577 | 582 |
| 518.0 (ALMg8) | 2570 | 24,1 | 963 | % | 389 | 538 | 621 |
| AZ91 (MgAl9Zn1) | 1813 | 25,5 | 1020 | 51 | 370 | 420 | 598 |
| AM60 (MgAl6Mn) | 1782 | 25,6 | 1020 | 61 | 370 | 445 | 615 |
| AM50 (MgAl5Mn) | 1770 | 26,0 | 1020 | 65 | 370 | 440 | 620 |
| AM20 (MgAl2Mn) | 1750 | 26,0 | 1020 | 94 | 370 | 435 | 638 |
| AS41 (MgAl4Si) | 1770 | 26,1 | 1020 | 68 | 370 | 435 | 617 |
| AS21 (MgAl12Si) | 1763 | 25,1 | 1020 | 84 | 370 | 435 | 632 |
| GD-CuZn37Pb | 8460 | 19,2 | 380 | 84 | 145 | 890 | 910 |
| ZnAl14 | 6600 | 27,4 | 119 | 113 | 105 | 381 | 387 |
| ZnAl4Cu1 | 6700 | 27,4 | 419 | 109 | 105 | 380 | 386 |
| ZnAl4Cu3 | 6600 | 27,8 | 419 | 105 | 105 | 379 | 390 |
| ZnAl8Cu1(ZA8) | 6300 | 23,2 | 435 | 115 | 112 | 375 | 404 |
| ZnAl11Cu1 (ZA12) | 6030 | 24,1 | 450 | 118 | 116 | 377 | 432 |
| ZnAl27Cu2 (ZA27) | 5000 | 26,0 | 525 | 125 | 128 | 375 | 484 |

4.9 Egyes elemek fizikai tulajdonságai

| Tulajdonság | Egység | Elem | | | | | |
|--|---------------------|------|------|------|------|-------|------|
| | | Al | Mg | Cu | Zn | Pb | Si |
| Olvadási hőmérséklet | °C | 660 | 650 | 1083 | 420 | 327 | 1414 |
| Sűrűség 20 °C-on | kg/m ³ | 2686 | 1745 | 8920 | 7140 | 11340 | 2329 |
| Sűrűség olvadásponton szilárd állapotban | | 2557 | 1622 | 8410 | 6835 | 10870 | 2302 |
| Sűrűség olvadásponton folyékony állapotban | | 2382 | 1575 | 7960 | 6560 | 10680 | 2510 |
| Fajlagos hőkapacitás 20 °C-on | J/(kgK) | 900 | 1030 | 386 | 387 | 130 | 713 |
| Fajlagos hőkapacitás olvadásponton szilárd állapotban | | 1080 | 1200 | 480 | 444 | 142 | 1000 |
| Fajlagos hőkapacitás folyékony állapotban | | 1100 | 1360 | 495 | 481 | 147 | 1040 |
| Hővezető képesség 20 °C-on | W/(mK) | 230 | 156 | 392 | 1 14 | 35 | 156 |
| Hővezető képesség olvadásponton szilárd állapotban | | 200 | 135 | 313 | 96 | 30 | 23 |
| Hővezető képesség folyékony állapotban | | 94 | 78 | 166 | 50 | 16 | - |
| Olvadáshő | kJ/kg | 387 | 370 | 212 | 102 | 24 | 1410 |
| Lineáris hőtágulási együttható 20 - 100°C között | 10 ⁻⁶ /K | 23,6 | 25,5 | 16,5 | 30,3 | 29,1 | 7,6 |
| 20 °C - olvadáspont között | | 28,9 | 29,5 | 22,7 | 37,4 | 32,0 | 9,3 |
| Lineáris zsugorodás a megszilárdulás után a szobahőmérsékletig | % | 1,74 | 1,82 | 2,13 | 1,43 | 0,97 | - |
| Rugalmassági modulusz 20 °C-on | GPa | 72 | 45 | 131 | 94 | 16 | 115 |
| Rugalmassági modulusz olvadásponton | | 40 | 25 | 45 | 52 | 9 | - |
| Poisson-szám | - | 0,33 | 0,32 | 0,36 | 0,25 | 0,43 | 0,42 |
| Felületi feszültség az olvadásponton folyékony állapotban | N/m | 0,92 | 0,58 | 1,35 | 0,78 | 0,47 | 0,87 |
| Dinamikus viszkozitás az olvadásponton folyékony állapotban | m.Pa.s (cP) | 1,23 | 1,32 | 4,1 | 3,8 | 2,6 | 0,94 |

4.10 Öntészeti ötvözetek számított és mért sűrűsége szilárd és folyékony állapotban (az indexekben 20: 20°C-on, S: szolidusz hőmérsékleten, L: likvidusz hőmérsékleten)

| Jelölés | Sűrűség, kg/m ³ | | | | | |
|----------|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | számított | | | mért | | |
| | ρ ₂₀ | ρ _S | ρ _L | ρ ₂₀ | ρ _S | ρ _L |
| AlSi9 | 2650 | 2532 | 2393 | - | - | 2420 |
| AlSi12 | 2638 | 2524 | 2397 | - | - | 2440 |
| AlSi23 | 2595 | 2494 | 2410 | - | - | 2480 |
| AlMg10 | 2549 | 2418 | 2266 | 2587 | 2478 | 2312 |
| MgAl19 | 1802 | 1677 | 1625 | 1817 | 1747 | 1658 |
| AZ91 | 1816 | 1691 | 1638 | 1813 | 1755 | - |
| AM60 | 1783 | 1658 | 1608 | 1782 | 1725 | - |
| AS21 | 1762 | 1639 | 1592 | 1763 | 1708 | - |
| CuZn20 | 8500 | 8040 | 7634 | 8547 | 8013 | 7740 |
| CuZn38,4 | 8141 | 7726 | 7357 | 8389 | 7758 | 7508 |
| ZnCu5 | 7212 | 6900 | 6618 | 7283 | 6993 | 6671 |
| ZnAl15 | 6594 | 6308 | 6031 | 6596 | 6345 | 6158 |
| ZnAl10 | 6125 | 5855 | 5581 | 6127 | 5900 | 5682 |
| ZnAl21 | 5296 | 5058 | 4794 | 5300 | 5097 | 4866 |

5. További öntészeti ötvözetek és segédanyagok hőfizikai tulajdonságai

5.1 Alumínium ötvözetek hőfizikai tulajdonságai

| Tulajdonság | Szoba-hőmérsékleten | Folyékony állapotban |
|------------------------------|---------------------|----------------------|
| Hőkapacitás (J/kg) | 880-920 | 1100-1200 |
| Sűrűség (kg/m ³) | 2600-2800 | 2200-2400 |
| Rugalmassági modul (GPa) | 68-75 | nem mérhető |
| Hőtágulás (μm/m°C) | 20-24 | - |
| Látens hő (kJ/kg) | 400-500 | |

5.2 Magnézium ötvözetek hőfizikai tulajdonságai

| Tulajdonság | Szoba-hőmérsékleten | Folyékony állapotban |
|------------------------------|---------------------|----------------------|
| Hőkapacitás (J/kg) | 1000-1050 | 1200-1350 |
| Sűrűség (kg/m ³) | 1750-1850 | 1550-1650 |
| Rugalmassági modul (GPa) | 42-47 | nem mérhető |
| Hőtágulás (μm/m°C) | 24-26 | - |
| Látens hő (kJ/kg) | 280-380 | |

5.2 Nyomásos öntészeti ötvözetek hőfizikai anyagtulajdonságai

| Ötvözet | sűrűség 20°C-on (kg/m ³) | sűrűség folyékony állapotban (kg/m ³) | T _{likvidusz} (°C) | T _{szolidusz} (°C) | Dermedési hőmérséklet- köz (°C) | Hőkapacitás [kJ/(kgK)] |
|------------|--|--|--------------------------------|--------------------------------|--|---------------------------|
| AlSi9Cu3 | 2750 | 2500 | 590 | 520 | 20 | 1,1 |
| AlSi12 | 2650 | | 580 | 570 | 5 | |
| AlSi12(Cu) | 2650 | | 585 | 570 | 10 | |
| AlSi10Mg | 2650 | | 595 | 560 | 25 | |
| AlSi6Cu4 | 2750 | | 608 | 506 | 46 | |
| AlMg9 | 2600 | | 620 | 540 | 20 | |
| AlMg5Si2Mn | 2630 | | 619 | 580 | 25 | |
| AZ91 | 1810 | 1600 | 598 | 420-435 | 38 | 1,25 |
| AZ81 | 1820 | | 615 | | 55 | |
| AM60 | 1800 | | 615 | | 55 | |
| AM50 | 1770 | | 620 | | 60 | |
| AM20 | 1750 | | 638 | | 75 | |
| AS41 | 1770 | | 617 | | 55 | |
| AS21 | 1760 | | 632 | | 70 | |
| AE42 | 1790 | | 625 | | 65 | |
| CuZn37Pb | 8500 | 7600 | 910 | 890 | 10 | 0,48 |
| CuZn15Si4 | 8600 | | 900 | 930 | 30 | |

5.5 Nyomásos öntészeti alumínium ötvözetek mechanikai tulajdonságai
(összehasonlító táblázat)

| Ötvözet | Szakítószilárdság N/mm ² | R _{p0,2} N/mm ² | Nyúlás % | Brinell keménység |
|------------------|--|--|-------------|----------------------|
| AlSi10Mg(Fe) | 240 | 140 | 1 | 70 |
| AlSi12(Fe) | 240 | 130 | 1 | 60 |
| AlSi9 | 220 | 120 | 2 | 55 |
| AlSi9Cu3(Fe) | 240 | 140 | <1 | 80 |
| AlSi11Cu2(Fe) | 240 | 140 | <1 | 80 |
| AlSi8Cu3 | 240 | 140 | 1 | 80 |
| AlSi9Cu3(Fe)(Zn) | 240 | 140 | <1 | 80 |
| AlSi12Cu1(Fe) | 240 | 140 | 1 | 70 |
| AlMg9 | 200 | 130 | 1 | 70 |

