

DIPLOMADOLGOZAT

KOROZS GERGŐ

YX0RA8

Műszaki fejlesztő szakirány

Gödöllő

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki fejlesztő szakirány

**KÖZÚTI VASÚTI KITÉRŐK PH 100 TÍPUSÚ
VÁLTÓRÉSZÉNEK REKONSTRUKCIÓS TERVEZÉSE**

Belső konzulens: Kári-Horváth Attila PhD

Egyetemi docens

Külső konzulens: Bodnár Zoltán

Tervező

Készítette: Korozs Gergő

YX0RA8

Levelező

Intézet: Műszaki Intézet

Tanszék: Anyagtudományi és Gépipari

Folyamatok Tanszék

Gödöllő

2024

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK MESTERSZAK
Műszaki fejlesztő specializáció

DIPLOMAMUNKA
feladatlap

Korozs Gergő (YX0RA8)

részére

A diplomamunka címe:

Közúti vasúti kitérők Ph 100 típusú váltórészének rekonstrukciós tervezése

Feladatkiírás:

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalmi áttekintés, probléma bemutatás, váltórész (félváltó tömbök, csúcssínek, hegesztett monoblokkok, szerelt félváltók- és váltó) rekonstrukciós tervezése, ellenőrzése és dokumentálása, minőségbiztosítás, gazdasági számítás, összefoglalás.

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

Külső konzulens: *Bodnár Zoltán, Tervező*, VAMAV Vasúti Berendezések Korlátolt Felelősségű Társaság

Belső konzulens: *Dr. Kári-Horváth Attila Lajos*
Egyetemi docens,

Beadási határidő: 2024. április 22

Gödöllő, 2024. február 12

Jóváhagyom

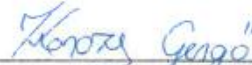


(tanszékvezető)



(szakfelelős)

Átvettem



(hallgató)

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

Gödöllő, 2024.



(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	6
2. Cégbemutató	7
3. Szakirodalmi áttekintés	8
3.1. Vasúti rendszerek.....	8
3.2. Közúti vasúti kitérők	11
3.3. A váltórész igénybevételei.....	13
3.4. Alkalmazott anyagminőségek	15
3.5. Alkalmazott előgyártmányok	19
3.6. Alkalmazott megmunkálási technológiák	23
3.7. Végeselem módszer.....	28
4. Probléma bemutatása	29
4.1. Jelenlegi konstrukció bemutatása	30
5. Váltórész rekonstrukciós tervezése	35
5.1. Tervezési irányelvek.....	35
5.2. Alapkoncepció.....	36
5.3. Külső félváltó felső tömb	38
5.4. Külső félváltó alsó tömb.....	42
5.5. Hegesztett külső monoblokk	44
5.6. Hegesztett íves csúcscsín	45
5.7. Szerelt külső félváltó	48
5.8. Szerelt váltó.....	49
5.9. Konstrukció ellenőrzése	51
6. Minőségbiztosítás	55

7. Gazdasági számítás	57
7.1. Eredmények értékelése.....	59
8. Összefoglalás.....	60
9. Summary.....	61
Nyilatkozatok	62
Irodalomjegyzék	65
Mellékletjegyzék	70
Mellékletek	71

1. Bevezetés

A modern közlekedés kapcsán gyakran találkozunk olyan kifejezésekkel, mint fenntarthatóság, mobilitás, környezettudatosság, dekarbonizáció vagy energiahatékonyság. A felsorolt jellemzők jól mutatják a korszerű közlekedéssel szemben támasztott legfőbb követelményeket, ezzel meghatározva a közlekedés további fejlődésének egyetemes irányát. A kötöttpályás vasúti közlekedési mód kétségkívül a legnagyobb potenciállal rendelkező alternatíva, legyen szó akár az aktuális vagy a jövőbeli személyközlekedésről.

A magyarországi közúti vasút története egészen a 19. század végéig nyúlik vissza, amikor az első villamosvasúti pálya megnyitásra került Budapesten. Magyarországon négy, vármegyeszékhely jogú városban működik közúti vasút: Budapesten, Miskolcon, Debrecenben és Szegeden.

Dolgozatom témája a Magyarországon alkalmazott közúti vasúti kitérők Ph 100 típusú váltórészének rekonstrukciós tervezése gyártói és üzemeltetői tapasztalatok, illetve technológiai megfontolások, valamint gazdasági szempontok alapján.

A bevezetés után a második fejezetben bemutatásra kerül a VAMAV Vasúti Berendezések Kft. vállalata. A harmadik, szakirodalmi áttekintés fejezetén belül ismertetésre kerülnek az alapvető vasút- és kitérőtechnikai ismeretek a váltórészre fókuszálva, valamint a váltórész igénybevételei, a közúti vasúti kitérőkhöz kapcsolódó anyagminőségek és előgyártmányok, a vonatkozó forgácsoló- és hegesztéstechnológiák, szereléstechnológiák, illetve a közúti vasúti kitérőkhöz kapcsolódó alapvető mérés-technikai fogalmak. A negyedik fejezetben meghatározásra kerül a dolgozat célja, majd részletesen bemutatásra kerül a jelenleg alkalmazott Ph 100 típusú váltórész gyártmánya, illetve ismertetésre kerülnek a szerkezettel kapcsolatos észrevételek, mind gyártási és mind üzemeltetői oldalról. Az ötödik fejezet bevezető részében meghatározásra kerülnek a rekonstrukció tervezési irányelvei, illetve bemutatásra kerül az új gyártmány alapkonceptiójának elképzelése. Az ötödik fejezetben részletesen bemutatásra kerül a külső félváltó és a váltórész rekonstrukciós tervezési folyamata, illetve ismertetésre kerül a PTC Creo szoftverben elvégzett, egyenes csúcshív visszamaradó erejének végeelem ellenőrzése. A hatodik fejezetben összefoglalásra kerül a gyártmány minőségbiztosítási rendszere, különös tekintettel az új konstrukció tervezése kapcsán felmerülő kockázatokra. A hetedik fejezetben ismertetésre kerül az új, Ph 100 MB típusú váltórész előzetes költségbecslése. A dolgozat áttekintése az összefoglalás fejezetben, a kapcsolódó dokumentációk pedig a mellékletekben kerülnek ismertetésre.

2. Cégbemutató

A VAMAV Vasúti Berendezések Korlátolt Felelősségű Társaság fő profilja Vignol és Phoenix rendszerű vasúti kitérők, átszelések, vágánykapcsolatok és más egyéb felépítményi szerkezetek széles választékának tervezése és gyártása, továbbá a vállalat stratégiai partnere a hazai állami, illetve magán vasúttársaságoknak és vasútépítő vállalkozásoknak, mind üzemeltetés és mind fenntartás területén. [46] A vállalat logója a 2.1. ábrán látható.



2.1. ábra: A VAMAV Kft. logója [29]

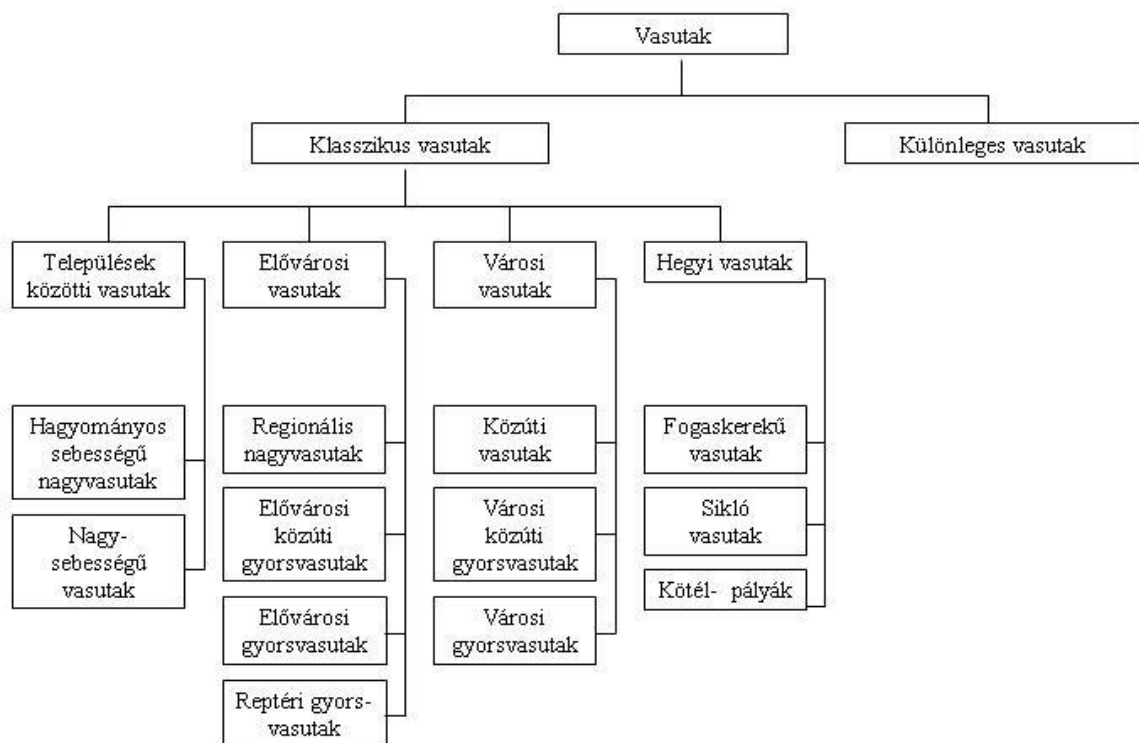
A VAMAV Kft. gyökerei egészen a Magyar Állami Gépgyár korába nyúlnak vissza. A hazai kitérőgyártás kezdetben Budapesten, majd 1884-től Diósgyőrben, később 1951-től Gyöngyösön zajlott. A cég 1951-től Váltó- és Kitérőgyár Üzemi Vállalat, 1954-től MÁV Kitérőgyártó Üzemi Vállalat, majd 1968-tól MÁV Kitérőgyártó Üzem néven működött. Az 1980-as években a Magyar Államvasutak Zrt. (MÁV) és az osztrák Voestalpine Eisenbahnsysteme GmbH (VAE) között zajló tárgyalások eredményeképpen 1991-ben megalakult a vállalat jelenlegi formája a felek 50 - 50 százalékos részvételével. [45] A vállalat neve a felek nevének kezdőbetűiből áll össze: VA (Voestalpine) és MAV (Magyar Államvasutak).