5.6 Nyomásos öntészeti ötvözetek rugalmassági modulja (GPa)

| Ötvözet | Hőmérséklet (°C) | | |
|---------------|------------------|-------|-------|
| | 20 | 100 | 300 |
| AlSi10Mg(Fe) | 74,8 | 72,4 | 64,4 |
| AlSi12(Fe) | 75,6 | 73,2 | 65,2 |
| AlSi9 | 74,7 | 72,3 | 64,3 |
| AlSi9Cu3(Fe) | 75,8 | 73,3 | 65,3 |
| AlSi11Cu2(Fe) | 76,0 | 73,5 | 65,6 |
| AlSi8Cu3 | 75,4 | 73,0 | 64,9 |
| AlSi12Cu1 | 75,9 | 73,5 | 65,5 |
| AlMg9 | 68,5 | 66,2 | 58,4 |
| MfAl8Zn1 | 46,7 | 45,2 | 39,7 |
| MgAl9Zn1 | 46,8 | 45,4 | 39,9 |
| MgAl2Mn | 45,4 | 44,0 | 38,7 |
| MgAl5Mn | 46,0 | 44,5 | 39,1 |
| MgAl6Mn | 44,3 | 42,6 | 38,4 |
| MgAl7Mn | 46,3 | 44,9 | 39,4 |
| MgAl2Si | 46,1 | 44,4 | 40,1 |
| MgAl4Si | 46,0 | 44,6 | 39,2 |
| CuZn33Pb2Si-C | 106,6 | 102,3 | 84,0 |
| CuZn35Pb2Al-C | 102,2 | 98,4 | 79,9 |
| CuZn39Pb1Al-C | 104,2 | 100,5 | 81,7 |
| CuZn16Si4-C | 123,0 | 120,0 | 106,3 |
| ZnAl4 | 92,9 | 89,7 | 68,2 |
| ZnAl4Cu1 | 93,1 | 90,0 | 68,5 |
| Zn14Cu3 | 93,7 | 90,5 | 69,1 |
| ZnAl8Cu1 | 92,0 | 88,9 | 68,2 |
| ZnAl11Cu1 | 91,2 | 88,1 | 67,9 |
| ZnAl27Cu4 | 87,4 | 84,5 | 67,1 |

5.7 Nyomásos öntészeti ötvözetek hőfizikai anyagtulajdonságai
(szobahőmérsékleten)

| Ötvözet | Fajhő [J/(kg K)] | Hővezető képesség [W/(mK)] | Fajhő kJ/kg |
|---------------|---------------------|-------------------------------|----------------|
| AlSi10Mg(Fe) | 878 | 113 | 417 |
| AlSi12(Fe) | 872 | 121 | 424 |
| AlSi9 | 879 | 138 | 414 |
| AlSi9Cu3(Fe) | 846 | 96 | 403 |
| AlSi11Cu2(Fe) | 853 | 92 | 413 |
| AlSi8Cu3 | 848 | 96 | 400 |
| AlSi12Cu1 | 861 | 121 | 420 |
| AlMg9 | 910 | 92 | 385 |
| MfAl8Zn1 | 1002 | 53 | 362 |
| MgAl9Zn1 | 1000 | 51 | 362 |
| MgAl2Mn | 1027 | 94 | 370 |
| MgAl5Mn | 1023 | 65 | 371 |
| MgAl6Mn | 1021 | 61 | 371 |
| MgAl7Mn | 1020 | 57 | 371 |
| MgAl2Si | 1023 | 84 | 373 |
| MgAl4Si | 1020 | 68 | 373 |
| CuZn33Pb2Si-C | 373 | 63 | 141 |
| CuZn35Pb2Al-C | 373 | 87 | 139 |
| CuZn39Pb1Al-C | 381 | 87 | 142 |
| CuZn16Si4-C | 393 | 84 | 186 |
| ZnAl4 | 396 | 113 | 105 |
| ZnAl4Cu1 | 396 | 109 | 106 |
| Zn14Cu3 | 396 | 105 | 107 |
| ZnAl8Cu1 | 406 | 115 | 109 |
| ZnAl11Cu1 | 413 | 118 | 112 |
| ZnAl27Cu4 | 457 | 125 | 129 |

5.8 Magnéziumötvözetek hőfizikai anyagtulajdonságai

| Hőmérséklet °C | Hővezető képesség, (W/mK) | | | |
|-------------------|---------------------------|------|-------|-------|
| | AZ91 | AM60 | AE42 | AS21 |
| 100 | 58,5 | 68,8 | 90,7 | 93,5 |
| 150 | 63,8 | 73,8 | 95,5 | 98,7 |
| 200 | 68,4 | 78,2 | 99,6 | 102,9 |
| 250 | 72,4 | 82,1 | 103,0 | 106,2 |
| 300 | 75,8 | 85,6 | 105,9 | 108,8 |
| 350 | 78,7 | 88,6 | 108,3 | 110,8 |
| 400 | 81,2 | 91,3 | 110,4 | 112,5 |
| 450 | | 93,6 | 112,1 | 113,8 |

| Hőmérséklet °C | fajlagos hőkapacitás, (J/kgK) | | | |
|-------------------|-------------------------------|------|------|------|
| | AZ91 | AM60 | AE42 | AS21 |
| 100 | 1066 | 1055 | 1035 | 1061 |
| 200 | 1111 | 1100 | 1078 | 1107 |
| 300 | 1156 | 1145 | 1122 | 1152 |
| 400 | 1225 | 1191 | 1166 | 1197 |

| Hőmérséklet °C | lineáris hosszváltozás (%) | | | |
|-------------------|----------------------------|------|------|------|
| | AZ91 | AM60 | AE42 | AS21 |
| 100 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,19 |
| 200 | 0,47 | 0,47 | 0,48 | 0,47 |
| 300 | 0,77 | 0,77 | 0,77 | 0,76 |
| 400 | 1,08 | 1,09 | 1,09 | 1,07 |

| Hőmérséklet °C | hőtágulási együttható (1/°C) | | | |
|-------------------|------------------------------|------|------|------|
| | AZ91 | AM60 | AE42 | AS21 |
| 200 | 26,5 | 26,6 | 26,9 | 26,1 |
| 300 | 27,6 | 27,8 | 27,8 | 27,1 |

| | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| 400 | 28,6 | 28,7 | 28,7 | 28,2 |
|-----|------|------|------|------|

| Hőmérséklet °C | rugalmassági modul (GPa) | | | |
|-------------------|--------------------------|------|------|------|
| | AZ91 | AM60 | AE42 | AS21 |
| 20 | 44,4 | 44,3 | 45,6 | 46,1 |
| 200 | 40,6 | 40,5 | 41,7 | 42,2 |
| 400 | 34,9 | 36,4 | 37,4 | 38,0 |

5.9 Nyomásos öntészeti szerszámacél (2343) (X40CrMoV51) hőfizikai anyagtulajdonságai

| Hőmérséklet (°C) | Sűrűség (kg/m ³) | Hővezetőképesség [W/(mK)] | Hőkapacitás [kJ/(kgK)] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 20 | 7740 | 19,2 | 0,461 |
| 100 | | 20,1 | 0,496 |
| 200 | | 22,4 | 0,533 |
| 300 | | 24,0 | 0,568 |
| 400 | | 25,1 | 0,611 |
| 500 | | 25,8 | 0,677 |
| 600 | | 26,1 | 0,778 |

5.10 Gömbgrafitos öntöttvas ötvözetek mechanikai tulajdonságai

| Ötvözet | Szakítószilárdság (N/mm ²) | Folyáshatár (N/mm ²) | Nyúlás (%) |
|------------|---|-------------------------------------|---------------|
| EN-GJS-350 | 350 | 220 | 22 |
| EN-GJS-400 | 400 | 240 | 18 |
| EN-GJS-450 | 450 | 310 | 10 |
| EN-GJS-500 | 500 | 320 | 7 |
| EN-GJS-600 | 600 | 370 | 3 |
| EN-GJS-700 | 700 | 420 | 2 |
| EN-GJS-800 | 800 | 480 | 2 |
| EN-GJS-900 | 900 | 600 | 2 |

5.11 Gömbgrafitos öntöttvasak hőfizikai anyagtulajdonságai

| Tulajdonság | Szoba- hőmérsékleten | Szolidusz hőmérsékleten | Dermedési hőmérsékletközben | Folyékony állapotban |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Hővezető képesség (W/mK) | 30-50 | 25-30 | konstans | 25-35 |
| Hőkapacitás (J/kgK) | 460-700 | 850-1050 | csökkenő | 800-950 |
| Sűrűség (kg/m ³) | 6900-7400 | 6750-7350 | zsugorodás / duzzadás | 6700-7300 |
| Szívósság (mm ² /s) | ∞ | | erősen csökkenő | 0,5-0,8 |
| Hőtágulási együttható (μm/m°C) | 11-14 | 17-22 | hirtelen növekvő | |
| Látens hő (kJ/kg) | | | 180-240 | |

5.12 Átmeneti grafitos öntöttvas anyagtulajdonságai

| Tulajdonság | Hőmérséklet (°C) | 70% perlit | 100% perlit |
|---|---------------------|---------------|----------------|
| Szakítószilárdság (MPa) | 25 | 420 | 450 |
| | 100 | 415 | 430 |
| | 300 | 375 | 410 |
| Folyáshatár (MPa) | 25 | 315 | 370 |
| | 100 | 295 | 335 |
| | 300 | 284 | 320 |
| E Rugalmassági modul (GPa) | 25 | 145 | 145 |
| | 100 | 140 | 140 |
| | 300 | 130 | 130 |
| Szakadási nyúlás (%) | 25 | 1,5 | 1,0 |
| | 100 | 1,5 | 1,0 |
| | 300 | 1,0 | 1,0 |
| Hajlítással szembeni kifáradási szilárdság (MPa) | 250 | 195 | 210 |
| | 100 | 185 | 195 |
| | 300 | 165 | 175 |
| Hőtágulási együttható ($\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$) | 25 | 11,0 | 11,0 |
| | 100 | 11,5 | 11,5 |
| | 300 | 12,0 | 12,0 |
| Poisson szám (-) | 25 | 0,26 | 0,26 |
| | 100 | 0,26 | 0,26 |
| | 300 | 0,27 | 0,27 |
| Sűrűség (g/cm^3) | 25 | 7,0-7,1 | 7,0-7,1 |
| Brinell keménység (-) | 25 | 190-225 | 207-255 |
| Fajhő (J/kg) | 100 | 0,45 | 0,45 |

6. Szimuláció-specifikus példatár

A szimuláció-specifikus példatárban a szimulációs számítások szempontjából szükséges hőfizikai adatokra mutatunk példákat. Minden adatot a hőmérséklet függvényében viszünk be a rendszerbe. A példatárban AlSi9Cu3, CuSn6, EN-GJL-150 és furángyantas homokkeverék anyagok vonatkozó adatait mutatjuk be.

(Forrás: SIMTEC WinCast adatbank, www.matweb.com)

6.1 AlSi9Cu3 hőfizikai adatok

| hőtágulási együttható, A226 | |
|-----------------------------|-------------|
| °C | $10^{-6}/K$ |
| 0 | 20,5 |
| 200 | 25,5 |
| 485 | 27 |
| 570 | 0 |

| Rugalmassági modul, a226 | | |
|--------------------------|-------------------|--------------|
| °C | N/mm ² | $10^4N/mm^2$ |
| 0 | 0 | 7,5 |
| | 240 | 7,5 |
| | 310 | 0,1 |
| 350 | 0 | 5 |
| | 30 | 5 |
| | 60 | 0,1 |
| 450 | 0 | 1 |
| | 5 | 1 |
| | 8 | 0,1 |
| 480 | 0 | 0,1 |
| | 0 | 0,1 |

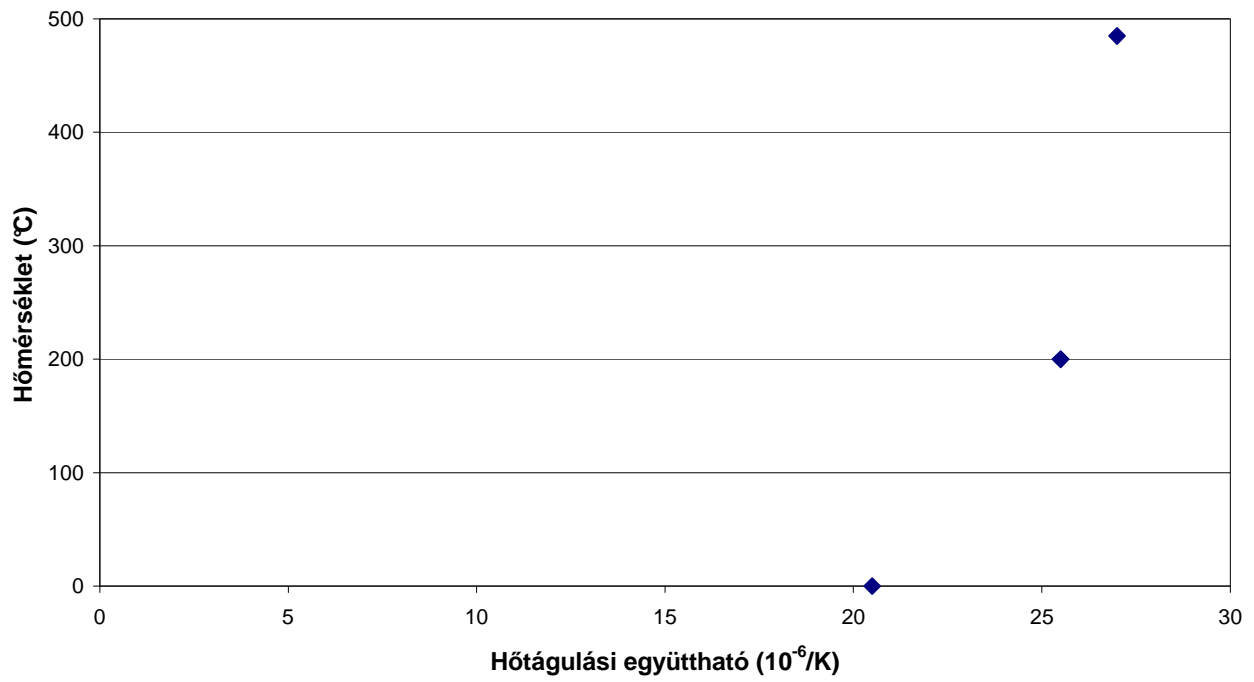
| Látens hő, A226 | |
|-----------------|-------------------------------|
| °C | felszabaduló energiahányad, % |
| 490 | 0 |
| 501 | 0,038 |
| 512 | 0,067 |
| 523 | 0,096 |
| 534 | 0,154 |
| 545 | 0,21 |
| 556 | 0,375 |
| 567 | 0,75 |
| 578 | 0,837 |
| 589 | 0,923 |
| 600 | 1 |

| hővezető képesség, A226 | |
|-------------------------|-------|
| °C | W/cmK |
| 0 | 1,55 |
| 100 | 1,7 |
| 200 | 1,77 |
| 300 | 1,85 |
| 400 | 1,92 |
| 500 | 2 |
| 570 | 2,03 |
| 600 | 1,05 |
| 700 | 1,2 |
| 800 | 1,2 |

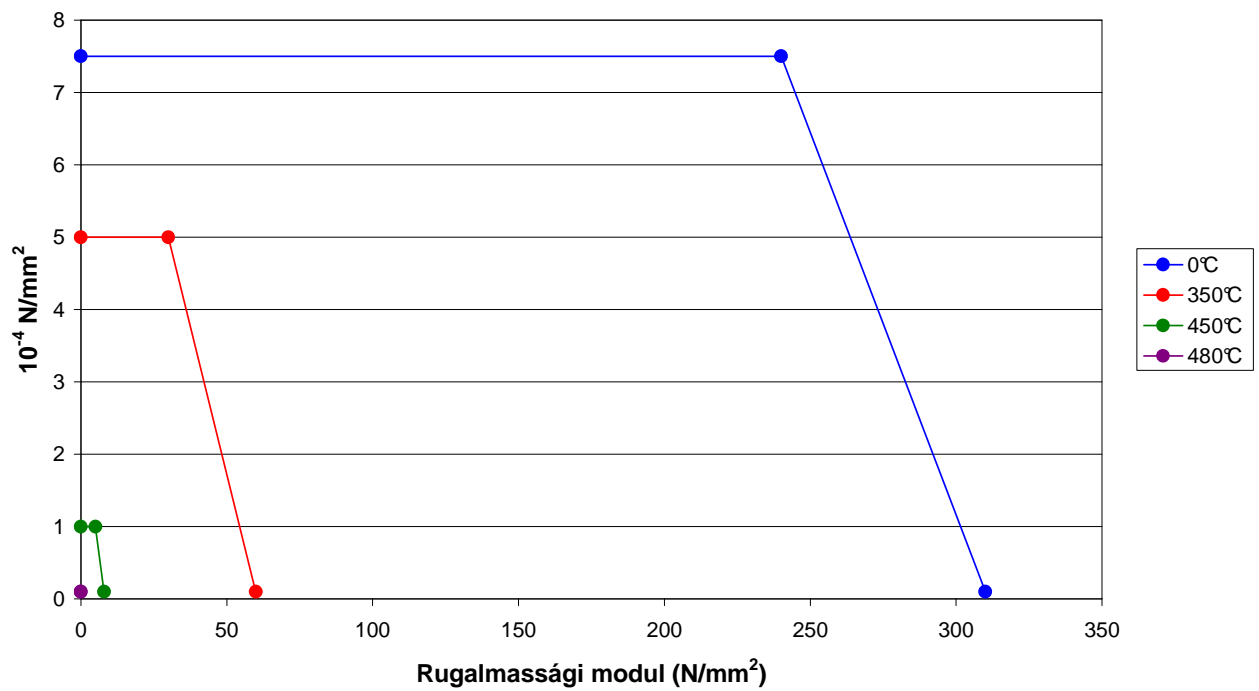
| Poisson szám, A226 | |
|--------------------|---------|
| °C | (nincs) |
| 0 | 0,275 |
| 100 | 0,282 |
| 200 | 0,287 |
| 300 | 0,293 |
| 400 | 0,298 |
| 500 | 0,305 |
| 600 | 0,312 |
| 700 | 0,319 |
| 800 | 0,327 |

| Hőkapacitás, A226 | |
|-------------------|---------------------|
| °C | J/cm ³ K |
| 20 | 2,58 |
| 500 | 2,95 |
| 600 | 3 |
| 650 | 2,81 |
| 800 | 2,65 |