A VAMAV Kft. jelenléte meghatározó a hazai vasúti közlekedésben. A vállalat által nyújtott szolgáltatások közé tartozik többek között a tanácsadás, szakértői támogatás, tervezés, gyártás, logisztika, szervíz, valamint oktatás - termékeinek teljes élettartamán keresztül. [46] A vállalat termékkínálata kiterjed az összes magyarországi hagyományos vasúti, városi vasúti, illetve más egyéb speciális vasúti kötőpályás közlekedés egészére. Termékei között megtalálhatók komplett kitérők és átszelések, ezekhez tartozó részegységek és alkatrészek, valamint más egyéb különféle felépítményi szerkezetek, mint síndilatációs szerkezetek, burkolatelhatároló rendszerek, ragasztott - szigetelt sínillesztések, kisiklasztó saruk vagy ütközőbakok.

3. Szakirodalmi áttekintés

3.1. Vasúti rendszerek

A vasút, a kötőtpályás közlekedéssel kapcsolatban megfogalmazott követelményeket (tömegszerűség, biztonság, sebesség, kényelem, rendszeresség és gazdaságosság) kielégítő, kötőtpályás közlekedési altípusokat összefoglaló gyűjtőfogalom. [33] A vasúti rendszer alapvetően két nagy csoportra bontható, a klasszikus, vagy hagyományos és a különleges vasúti rendszerekre. A vasúti rendszerek megjelenési formáit a 3.1. ábra szemlélteti.



3.1. ábra: Vasúti rendszerek megjelenési formái [11]

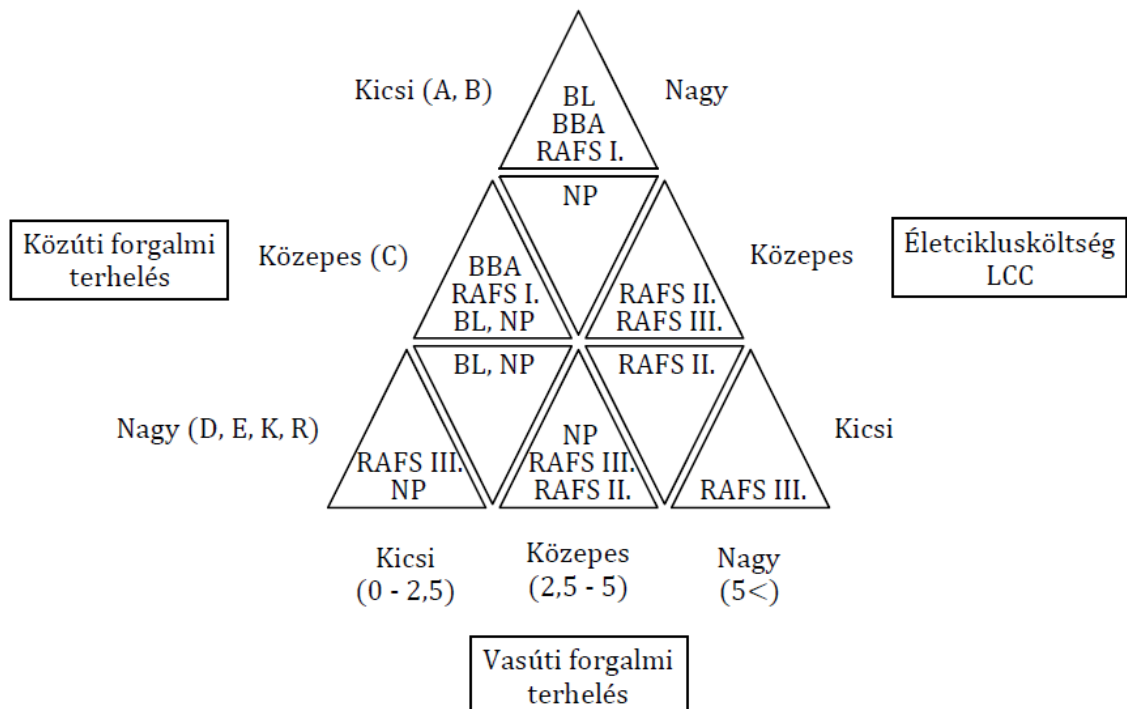
Városi vasutak

A klasszikus vasúti rendszereken belül négy további altípust különböztetünk meg, ezek: a települések közötti vasutak, elővárosi vasutak, a városi vasutak, illetve a hegyi vasutak. Városi vasútnak nevezzük a klasszikus vasúti rendszerek csoportjába tartozó, a városok belső forgalmát, valamint az elővárosi (városkörnyéki) személyforgalmat lebonyolító vasutat. A városi vasutak fontos helyet foglalnak el a nagyvárosok közlekedési rendszerében, hozzájárulnak azok fenntarthatóságához és hatékonyságához. Három további típusát különböztetjük meg: a közúti vasutat (villamosvasutat), a közúttól elkülönített vasutat (gyorsvasutat), illetve az elővárosi gyorsvasutat. [19]

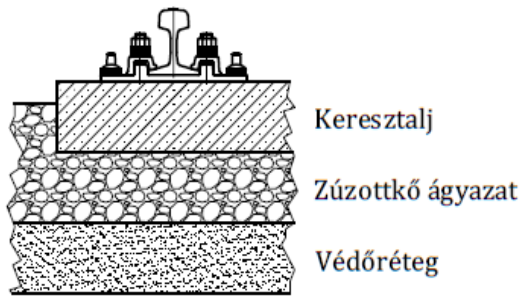
Közúti vasutak

A városi vasutak csoportján belül további három altípus különíthető el, melyek a közúti vasutak, a városi közúti gyorsvasutak, valamint a városi gyorsvasutak. A közúti vasutak, vagy villamosvasutak a közúttal közvetlenül kapcsolatban álló közforgalmú vasutak, lényegében a városok beépített területén közlekedő, kötőtpályás tömegközlekedési rendszerek. [10]

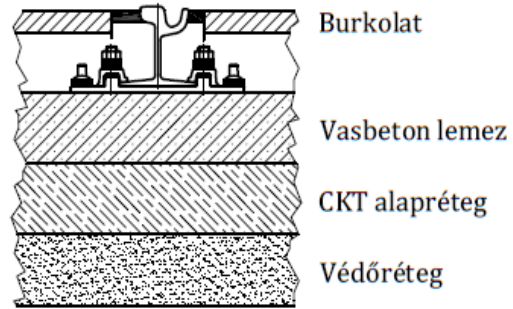
Alapvető különbség a hagyományos vasúti pálya és a közúti vasúti pálya között, hogy az utóbbi két módon kerülhet kialakításra az igényektől függően: A közúti vasúti pálya lehet önálló pályatestű, útpályához csatlakozó elkülönített pályatestű vasúti pálya, amely lényegében megegyezik a hagyományos, ágyazatban fekvő vasúti kialakítással, vagy lehet útpályában fekvő, burkolt közúti vasúti pálya, másképpen „villamospálya”. A burkolt közúti vasúti pálya feladata kettős: egyrészt biztosítja a közúti vasúti szerelvények megfelelő alátámasztását és megvezetését, másrészt a burkolat révén lehetővé teszi a közúti forgalom zavartalan áthaladását, így kiteve a pályaszerkezetet mind a villamosvasúti, mind pedig a közúti forgalom hatásainak. A közúti vasúti pályák javasolt felépítmény típusait a 3.2. ábra szemlélteti, az egyes felépítmény típusok kialakítási módjait és főbb jellemzőit pedig a 3.3. ábra tartalmazza.