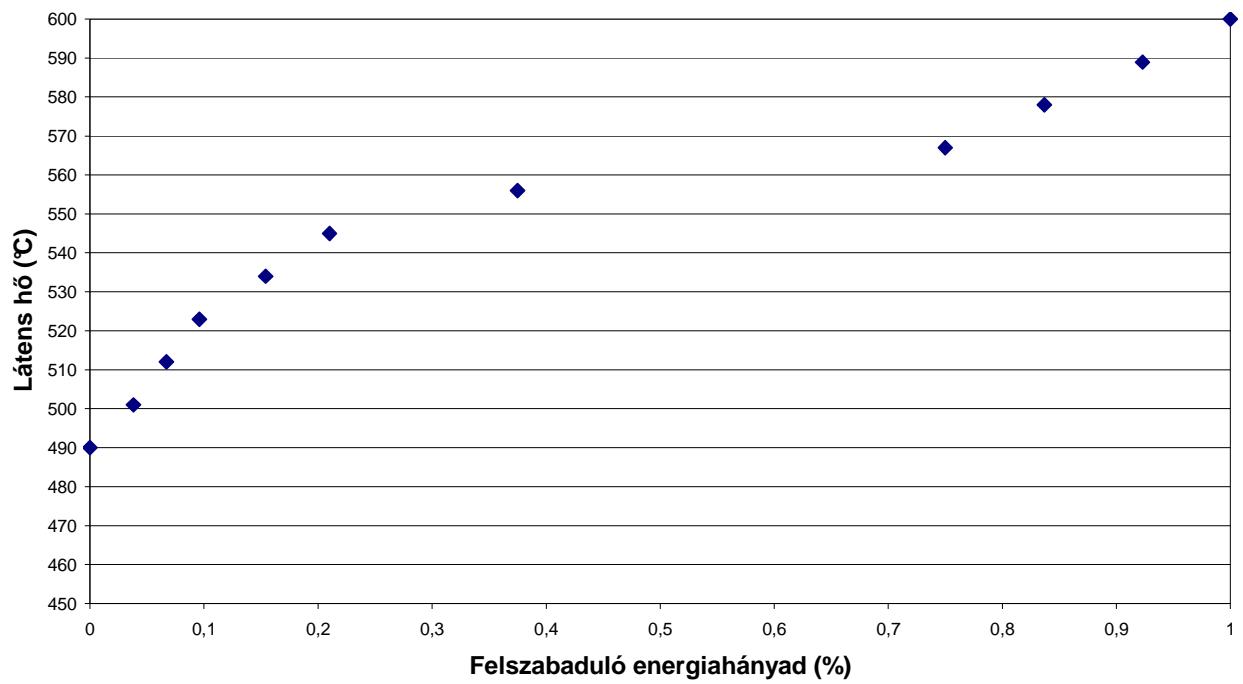
Hőtágulási együttható, a226



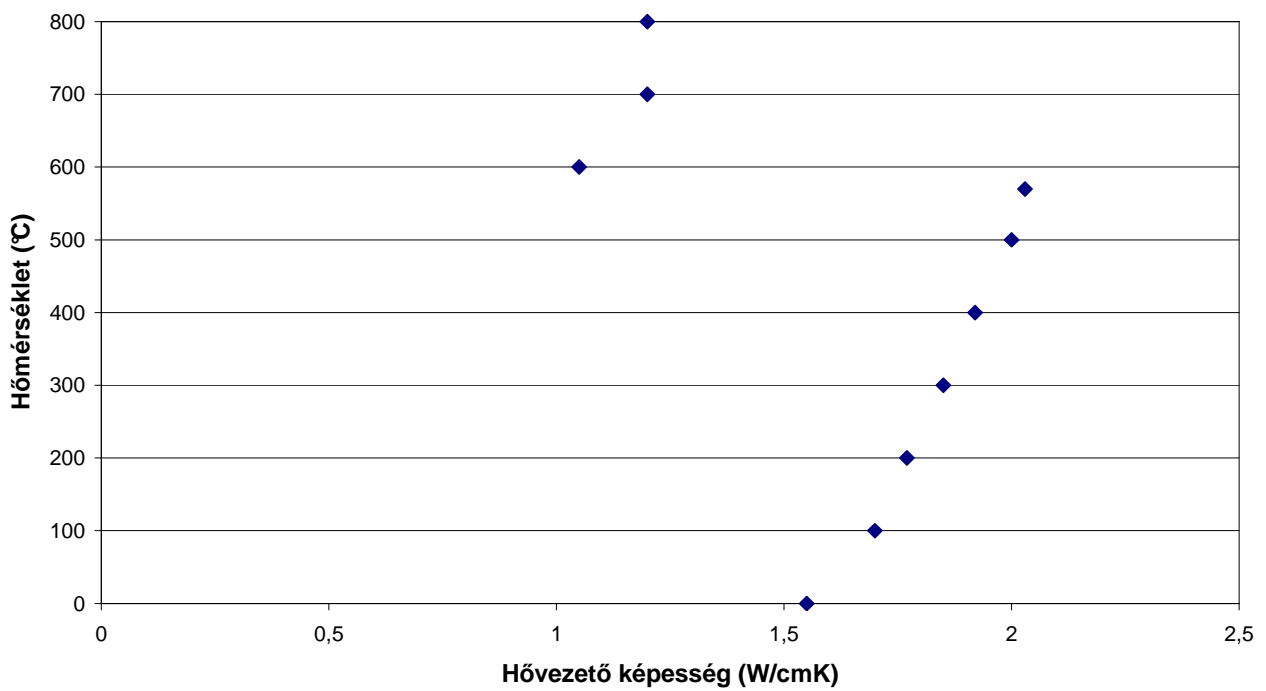
Rugalmassági modul, a226



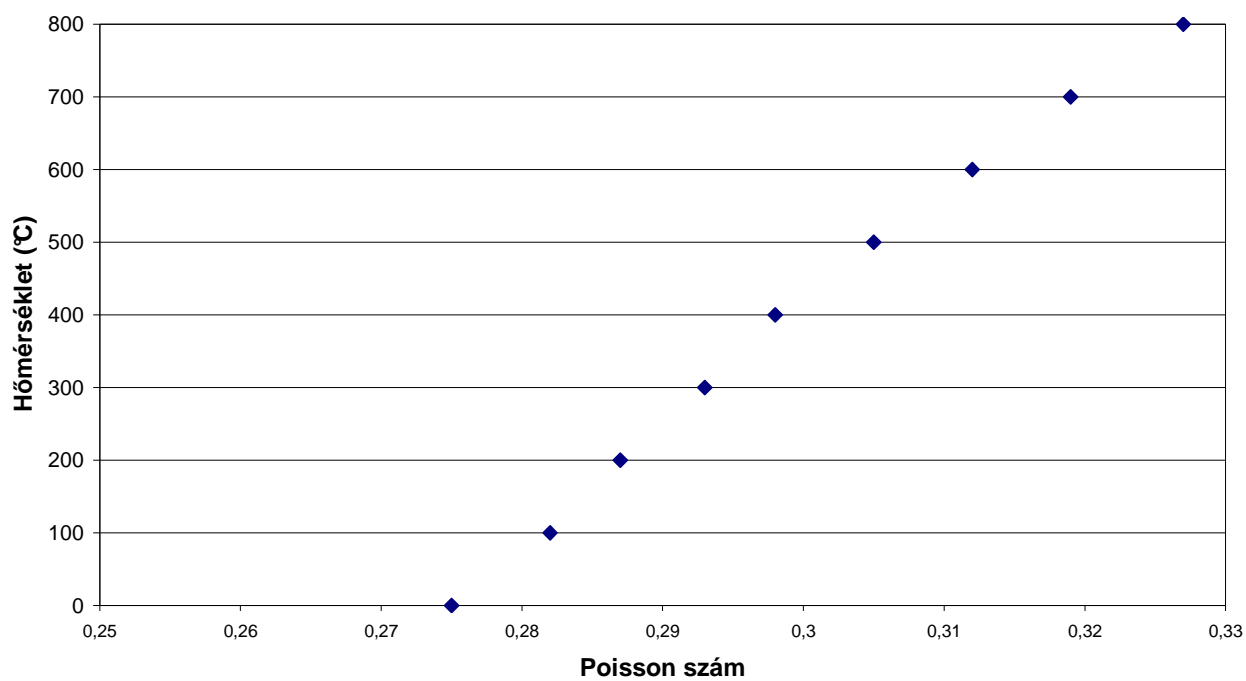
Látens hő felszabadulása a likvidusz-szolidusz hőmérsékletközben, a226



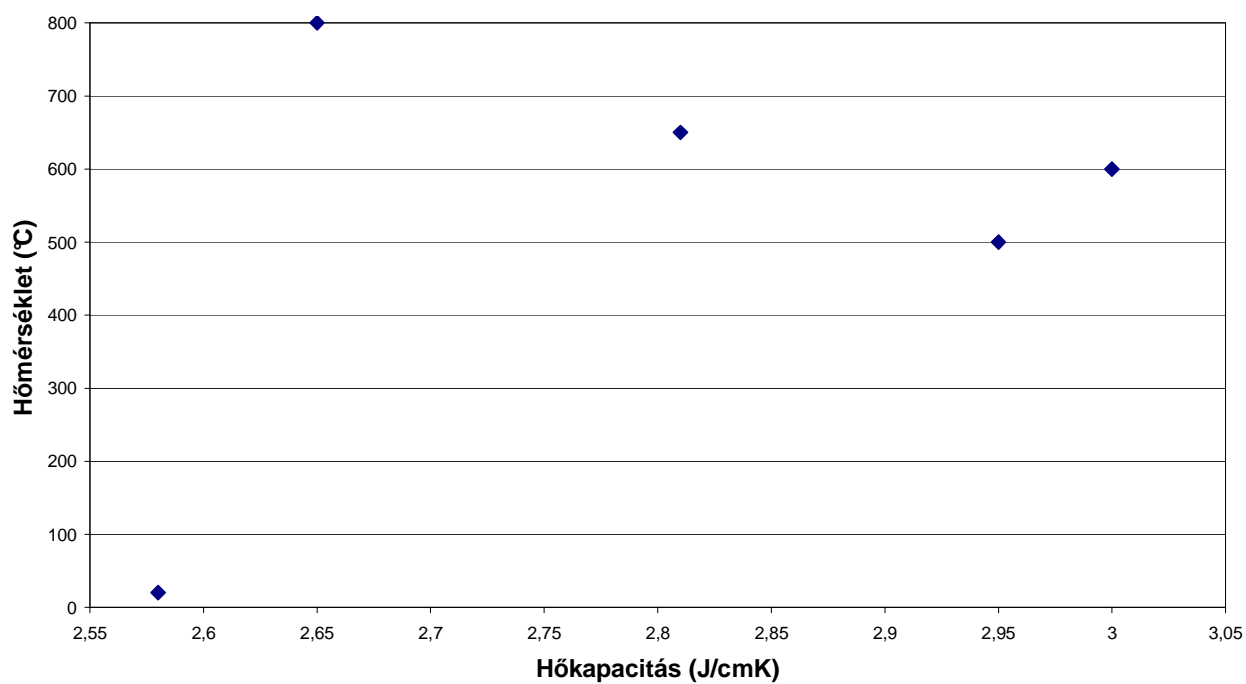
Hővezető képesség, a226



Poisson szám, a226



Hőkapacitás, a226



6.2 CuSn6 hőfizikai adatok

| hőtágulási együttható, CuSn6 | |
|------------------------------|-------------|
| °C | $10^{-6}/K$ |
| 0 | 16,1 |
| 100 | 17,02 |
| 200 | 17,98 |
| 300 | 18,83 |
| 400 | 19,78 |
| 500 | 20,73 |
| 600 | 21,58 |
| 700 | 22,44 |
| 800 | 23,39 |

| Rugalmassági modul, CuSn6 | | |
|---------------------------|----------|---------------|
| °C | N/mm^2 | $10^4 N/mm^2$ |
| 25 | 0 | 10 |
| | 123 | 10 |
| | 300 | 0,1 |
| 200 | 0 | 9,7 |
| | 106 | 9,7 |
| | 288 | 0,1 |
| 400 | 0 | 9,6 |
| | 104 | 9,6 |
| | 182 | 0,1 |
| 600 | 0 | 6,8 |
| | 82 | 6,8 |
| | 100 | 0,1 |
| 700 | 0 | 6,3 |
| | 48 | 6,3 |
| | 56 | 0,1 |
| 897 | 0 | 0,1 |
| | 0 | 0,1 |