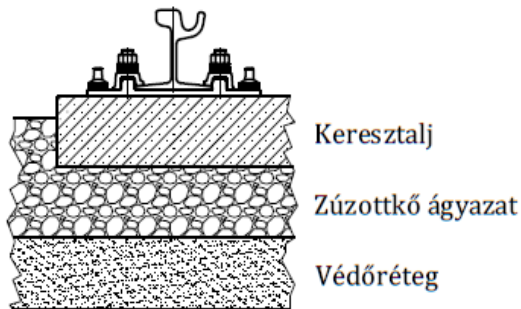
3.2. ábra: Javasolt felépítmény típusok burkolt, közúti forgalommal érintett vonalakra [14] (saját szerkesztés)



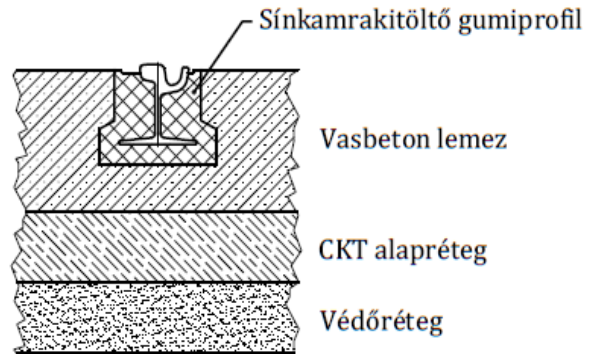
ZK - Zúzottkő ágyazatú felépítmény
Vignol sínnel



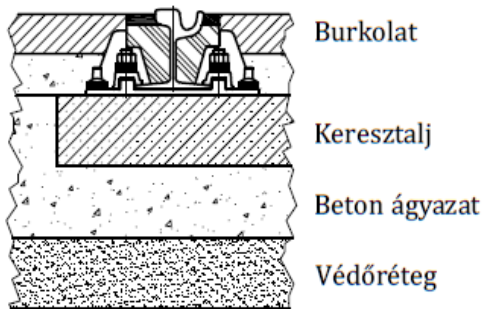
RAFS I. felépítmény



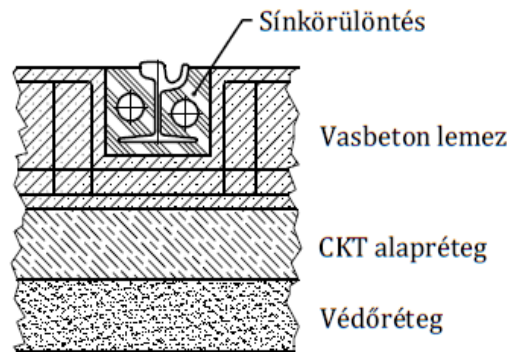
ZK - Zúzottkő ágyazatú felépítmény
Phoenix sínnel



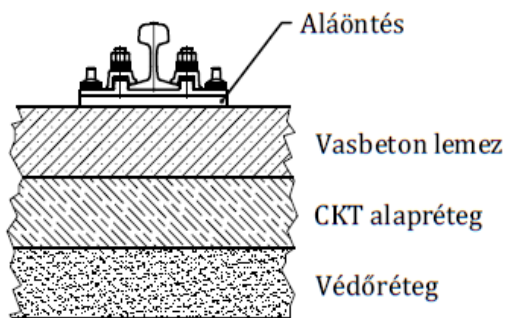
RAFS II. felépítmény
Leerősítés nélkül



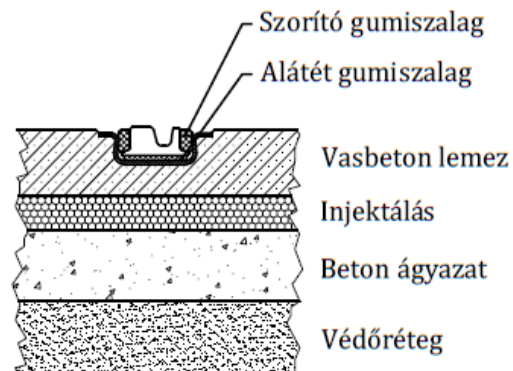
BBA - Beton ágyazatú felépítmény
Phoenix sínnel



RAFS III. felépítmény
Ragasztással rögzített Phoenix sínnel



BL - Betonlemez felépítmény
Vignol sínnel

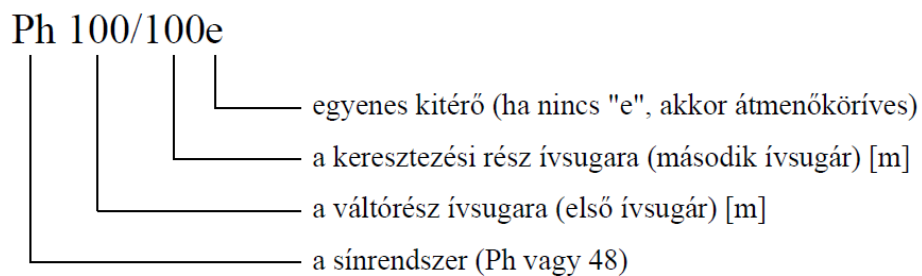


NP - Nagypaneles tömbsínes felépítmény

3.3. ábra: Felépítmény típusok [14] (saját szerkesztés)

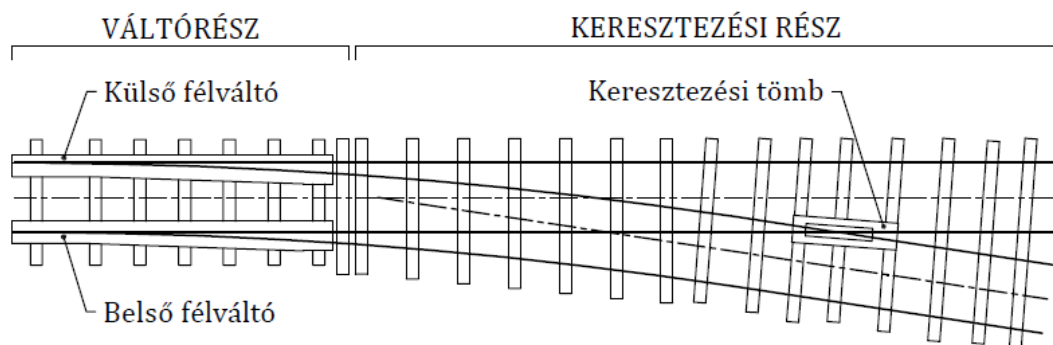
3.2. Közúti vasúti kitérők

A vasúti kitérő a vasúti pályába épített olyan szerkezet, amely biztosítja a vasúti járművek két vagy több vágány közötti folytonos áthaladását. [7] A kitérőket megkülönböztetjük az alapeometria, az eltérítés sugara és szöge, az alkalmazott sínrendszer, valamint az alátámasztás rendszere szerint. [44] Közúti vasúti kitérő alapeometriáját tekintve lehet egyenes (ha a kitérőív a keresztezés előtt véget ér), vagy átmenőköríves (ha a kitérőív a kitérőn végighalad). A közúti vasúti kitérők kosárfélek (a kitérőív két vagy több, egymáshoz csatlakozó különböző sugarú körívdarabból áll). A közúti vasúti kitérőkről általánosságban elmondható, hogy a váltórész sugara mindig nagyobb, mint a keresztezési rész sugara. [26] Hazánkban kétféle váltórész terjedt el, ezek az $R=50$ m és $R=100$ m sugarú váltók. Az alkalmazott sínszelvény típusa szerint megkülönböztetünk Ph 59Ri2 (Phoenix rendszerű, vagy vályús), illetve MÁV 48 (48 Vignol rendszerű) sínszelvényből készült kitérőket. [26] A közúti vasúti kitérők jelölése a 3.4. ábrán látható módon alkalmazkodik a kétféle ívsugarúhoz:



3.4. ábra: Példa a közúti vasúti kitérők jelölésére [26] (saját szerkesztés)

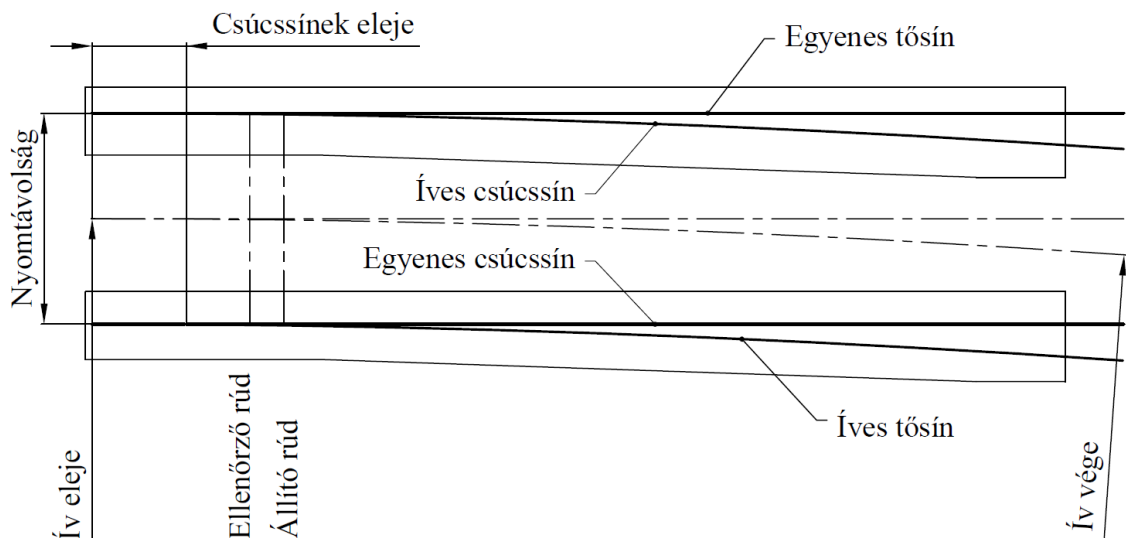
A közúti vasúti kitérők kitérőirányának megfelelően két fő részből, a váltó- és keresztezési részből állnak, ellentétben a nagyvasúti kitérőkkel, ahol váltórészt, közbenső- és keresztezési részeket különböztetünk meg. A közúti vasúti kitérők sematikus rajza a 3.5. ábrán látható.



3.5. ábra: Ph 100/100e típusú közúti vasúti kitérő sematikus ábrája [31] (saját szerkesztés)

A váltórész a kitérők meghatározó része, feladata a megkövetelt egyenes irányú (főirányú), vagy kitérő irányú (mellékirányú) vágányút biztosítása a csúcssínek megfelelő véghelyzetbe történő állításával és rögzítésével. Egyszerű kitérők esetében főiránynak az egyenes irányt tekintjük, míg az íves (azonos vagy ellenkező görbületű) kitérők esetén a nagyobb sugarú vágány iránya adja meg a főirányt.

A váltórész két félváltóból (az ívközépponttól távolabbi, nagyobb sugarú külső félváltóból, illetve az ívközépponthez közelebbi, kisebb sugarú belső félváltóból) áll. A félváltó a konstrukció alapját alkotó hosszlemezről, valamint az erre szilárdan rögzített tősinből és kövezethatároló lemezről, valamint a mozgó csúcssínből, illetve a csúcssín megfelelő alátámasztását és rögzítését biztosító elemekből állnak. A két félváltót a csúcssín párt mozgató és rögzítő állító rúd, illetve a végállás ellenőrzését biztosító ellenőrző rúd, illetve a sín párok közötti meghatározott távolságot biztosító nyomtávartó rudak kötik össze. A váltófűtéssel rendelkező konstrukciók esetében a fűtőbetétek, valamint a fűtőbetétek védelmét szolgáló védőcsövek és a fűtés csatlakozó dobozok is a váltórészbe kerülnek beépítésre. Az egyszerű közúti vasúti kitérők váltórészének felépítése a 3.6. ábrán látható. [13]

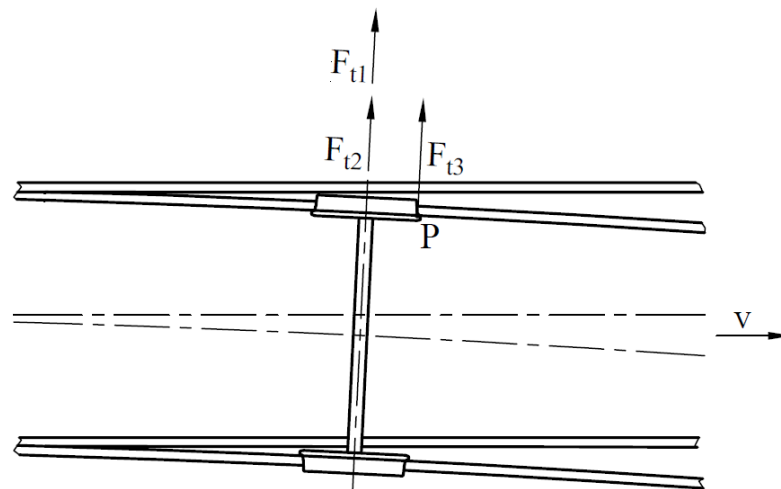


3.6. ábra: Egyszerű kitérők váltórészének felépítése [13] (saját szerkesztés)

A keresztezési rész legfőbb jellemzője, hogy a szilárdan rögzített főirányú és a mellékirányú pályasínek itt keresztezik egymást. A kereszteződés helyén a nyomkarimák megfelelő áthaladását, egyben folyamatos alátámasztását és megvezetését a keresztezési tömb biztosítja. [6] A keresztezési rész a pályasínekből, a keresztezési tömbből, valamint az ezek megfelelő alátámasztását és leeresztését biztosító elemekből áll.

3.3. A váltórész igénybevételei

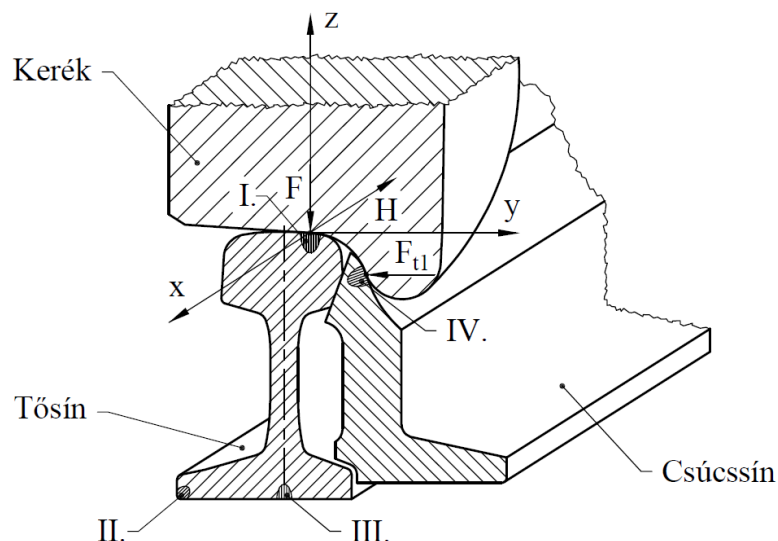
Általánosságban elmondható, hogy a váltórész a kitérők leginkább igénybe vett része. A váltórész igénybevételei kapcsán három, eltérő nagyságú és irányú erőt különböztetünk meg. A váltóba v sebességgel, kitérő irányba behaladó jármű kerékpárjának F_{t1} oldalirányú erővel a csúcssínnek feszülő nyomkarimája a P pontban kap terelést. Ez a terelőerő két összetevőből, az F_{t2} mozgásból származó dinamikus és az F_{t3} statikus terelőerőkből áll. [16] A mellékirányba való behaladás során jelentkező oldalirányú erőket a 3.7. ábra szemlélteti.



3.7. ábra: A mellékirányba behaladó kerékpáron ébredő oldalirányú erők [16] (saját szerkesztés)

Az F_{t2} dinamikus terelőerő értéke függ a jármű tömegétől, a jármű sebességétől, valamint a kitérő ívsugarától. Az F_{t3} statikus terelőerő nagysága a kitérőívben haladó jármű típusától is függ, értéke a sín és kerék közötti súrlódási tényezőtől, a kerékterheléstől, illetve az adott jármű kerékpárjainak tengelytávolságából adódik. A jármű váltórészbe való behaladásakor az oldalirányú erőhatással egyidejűleg függőleges irányú F kerékterhelés is jelentkezik, továbbá behegesztett kitérők esetén hosszirányú H termikus erőt is megkülönböztetünk. [16] Összességében elmondható, hogy a mellékirányba való behaladásakor a függőleges- és hosszirányú erőkön kívül jelentős oldalirányú erővel kell számolnunk, így belátható, hogy mértékadónak a kitérő irányú közlekedést kell tekinteni. [16]

A tősín-csúcssín kapcsolat összetett igénybevétele szempontjából leginkább kedvezőtlen részeket a 3.8. ábra I-IV. római számok jelölik. Amennyiben a függőleges F erő miatti csúsztató feszültséget figyelmen kívül hagyjuk, elmondható, hogy a legnagyobb igénybevétel az I. és II. számokkal jelölt részekben jelentkezik. [16]



3.8. ábra: A fellépő erők hatására keletkező feszültségek [16] (saját szerkesztés)

Az I. számmal jelölt részen az F erő hatására hajlítási feszültség keletkezik a fejben, nyomófeszültség ébred a járműkerék érintkezési környezetében, illetve behegesztett kitérők esetében a H termikus erő hatására a hőmérséklettől függő, a sínkeresztmetszetet egyenletesen terhelő húzó-, vagy nyomófeszültség jelentkezik. A II. számmal jelölt részen az F , valamint F_{t1} erők hatására hajlítási feszültség keletkezik a talpban, illetve behegesztett kitérők esetében húzó-, vagy nyomófeszültség jelentkezik. A III. számmal jelölt részen F erő hatására hajlítási feszültség keletkezik a sántalpban, illetve behegesztett kitérők esetében az egész keresztmetszetet terhelő húzó-, vagy nyomófeszültség jelentkezik. A IV. számmal jelölt részen tisztán az érintkezési feszültség hatásával kell számolnunk, mivel itt nem ébred hajlításból származó feszültség. A hajlítófeszültség összefüggése szerint - az ébredő hajlítófeszültség értéke a kérdéses tengelyre számított hajlítónyomaték és az adott sínkeresztmetszet tengelyére vonatkoztatott keresztmetszeti tényező hányadosa - belátható, hogy a keletkező feszültség mértéke a sínparra ható erők mellett nagyban függ a vizsgált keresztmetszet jellemzőitől is. Amennyiben az ébredő hajlító- vagy a csúsztatófeszültség mértéke meghaladja az anyagra maximálisan megengedhető feszültségértéket, az anyag megfolyik, amely kicsorbuláshoz, repedéshez, végső soron pedig töréshez vezethet. A váltó szerkezete akkor tekinthető megfelelőnek, amennyiben a vizsgált részre redukált feszültség értéke nem haladja meg az anyag kifáradási határfeszültségét. [16]

A váltórész teherbírására és élettartamára vonatkozó követelményeket a szerkezetben alkalmazott sínszelvények típusa, a megfelelően kialakított tősin-csúcssín kapcsolat, illetve az alkalmazott anyagminőségek együttesen elégítik ki.