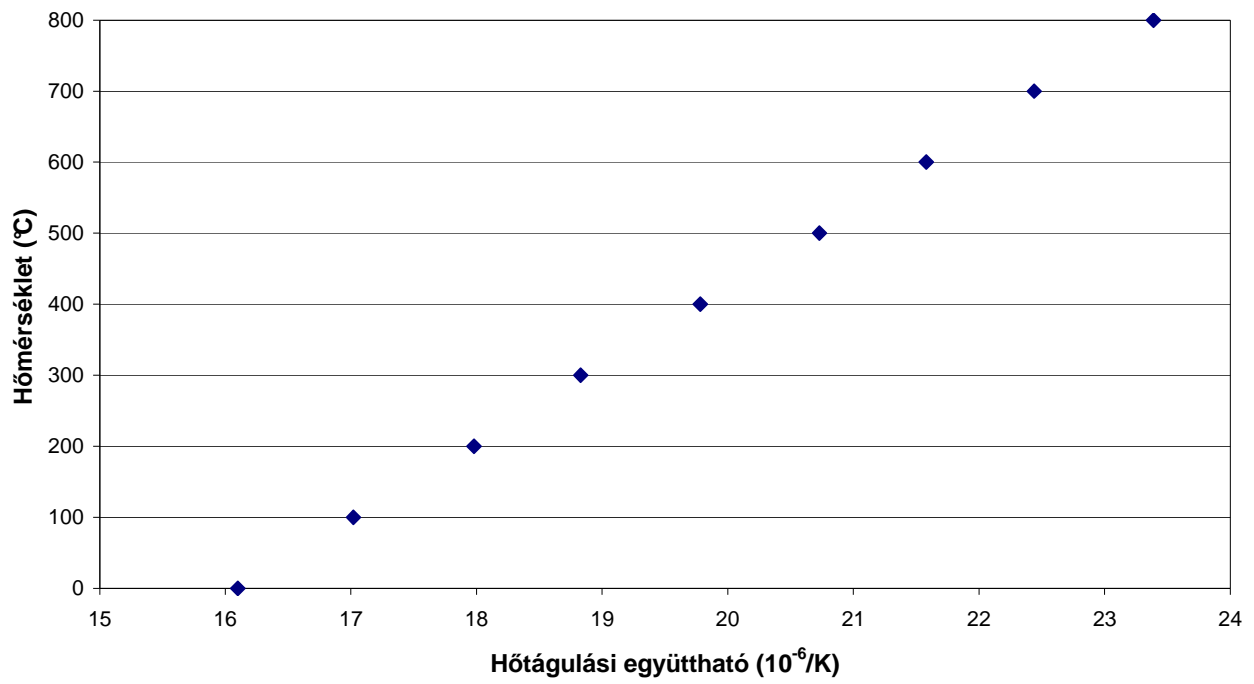
| Látens hő, CuSn6 | |
|------------------|-------------------------------|
| °C | felszabaduló energiahányad, % |
| 860 | 0 |
| 1090 | 1 |

| hővezető képesség, CuSn6 | |
|--------------------------|-------|
| °C | W/cmK |
| 1 | 0,7 |
| 20 | 0,7 |
| 97 | 0,75 |
| 201 | 0,81 |
| 295 | 0,95 |
| 401 | 1,1 |
| 490 | 1,2 |
| 600 | 1,3 |
| 700 | 1,4 |
| 800 | 1,46 |
| 900 | 1,5 |
| 910 | 1,5 |

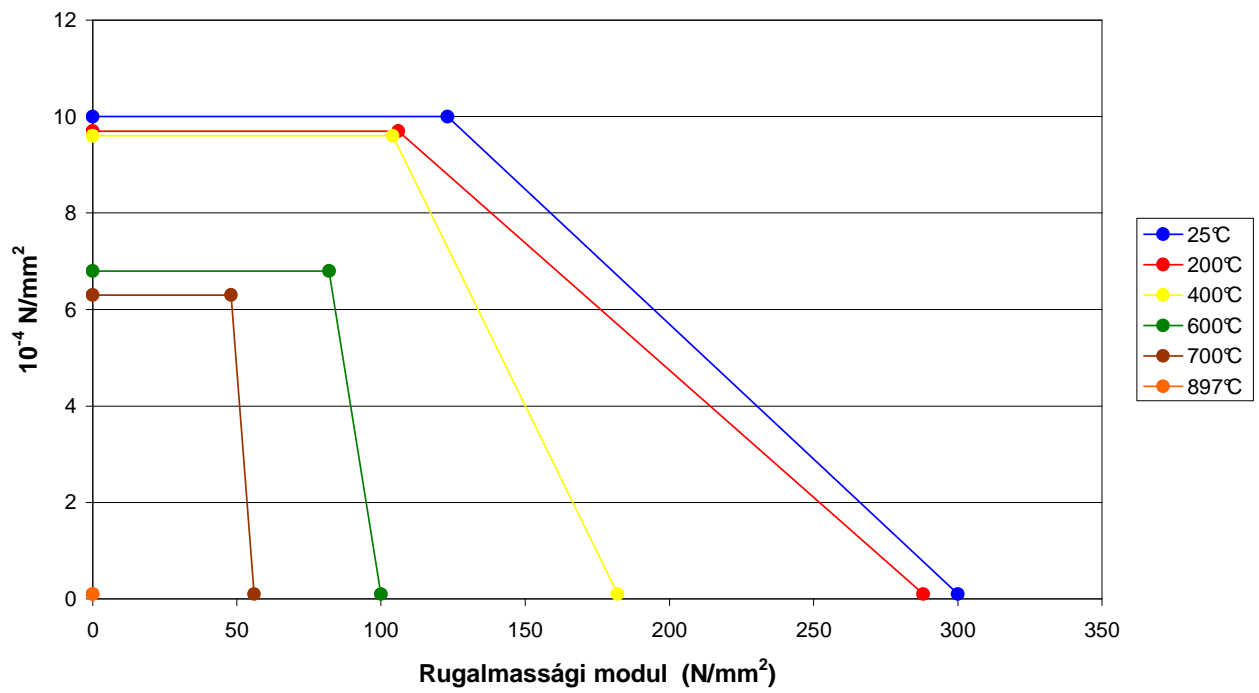
| Poisson szám, CuSn6 | |
|---------------------|---------|
| °C | (nincs) |
| 0 | 0,3 |
| 100 | 0,3 |

| Hőkapacitás, CuSn6 | |
|--------------------|---------------------|
| °C | J/cm ³ K |
| 1 | 3,33 |
| 106 | 3,49 |
| 201 | 3,71 |
| 295 | 3,84 |
| 401 | 3,9 |
| 490 | 3,81 |
| 600 | 3,63 |
| 700 | 3,47 |
| 800 | 3,31 |
| 900 | 3,15 |
| 910 | 3,13 |
| 1043 | 3,03 |