3.4. Alkalmazott anyagminőségek

Az anyagkiválasztás szempontjai

A megfelelő szerkezeti anyagok kiválasztása döntően befolyásolja egy adott gyártmány funkcionális követelményeknek való megfelelését, a szerkezet gyárthatóságát, a gyártmány élettartamát, illetve a teljes életciklusra vonatkozó költségeket.

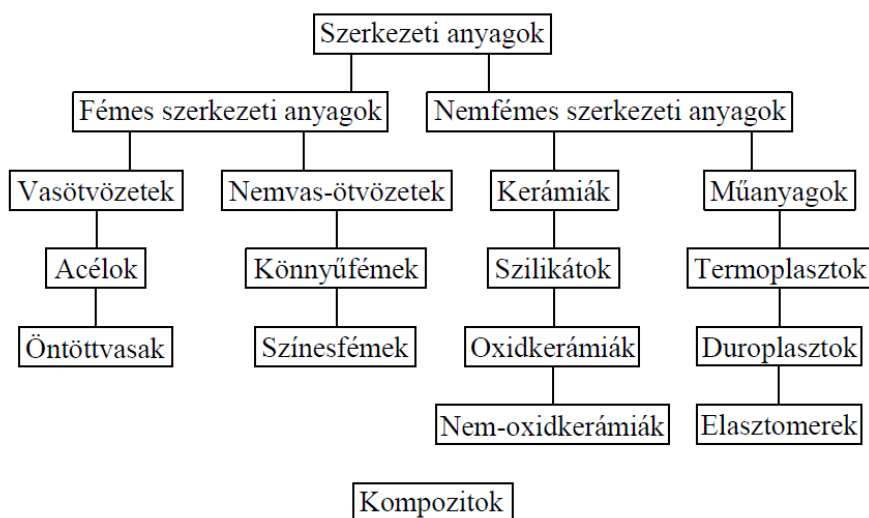
Funkcionális követelmények alatt egy anyag, adott funkcióra való alkalmasságát, az adott igénybevétellel szembeni ellenállóképességét értjük. Funkcionális követelmény például a kopásállóság, hőállóság, szívósság vagy merevség. Gyárthatósági (technológiai) követelmények alatt olyan jellemzőket kell figyelembe venni, mint önthetőség, képlékeny alakíthatóság, hegeszthetőség, hőkezelhetőség vagy forgácsolhatóság. [1]

A szerkezeti anyagok csoportján belül további két alcsoportot különböztetünk meg, ezek a fémes szerkezeti anyagok, illetve a nemfémes szerkezeti anyagok csoportja.

A fémes szerkezeti anyagok csoportjába tartoznak a vas alapú ötvözetek, a könnyűfémek és ötvözeteik, a színesfémek és ötvözeteik, valamint az egyéb porkohászati termékek.

A nemfémes szerkezeti anyagok csoportjába sorolhatók a műanyagok, egyéb gumi alapú termékek, kerámiák, kompozitok és más egyéb szerves szerkezeti anyagok. [1]

A vasúti közlekedés sajátosságainak szempontjából a vas alapú ötvözetek alcsoportjai, az acélok és öntöttvasak csoportja a meghatározó. A szerkezeti anyagok egy lehetséges csoportosítása a 3.9. ábrán látható.



3.9. ábra: Szerkezeti anyagok csoportosítása [32] (saját szerkesztés)

Acélok általános jellemzői

Az acél nyersvasból előállított, olyan vas-szén ötvözet, melynek széntartalma kisebb, mint 2,06 %. Az acélok többféle szempont alapján csoportosíthatók, melyek közül a gyakorlatban leginkább elterjedt a nemzetközileg is elfogadott minőség szerinti osztályozás, a vegyi összetételük szerinti felosztás, illetve a jelölési rendszer szerinti csoportosítás. [22]

Acélok minőségi osztály szerinti felosztása alapján három csoportot különböztetünk meg:

- alapacélok (olyan ötvözetlen acélok, amelyekre nincs előírva minőségi követelmény)
- minőségi acélok (olyan ötvözetlen, vagy ötvözött acélok, melyeket olyan meghatározott paraméterek szerint gyártanak, mint szemcseméret, ötvözőtartalom vagy felületi minőség)
- nemesacélok (olyan ötvözetlen, vagy ötvözött acélok, melyek valamilyen speciális tulajdonsággal rendelkeznek, mint hőállóság, korrózióállóság, kopásállóság vagy savállóság)

Acélok vegyi összetétele alapján két főcsoportot különböztetünk meg, amelyek:

- ötvözetlen acélok (olyan acélok, melyekben bármely ötvözőelem mennyisége nem haladja meg a szabványban meghatározott határértéket)
- ötvözött acélok (olyan acélok, melyekben bármely ötvözőelem mennyisége meghaladja az ötvözöttségi értéket) [Szakál Zoltán - Anyagismeret előadás]

Az acélok jelölési rendszerére vonatkozó MSZ EN 10027-1 szabvány szerint az acél anyagminőségek jelölésére két jelölési rendszer alkalmazható, ezek a rövidjeles és számjeles jelölési módok. A rövidjel szerinti jelölés további két alcsoportra bontható, melyek:

- fizikai, vagy mechanikai tulajdonságra garantált jel (olyan acélok, melyeknél valamelyik mechanikai, vagy fizikai tulajdonság garantálása az elsődleges szempont)
- kémiai, vagy vegyi összetételre garantált jel (olyan acélok, melyeknél az anyagminőség vegyi összetételének garanciája a fő szempont) [Szakál Zoltán - Anyagismeret előadás]

Közúti vasúti kitérők gyártása szempontjából a mechanikai, vagy fizikai tulajdonságra garantált acélok csoportján belül a szakítószilárdságra garantált sínacél, valamint a folyáshatárra garantált szerkezeti acél anyagminőségeknek van meghatározó szerepe. Vegyi összetételre garantált acélok kapcsán a magas Mn, Cr, Mo, Ni ötvözőtartalommal rendelkező anyagok alkalmazása döntő, mivel az ötvözők fokozzák az anyagminőségek vasúti használat szempontjából előnyös tulajdonságait, mint kopásállóság, keménység vagy korrózióállóság.

Sínacélok

A sínacélok a legkisebb szakítószilárdságra garantált acélok csoportjába tartozó anyagminőségek. A vasúti sínek anyagával szemben támasztott legfontosabb követelmények, hogy legyen nagy a hajlítószilárdsága, legyen nagy a kopási ellenállása, viselje el a nagy kerékterhelés kontakt hatását, illetve legyen alkalmas hegesztésre. [9] Fontos megjegyezni, hogy a sínacélok anyagminőségére vonatkozó, jelenleg hatályos MSZ EN 13674 szabványcsalád szerinti acéljel megnevezések már nem az anyagminőségre jellemző szakítószilárdságot jelölik, hanem a sín futófelületének keménysége utalnak. [42] A sínacélok minőségének jelölése is egyedinek tekinthető, amely a hengerelt sín előgyártmányok hevederkamrájában a sínjelölés részeként rendre feltüntetésre kerül. A 3.10. ábrán Vignol rendszerű sínszalak szabványos sínjelölése látható.



3.10. ábra: Hengerelt sínjelölések (saját fénykép)

A hengerlési jel első karaktere (DO, TSTG, K) a gyártó hengerművet jelöli. A második, vízszintes vonalakkból álló karakterek jelölik a sínacél anyagminőségét. A 3.10. ábra bal oldali jelölésen látható három vízszintes vonal R350HT, a kettő vonal R260 anyagminőséget jelöl. A harmadik karakter a gyártási év utolsó két számjegyét jelöli. A negyedik karakter a sínrendszert, az utolsó karakter pedig a sínprofil jelöli. [43]

Sínacél anyagminőségek kiválasztásának kritériumai közé tartozik többek között az adott vonalra megengedett tengelyterhelés értéke, az áthaladó forgalom nagysága, a vonalon maximálisan megengedett forgalmi sebesség értéke, illetve egyéb gazdasági szempontok, mint beszerzési- és fenntartási költségek. [17] A hazai kitérőkben leggyakrabban alkalmazott acélminőség az R260, mint alapkivitel, illetve az R350HT egyéb, növelt igénybevétellel jellemezhető vasúti pályákon. A vályús sínekre vonatkozó előírásokat az MSZ EN 14811 szabvány tartalmazza. Az MSZ EN 13674 szabvány szerinti sínacél minőségek és jellemzőik az 1. mellékletben megtekinthetők.

Szerkezeti acélok

A szerkezeti acélok a legkisebb folyáshatárra garantált acélok csoportjába tartozó anyagminőségek. A szerkezeti acélokkal szemben támasztott legfontosabb követelmények elsősorban a jó forgácsolhatóság, hegeszthetőség, meleg- és hidegalakíthatóság. [12] A szerkezeti acélok anyagminőségére vonatkozó követelményeket a jelenleg hatályos MSZ EN 10025 szabványcsalád tartalmazza. [24]

Különleges acélok

Különleges acéloknak nevezzük azokat az erősen ötvözött acélokat, amelyek valamilyen speciális tulajdonsággal rendelkeznek, mint hőállóság, korrózióállóság, vagy kopásállóság. Vasúttechnikai szempontból a leginkább meghatározó anyagtulajdonság kopásállóság. A kopásálló acélok edzett, nemesített, finomszemcsés, martenzites szövetszerkezetű acélok, magas Mn, Cr, Mo és Ni ötvöző tartalommal, alacsony Si és S tartalom mellett. A névleges Brinell keménységük általában 300 - 600 HB. Jelölésük változó, az egyes gyártók a saját márkanéveiket használják, például DILLIDUR[®], BRINAR[®] vagy RAEX[®]. A kopásálló termékek lehetnek lemezek, vagy egyéb rúdjellegű gyártmányok. [34] Közúti vasúti kitérők gyártása során a két leggyakrabban alkalmazott kereskedelmi forgalomban kapható kopásálló acél a DUROSTAT[®] és HARDOX[®] lemeztermék formájában kerül felhasználásra. A HARDOX 450 a svéd SSAB vállalat terméke. A HARDOX 450 egy minőségi kopásálló acél, amelynek névleges HBW keménysége 450. Nagy keménysége mellett szilárdsági tulajdonságai is kiválóak, egyezményes folyáshatára megközelítőleg 1000 - 1300 MPa. Leginkább gépipari felhasználás jellemzi, legfőképpen olyan területeken alkalmazzák, ahol rendkívül nagy igénybevételek, vagy kifejezetten erős koptató igénybevételek jelentkezhetnek, mint az építő, bánya- vagy vasútipar. Tulajdonságai ellenére kifejezetten jól megmunkálható, jól hegeszthető, ugyanakkor további hőkezelésre nem alkalmas. Lemeztermékek formájában elérhető. [40] A DUROSTAT 400 a HARDOX termékekhez hasonlóan egy nagy keménységű, kopásálló acél. Névleges keménysége 400 HBW, szilárdsági tulajdonságait tekintve egyezményes folyáshatára megközelítőleg 1100 MPa. Anyagjellemzőiből adódóan ezt az acéltípust is leginkább a nehézipari felhasználás jellemzi, tulajdonságainak köszönhetően jól megmunkálható- és hegeszthető. Elsősorban lemezek, illetve acélszalagok formájában elérhető. A DUROSTAT 400 és HARDOX 450 acélminőségeket közúti vasúti alkalmazhatóság szempontjából előnyös tulajdonságai miatt elsősorban keresztezési tömböknél alkalmazzák. [48]

3.5. Alkalmazott előgyártmányok

Az előgyártmányok fajtái

Az előgyártmány az alkatrészgyártás folyamatának kiinduló állapota. Az adott gyártmány sajátosságai, illetve a gyártmánnyal kapcsolatban megfogalmazott követelmények alapján az előgyártmányok eltérőek lehetnek, fajták alapján a következőket különböztetjük meg: [3]

- hengerelt előgyártmányok - melegen, vagy hidegen hengerelve (sínek, idomacélok, rúd jellegű előgyártmányok, bugák és tömbbugák vagy lemezek) [38]
- hidegen húzott előgyártmányok (idomacélok és rúd jellegű előgyártmányok)
- kovácsolt előgyártmányok - szabadkézzel, vagy süllyesztékben kovácsolva (gépi megmunkálás után felhasználható, bonyolult alakú, különböző méretű és tömegű félkész- vagy késztermékek)
- öntött előgyártmányok - homokba öntve kézi vagy gépi formázással, fémformába öntve, illetve precíziós, vagy nyomásos technológiával öntve (gépi megmunkálás nélkül is felhasználható, bonyolult alakú, különböző méretű és tömegű félkész- vagy késztermékek) [5]
- hegesztett előgyártmányok (szekrényszerű, összetett alkatrészek) [18]
- porkohászati eljárással készített előgyártmányok

A közúti vasúti váltókban alkalmazott előgyártmányok fajta szerint két csoportra bonthatók, melyek:

- melegen hengerelt előgyártmányok (sín- és rúd jellegű előgyártmányok, idomacélok, valamint finom- és durvalemezek)
- hidegen húzott előgyártmányok (idomacélok és rúd jellegű előgyártmányok)

Az előgyártmány kiválasztás szempontjai

Az előgyártmányok fajtájának kiválasztását elsősorban a kész gyártmány funkciója, alakja, méretei, anyagminősége és a gyártandó darabszám határozza meg. [18] A kiválasztás során törekedni kell az előgyártmány költségének a minimalizálására, melyet az előgyártmányra vonatkozó anyagköltség, a szerszám és gyártási költség határoz meg. A 3.1. táblázat az előgyártmány típusok adott jellemzőit hasonlítja össze.

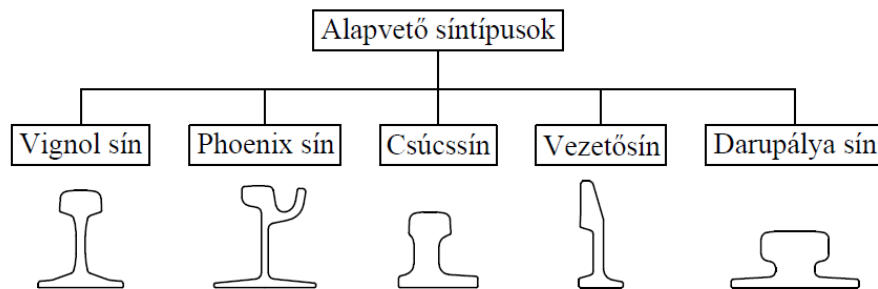
3.1. táblázat: Előgyártmány típusok összehasonlítása [20] (saját szerkesztés)

Előgyártmány típus	Pontosság	Darab méret	Szerszámköltség	Termelékenység	Módosíthatóság	Tervezhetőség	Pontossági osztály	Felületi érdesség
Hengerelt	++	++	+	+++	+++	+++	11	3,2
Húzott	+++	+	+	+++	+++	+	8	1,6
Szabadalakítva kovácsolt	+	+++	++	+	+++	+	14	12,5
Süllyesztékben kovácsolt	++	++	+++	+++	+	+++	12	3,2
Kézi formázással öntött	+	+++	++	+	++	++	14	25
Gépi formázással öntött	++	++	+++	++	+	+++	13	12,5
Kokillába öntött	+++	++	+++	++	+	+++	12	1,6
Nyomásos öntéssel öntött	+++	+	+++	+++	+	+++	12	1,6
Precíziós öntéssel öntött	+++	+	+++	+	++	++	12	1,6
Hegesztett	++	+++	+	++	++	++	-	-
+ → kicsi / könnyű / alacsony								
+++ → nagy / nehéz / magas								

A kitérők váltórészében alkalmazott előgyártmányok funkciójukat tekintve alapvetően két csoportra bonthatók, ezek a sín, lemez, valamint rúd jellegű előgyártmányok és idomacélok. A sín jellegű előgyártmányok (tősínek és csúcssínek) funkciójukat tekintve több feladatot is ellátnak: mint tartószerkezet viselik a függőleges, oldal- és hosszirányú terheléseket, mint irányítószerkezet kényszerpályán tartja a vasúti szerelvényt, illetve mint működő felület lehetővé teszi a vasúti jármű és a pályaszerkezet közötti vonóerő átadását. [27] A lemez, idomacélok és egyéb rúd jellegű előgyártmányok szerepe sokoldalú, rendeltetésük másodlagos, alkalmazásuk célja lehet a felépítmény és alépítmény összekapcsolása, a sínszálak megfelelő alátámasztása, vagy burkoló, rögzítő- és mozgó funkciók ellátása.