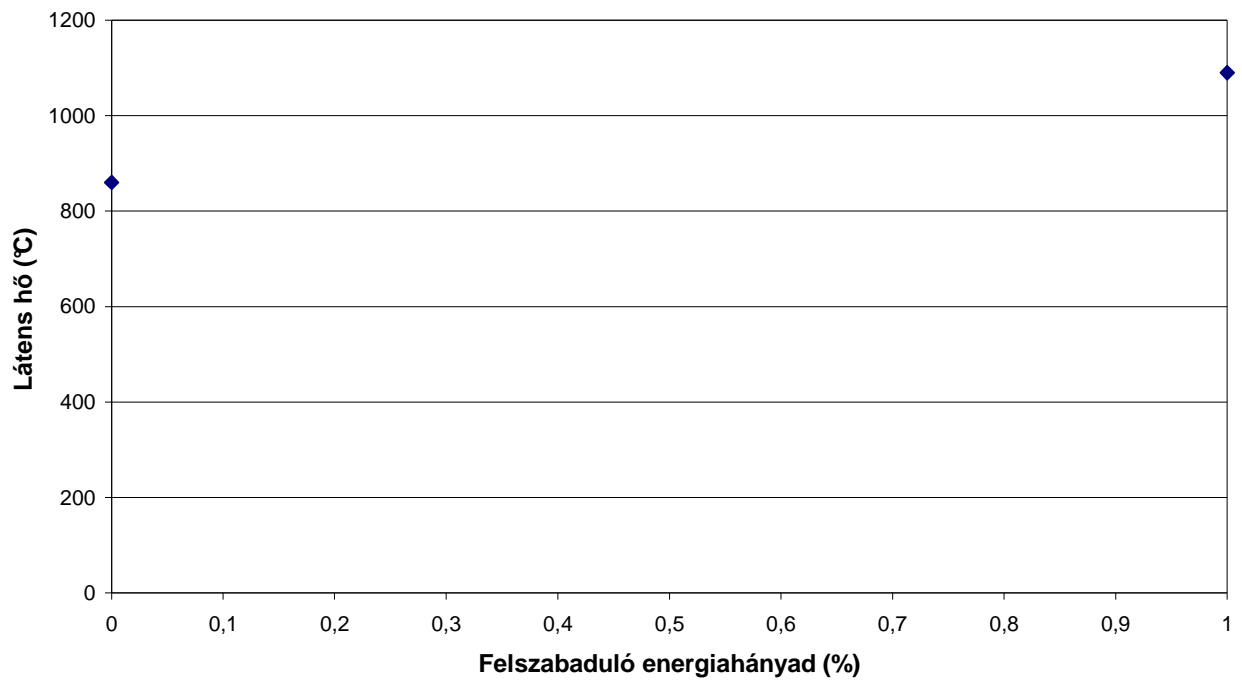
Hőtágulási együttható, CuSn6



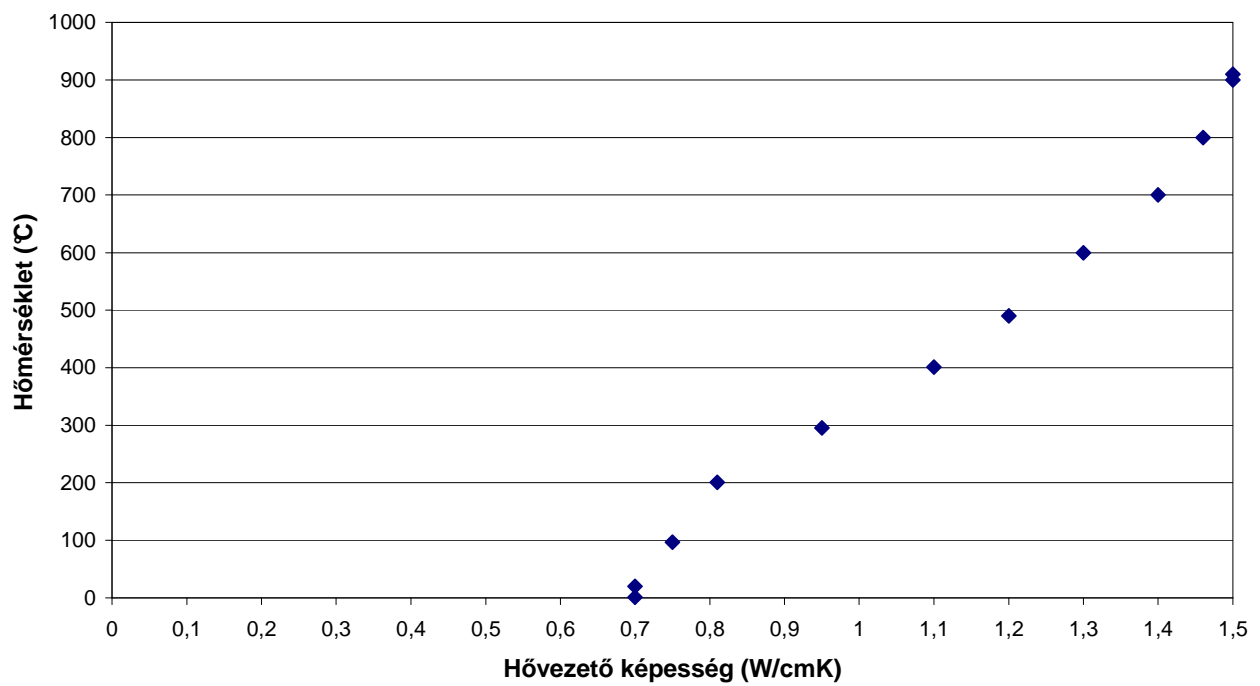
Rugalmassági modul, CuSn6



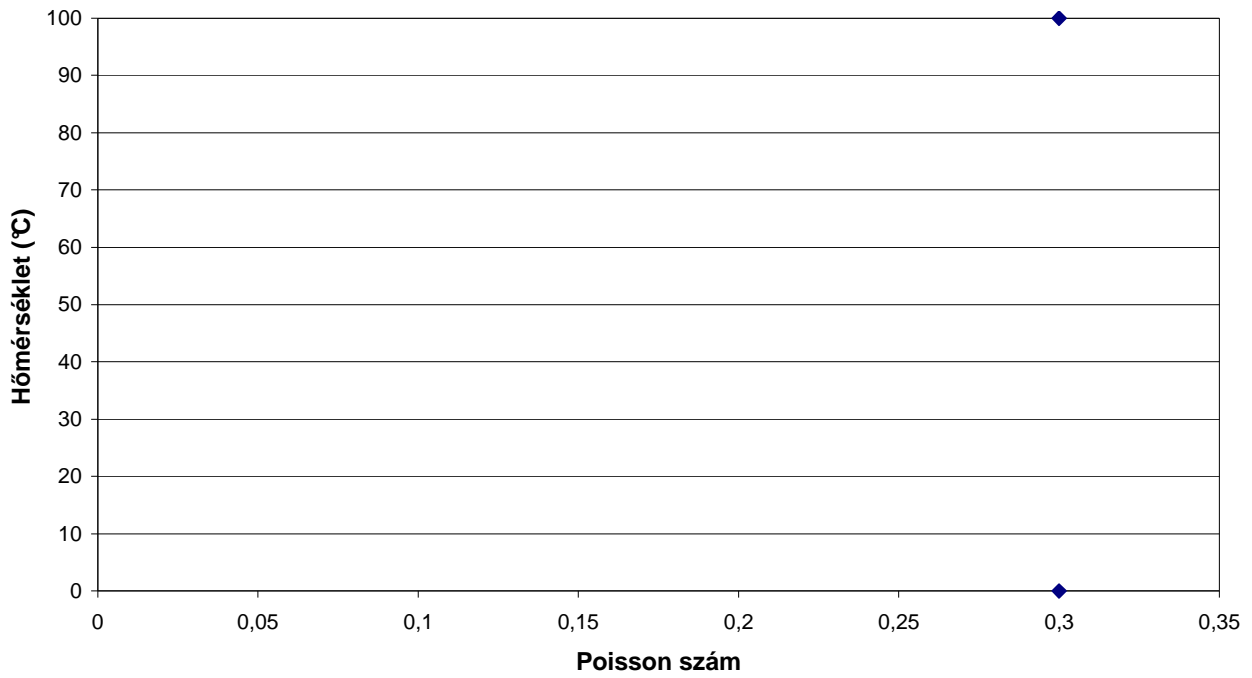
Látens hő, CuSn6



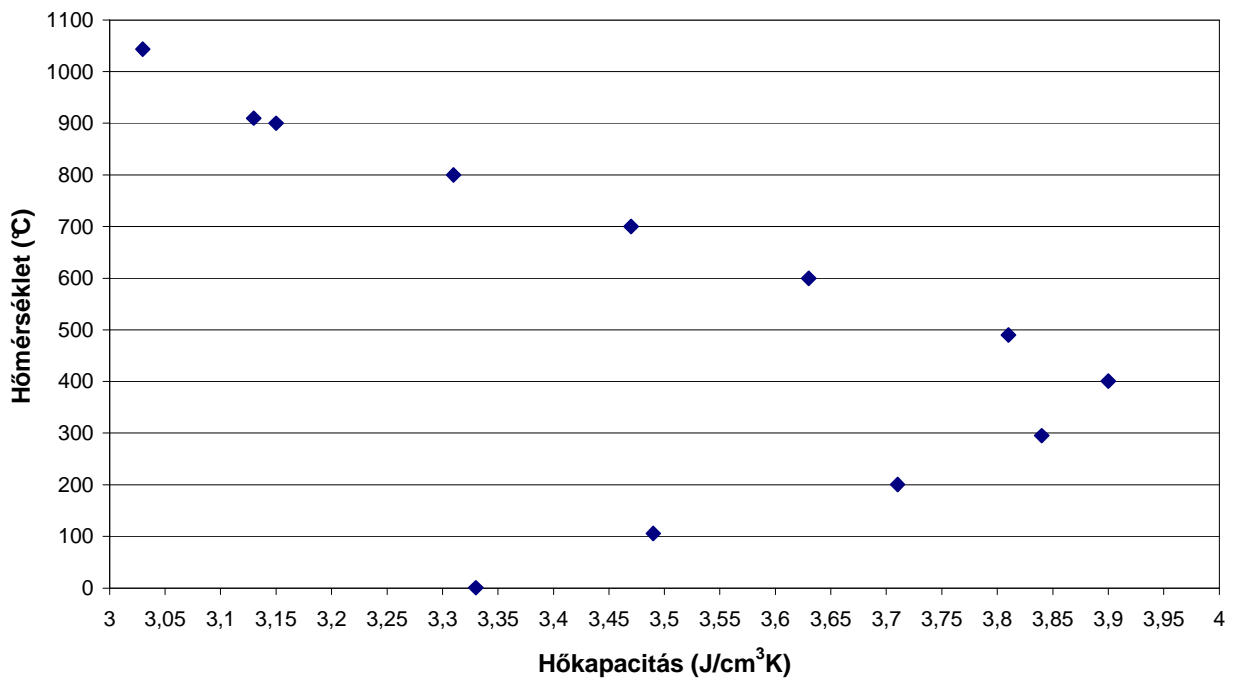
Hővezető képesség, CuSn6



Poisson szám, CuSn6



Hőkapacitás, CuSn6



6.3 EN-GJL-150 hőfizikai adatok

| hőtágulási együttható, EN-GJL-150 | |
|-----------------------------------|-------------|
| °C | $10^{-6}/K$ |
| 0 | 10 |
| 300 | 13 |
| 1115 | 15 |
| 1160 | 0 |

| Rugalmassági modul, EN-GJL-150 | | |
|--------------------------------|----------|---------------|
| °C | N/mm^2 | $10^4 N/mm^2$ |
| 0 | 0 | 9 |
| | 120 | 9 |
| | 170 | 0,1 |
| 400 | 0 | 9 |
| | 120 | 9 |
| | 170 | 0,1 |
| 800 | 0 | 4 |
| | 60 | 4 |
| | 85 | 0,1 |
| 1100 | 0 | 0,01 |
| | 0,1 | 0,01 |

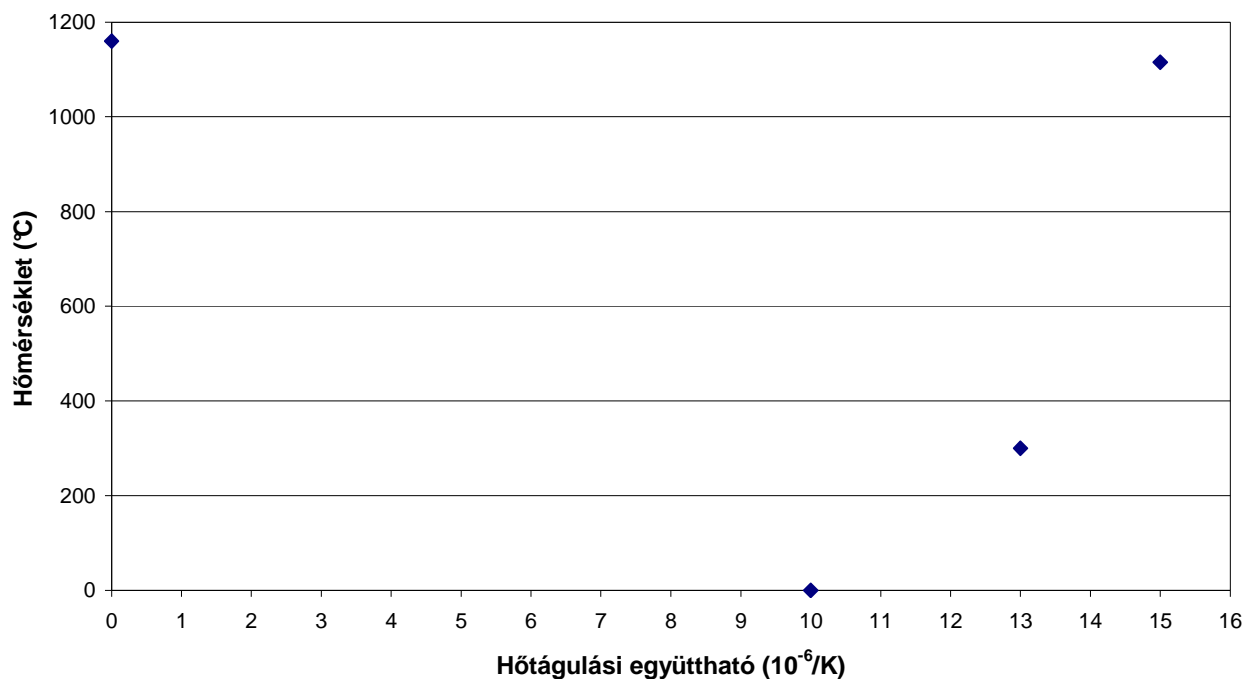
| Látens hő, EN-GJL-150 | |
|-----------------------|-------------------------------|
| °C | felszabaduló energiahányad, % |
| 720 | 0 |
| 723 | 0,11 |
| 1115 | 0,12 |
| 1116 | 1,14 |
| 1118 | 1,47 |
| 1135 | 0,8 |
| 1160 | 1 |

| hővezető képesség, EN-GJL-150 | |
|-------------------------------|-------|
| °C | W/cmK |
| 100 | 0,55 |
| 200 | 0,52 |
| 300 | 0,49 |
| 400 | 0,47 |
| 500 | 0,43 |
| 600 | 41 |
| 700 | 0,38 |
| 900 | 0,35 |
| 1000 | 0,346 |
| 1115 | 0,36 |
| 1160 | 0,45 |
| 1500 | 0,55 |