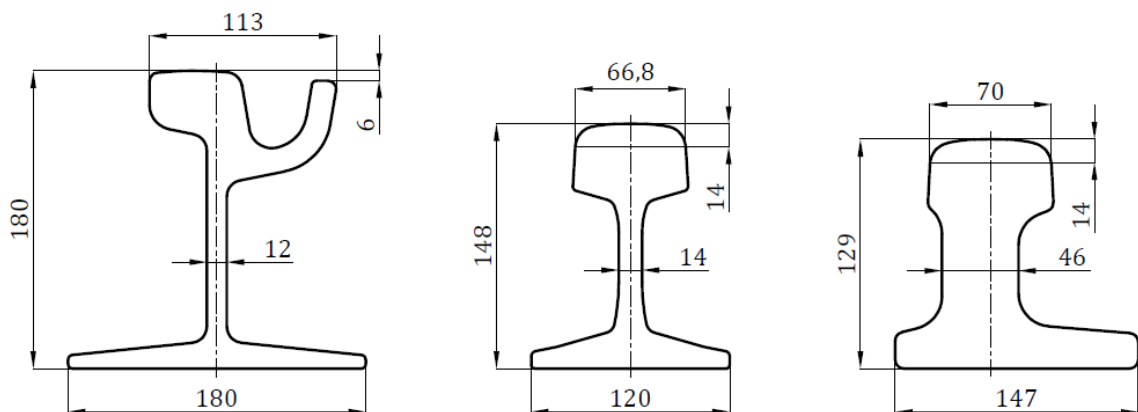
Sín jellegű előgyártmányok

A sín előgyártmányok alapanyagául szolgáló sínacél anyagminőségű sínbuga folyamatos öntéssel kerül előállításra. Az öntőműről lekerülő téglalap szelvényű bugákat ezután áthelyezik egy hengerműbe, ahol a kívánt sínszelvénynek megfelelő geometria kialakításra kerül. Sínszelvények kapcsán megkülönböztetünk vasúti sín típusokat, mint Vignol, Phoenix, valamint tömbsín, csúcssín- és vezetősín sínszelvények, illetve egyéb felhasználásra alkalmas típusokat, például a darupálya síneket. A sínszelvény típusától függően a sínfej keménységének és ezzel kopásállóságának növelése céljából a fejrészt hőkezelésnek vetik alá, ezzel sínminőségtől függően 200 - 400 HB keménységet elérve. A vasúti pályában alkalmazott sínekkel kapcsolatos követelményekről az MSZ EN ISO 13674 szabványcsalád rendelkezik. Az alapvető sín típusok rendszerezése a 3.11. ábrán látható. [27]



3.11. ábra: Alapvető sín típusok [27] (saját szerkesztés)

Az adott vasútvonal igénybevételétől függően nagyvasúti sín pályákban Vignol 48, 54 és 60 sínrendszerű sínszelvényeket alkalmaznak, közúti vasúti pályákban jellemzően Phoenix, ritkábban 48 sínrendszerű sínszelvényeket. Közúti vasúti kitérők váltórészében alkalmazott sínszelvények kialakítása és jellemző méretei a 3.12. ábrán láthatók.



3.12. ábra: 59Ri2 (balra), MÁV 48 (középen) és 54E1A1 (jobbra) sínszelvények (saját szerkesztés)

Lemez jellegű előgyártmányok

Acéllemez előgyártmányok esetében a lemez vastagsága és mérettűrése szerint kettő csoportot különböztetünk meg: a finom- és durvalemezek csoportját. [18] Az előgyártmányok anyagminősége többféle lehet, a lemezminőség megjelölése információt tartalmaz az alapanyagra, az előgyártmány alakíthatóságára és a hengerlés módjára (melegen, vagy hidegen hengerelt) vonatkozóan, továbbá az utólagos bevonatolást (tűzihorganyzott, cinkbevonatolt, vagy zománcozott) illetően. Közúti vasúti kiterők csúszásgátló burkolólemezei mintás (lencsemintás, vagy rombuszmintás) lemezből kerülnek kialakításra. Kereskedelmi forgalomban kapható finomlemezekről 0,18 - 3 mm lemezzvastagságig, durvalemezekről 3 - 120 mm lemezzvastagságig beszélünk. A maximális szabványos táblalemez méret 2500 x 6000 mm. [2] A 3.13. ábrán durvalemez előgyártmányok láthatók.



3.13. ábra: Durvalemez előgyártmányok (saját fénykép)

Kivételt képeznek az egyes gyártók speciális anyagminőségéhez kapcsolódó lemeztermékei, mint a korábbiakban említett HARDOX[®] és DUROSTAT[®] lemeztermékek, melyeknél a mind a lemezzvastagság és mind a táblaméret eltér a szabványban meghatározott méretektől. A lemez előgyártmányok jellemzőiről a 3.2. táblázatban látható szabványok rendelkeznek.

3.2. táblázat: Lemez előgyártmányok és a vonatkozó szabványok

Megnevezés	Szabvány
Melegen hengerelt durvalemezek	MSZ EN 10029
Melegen hengerelt lemezek és szalagok	MSZ EN 10051

3.6. Alkalmazott megmunkálási technológiák

Forgácsolástechnológiák

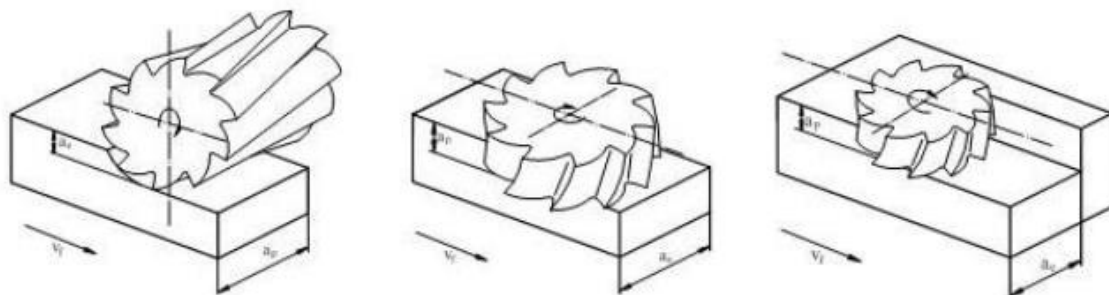
A forgácsolási eljárásokat alapvetően meghatározza a szerszám és munkadarab egymáshoz viszonyított helyzete, a forgácsoló mozgások viszonya, illetve a forgácsoló mozgást végző szerszám kialakítása. A közúti vasúti kitérők megmunkálása során alkalmazott forgácsolási eljárások közé tartozik az esztergálás, fűrés, marás, gyalulás és vésés, köszörülés, az üregetést kivéve. [28]

A marás síkfelületekkel rendelkező munkadarabok megmunkálására alkalmas forgácsoló eljárás. Alapvetően három marási módot különböztetünk meg, ezek a homlokmarás (a szerszám tengelye merőleges a megmunkált felületre), palástmarás (a szerszám tengelye párhuzamos a megmunkált felülettel) és a homlok-palást marás (a szerszám tengelye merőleges a megmunkált felületre). Az eljárások elrendezése megtekinthető a 3.14. ábrán. Általánosságban elmondható, hogy a főmozgást a szerszám, a mellékmozgást pedig a munkadarab végzi. Szerszáma a marási eljárástól függően homlok- vagy palástmaró, amely a megmunkálási követelményektől függően lehet tömbanyagból kimunkált, váltólapkás, vagy betétkéses kivitelű. [4]

Homlokmarás esetén a szerszám tengelye merőleges a megmunkált felületre. A folyamat során a forgácsoló főmozgást a szerszám, a mellékmozgást a munkadarab végzi.

Palástmarás esetén a szerszám tengelye párhuzamos a megmunkálandó felülettel. A folyamat során a forgácsoló főmozgást a szerszám, a mellékmozgást a munkadarab végzi. Palástmarás kapcsán megkülönböztetünk egyen- és ellenirányú marást.

Homlok-palástmarás esetén a szerszám tengelye a szerszámkialakítástól függően merőleges, vagy párhuzamos a megmunkált felületre. A homlok-palástmarás az előző kettő hagyományos marási eljárás együttese. [15]

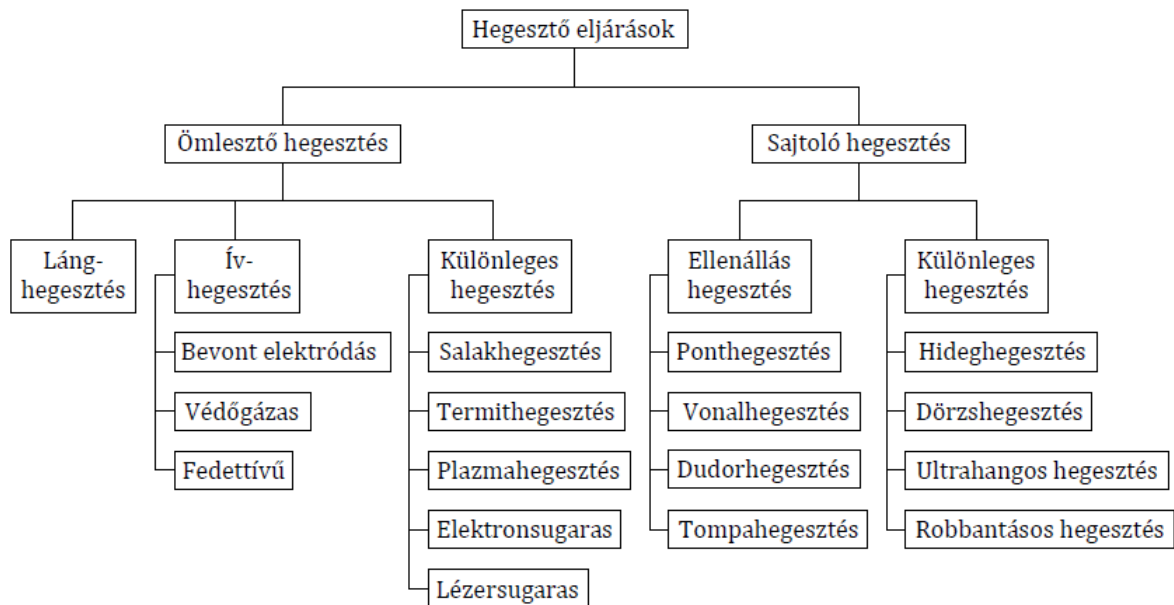


3.14. ábra: Palást, homlok és homlok-palástmarási eljárások elrendezése [15]