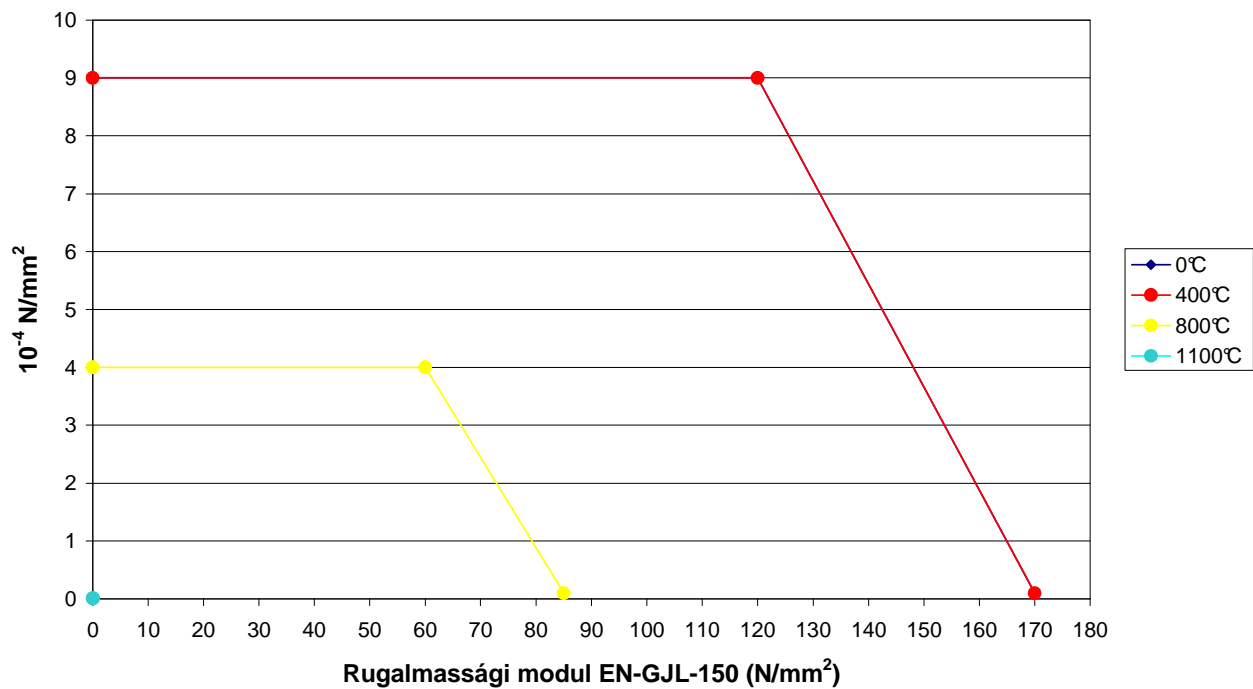
| Poisson szám, EN-GJL-150 | |
|--------------------------|---------|
| °C | (nincs) |
| 0 | 0,275 |
| 100 | 0,282 |
| 200 | 0,287 |
| 300 | 0,293 |
| 400 | 0,298 |
| 500 | 0,305 |
| 600 | 0,312 |
| 700 | 0,319 |
| 800 | 0,327 |

| Hőkapacitás, EN-GJL-150 | |
|-------------------------|---------------------|
| °C | J/cm ³ K |
| 200 | 3,8 |
| 500 | 3,95 |
| 800 | 5,09 |
| 1000 | 5,17 |
| 1200 | 5,096 |
| 1400 | 5,74 |
| 1500 | 5,52 |

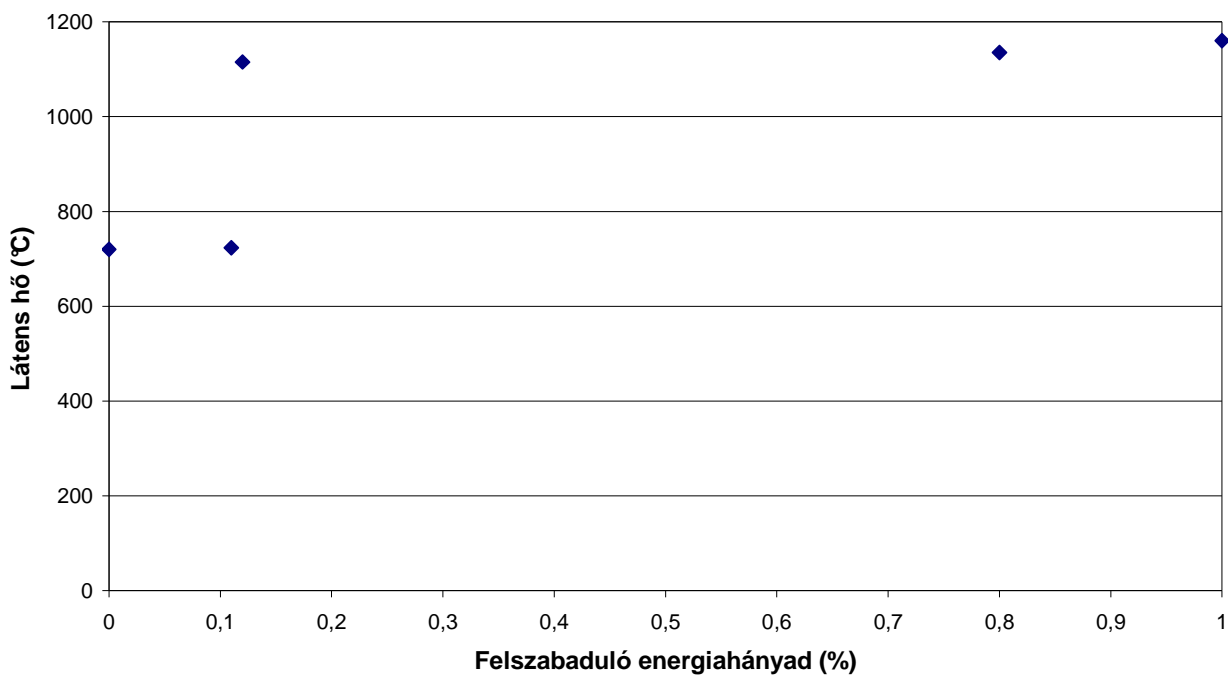
Hőtágulási együttható, EN-GJL-150



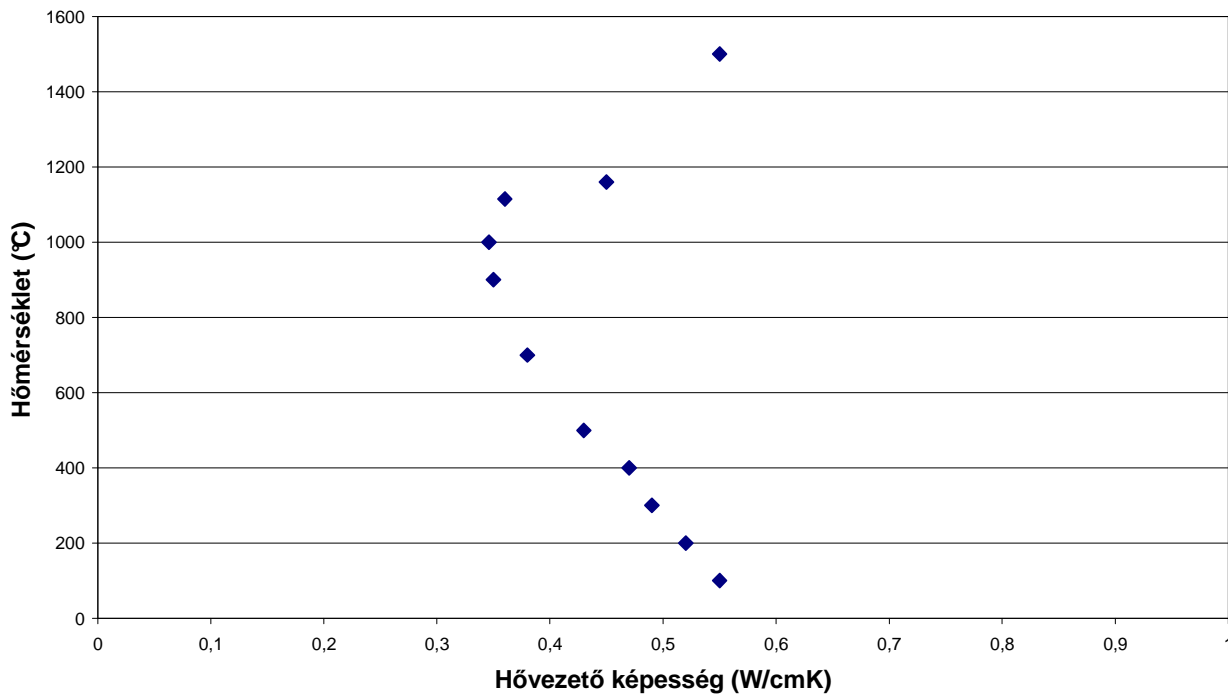
Rugalmassági modul, EN-GJL-150



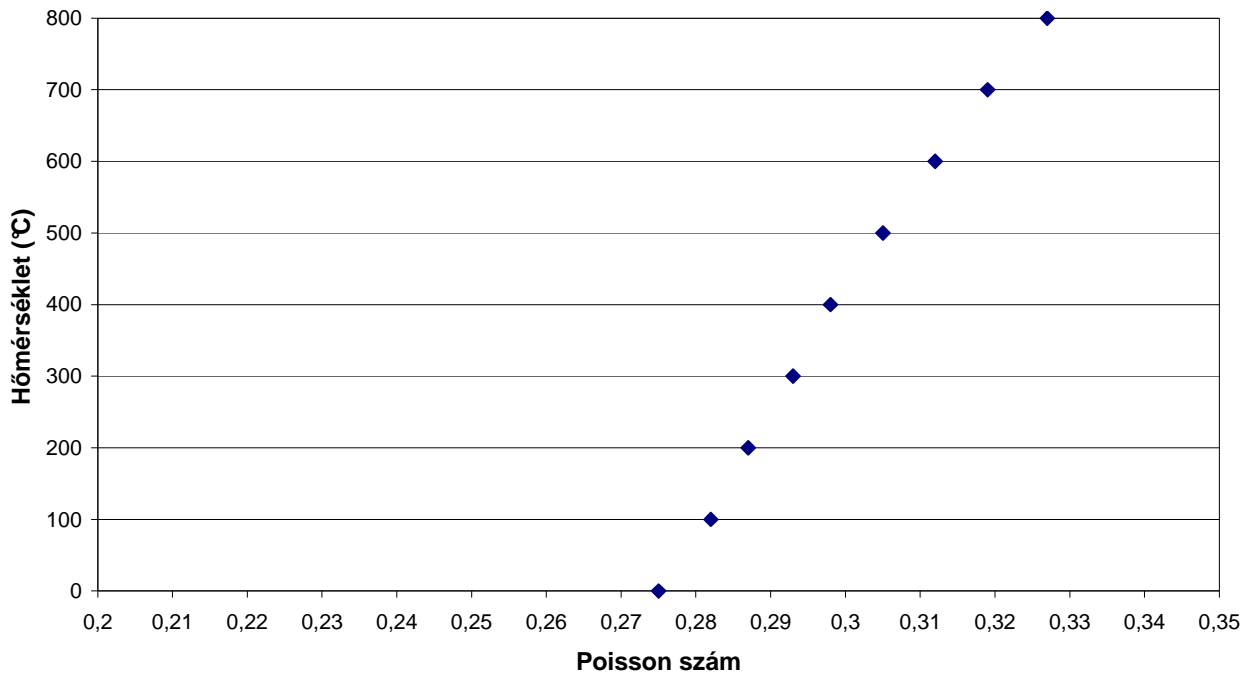
Látens hő felszabadulása a likvidusz-szolidusz hőmérsékletközben, EN-GJL-150



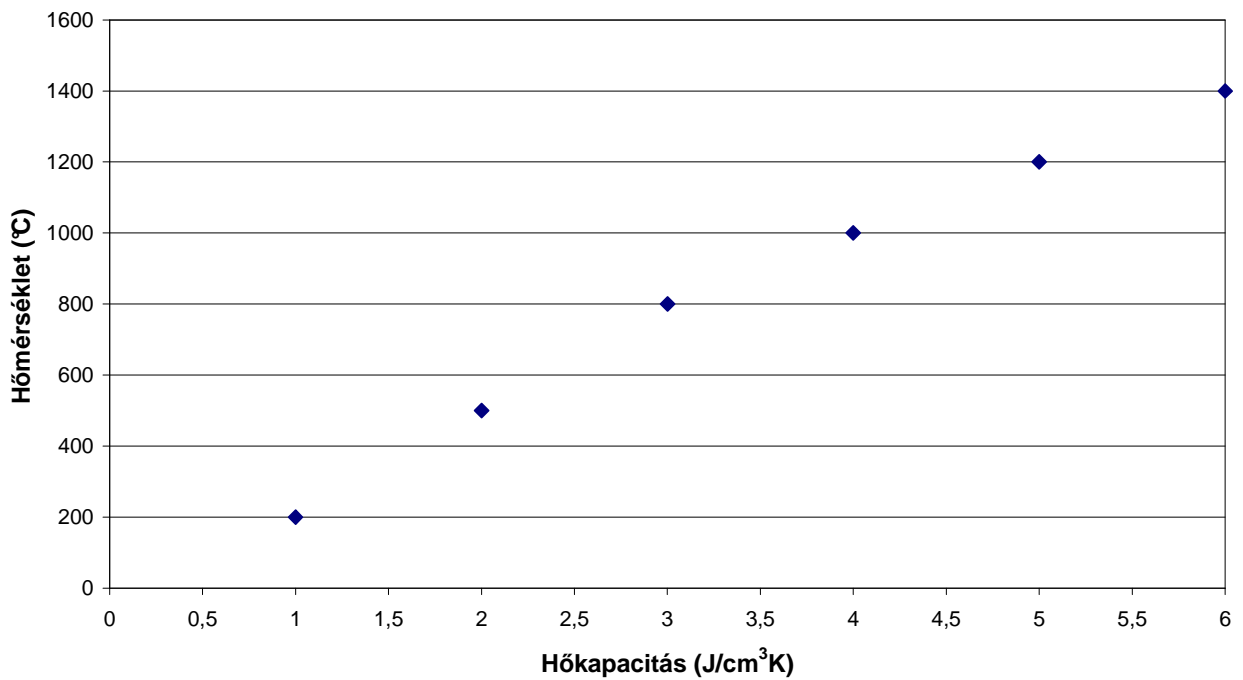
Hővezető képesség EN-GJL-150



Poisson szám, EN-GJL-150



Hőkapacitás, EN-GJL-150



6.4 Furángyantás homokkeverék hőfizikai adatok

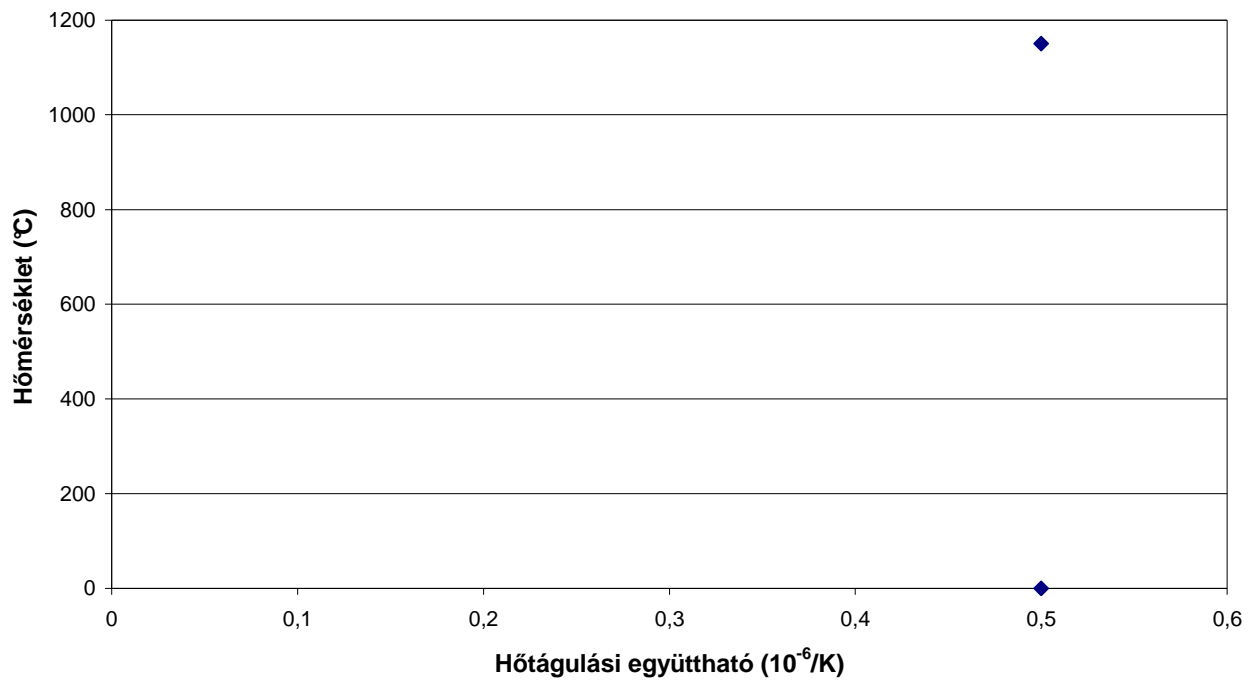
| hőtágulási együttható, furán homok | |
|------------------------------------|-------------|
| °C | $10^{-6}/K$ |
| 0 | 0,5 |
| 1150 | 0,5 |

| Rugalmassági modul, furán homok | | |
|---------------------------------|----------|---------------|
| °C | N/mm^2 | $10^4 N/mm^2$ |
| 0 | -8 | 9 |
| | -6 | 0,01 |
| | -0,1 | 2 |
| | 0 | 2 |
| | 0,1 | 0,01 |
| | 5 | 0,01 |
| 600 | -8 | 0,01 |
| | -5 | 3 |
| | -0,1 | 3 |
| | 0 | 3 |
| | 0,1 | 0,01 |

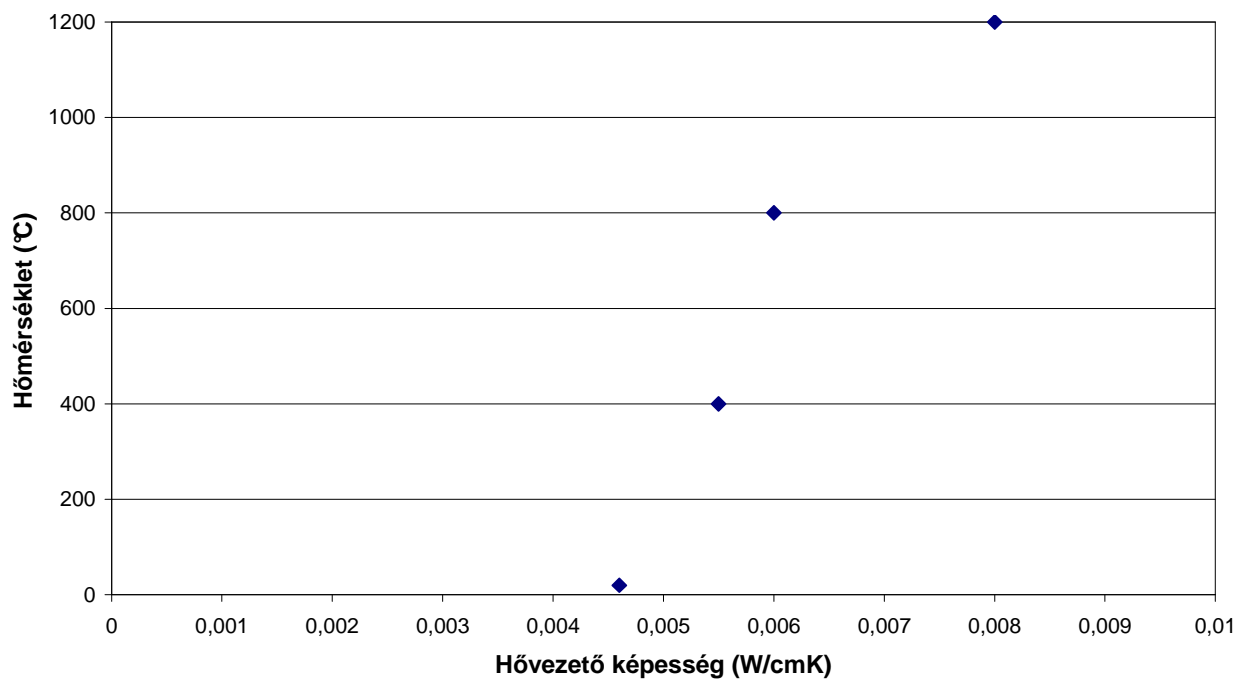
| hővezető képesség, furán homok | |
|--------------------------------|--------|
| 20 | W/cmK |
| 400 | 0,0046 |
| 800 | 0,0055 |
| 1200 | 0,006 |
| 400 | 0,008 |

| Hőkapacitás, furán homok | |
|--------------------------|-----------|
| °C | J/cm^3K |
| 20 | 0,942 |
| 400 | 0,942 |
| 800 | 1,402 |
| 1200 | 1,486 |

Hőtágulási együttható, furán homok



Hővezető képesség, furán homok



Hőkapacitás, furán homok