Hegesztéstechnológiák

A hegesztés olyan nem oldható kötés létesítésére alkalmas technológiai eljárás, amelynek során a fémes vagy nem fémes anyagok elemi részeinek egyesítése megfelelő hőmérsékletre való hevítéssel történik, nyomás alkalmazásával, vagy anélkül, vagy csak nyomás alkalmazásával hevítés nélkül, hozaganyag felhasználásával, vagy anélkül. A hegesztés célja szerint megkülönböztetünk kötőhegesztést (alkatrészek egyesítésére, javítására), valamint felrakó hegesztést (anyaghiány feltöltésre, tömítésre és felületi réteg felrakására). [4]

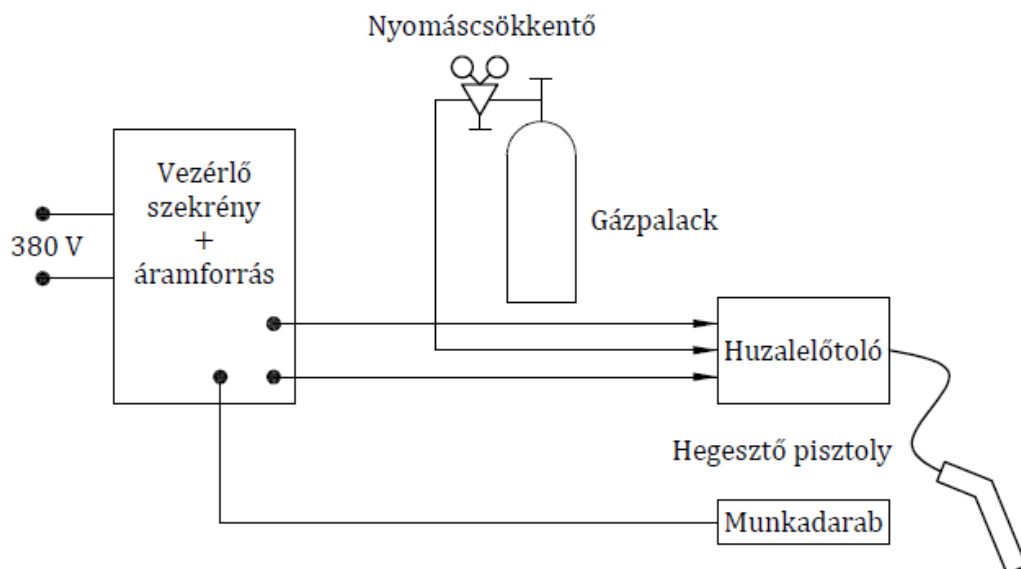
A hegesztési eljárások csoportosíthatóak a hegesztés folyamata szerint, a felhasznált energia mennyisége szerint, a hozaganyag típusa szerint, a gépesítettség foka szerint, illetve más egyéb műszaki jellemzők alapján. A hegesztési eljárások módja (folyamata) szerinti felosztása 3.15. ábrán látható.



3.15. ábra: Hegesztő eljárások csoportosítása [36] (saját szerkesztés)

Közúti vasúti kitérők alkatrészeinek és részegységeinek hegesztéséhez az esetek többségében az ömlesztő hegesztési eljárások csoportján belül a bevont elektródás ívhegesztési eljárásokat, illetve a AFI (CO₂ védőgázos) fogyóelektródás ívhegesztő eljárást alkalmazzák. Főegységek sínjellelű alkatrészeinek homloklapfelülete mentén történő összehegesztése - gyári körülmények között - villamos leolvasztó tompahegesztési eljárással történik. A kész váltószerkezetek kitérőbe történő, illetve előszerelt kitérők esetén a kitérő pályaszerkezetbe történő behegesztése az úgynevezett aluminotermikus hegesztési eljárással, öntéses termithegesztéssel történik. [37]

Az AFI, vagy CO₂ védőgázos fogyóelektrodás ívhegesztés során a hozag- és alapanyag megolvasztásához szükséges hőt elektromos árammal hozzuk létre, miközben a varrat védelme és az ív stabilizálása szén-dioxid védőgázzal történik. Az AFI eljárás rendszerint félautomatikus eljárás. A hegesztés folyamata során a kézzel mozgatott hegesztő pisztolyon keresztül a hajtószerkezet folyamatosan adagolja az elektródát. [5] Az eljárás előnye, hogy költséghatékony, biztonságos, könnyen kezelhető és környezetbarát, miközben magas minőségű hegesztési eredmények érhetőek el az alkalmazásával. Az eljárás kifejezetten jól alkalmazható közúti vasúti kitérők alkatrészeinek- és részegységeinek hegesztésénél, mivel a nehezen hozzáférhető, más eljárással nem, vagy csak körülményesen hegeszthető részegységek minőségi hegesztett kötése egyszerűen kialakítható. Az AFI (CO₂) hegesztőberendezés vázlatát a 3.16. ábrán látható.



3.16. ábra: AFI berendezés vázlatát (Kári-Horváth Attila - Gépgyártástechnológia előadás) (saját szerkesztés)

Szereléstechológia

A szerelés olyan művelet, melynek során az egyes alkatrészeket, illetve szerelési egységeket további egységekké, gyártmánnyá állítják össze. Az így elkészült szerkezetek vagy berendezések alkatrészekből, részegységekből és fődarabokból állnak össze. [8]

Alkatrésznek nevezzük egy szerkezet egy darabból előállított egységét, amely készülhet egy, vagy több anyagból. A szerelési művelet/folyamat első tagja. [8]

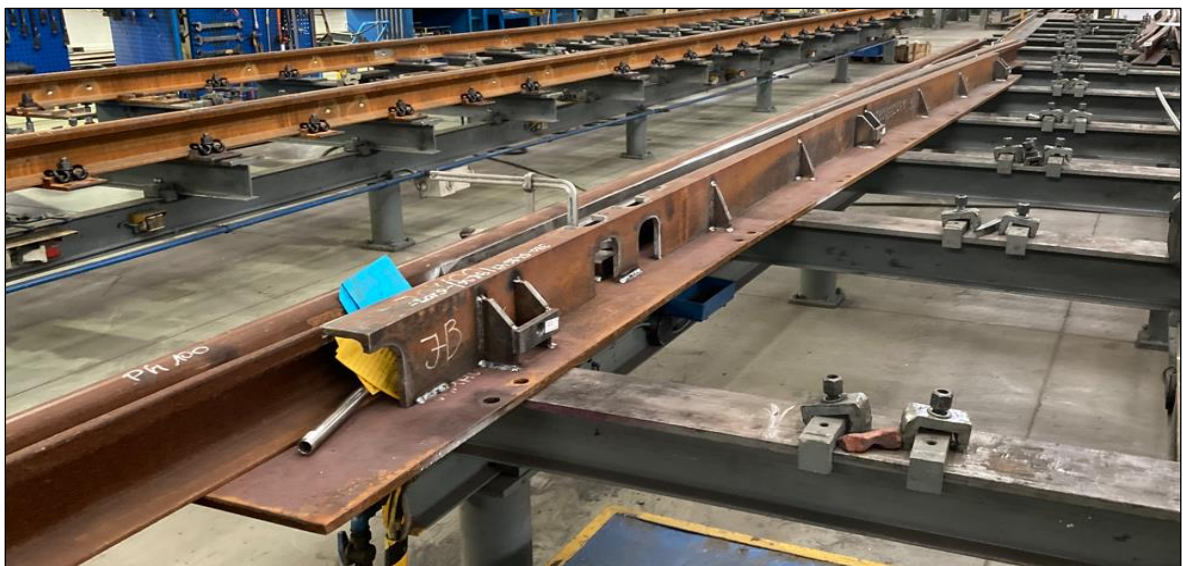
A részegység adott számú alkatrészt egyesít, valamilyen oldható, vagy nem oldható kötési mód segítségével. Oldható kötési módok közé sorolható a csavarkötés, retesz- vagy ékkötés, oldhatatlan kötési módok többek között a szegecskötés, hegesztés vagy ragasztás. [8]

A fődarabot, vagy főszerelvényt több összeszerelt részegység alkotja. A kész szerkezet vagy gyártmány az összeszerelt fődarabokból áll. [8]

A szerelés folyamata során megkülönböztetünk elő-, közbenső- és utószerelést. Az alkatrészekből történő részegység-képzés folyamata az előszerelés, vagy rész-szerelés. A részegységek fődarabbá történő összeállítását közbenső, vagy egység szerelésnek nevezzük. A fődarabok összeszerelés a végszerelés. [8]

A szerelés alapműveletei közé tartoznak az olyan folyamatok, mint az anyagmozgatás (alkatrészek és egységek munkahelyre, illetve munkahelyek között történő mozgatása), az összeállítás (a kapcsolódó alkatrészek, szerelési egységek elhelyezése pontos beállítás nélkül), a beállítás (az egyes alkatrészek vagy egységek helyzetének beállítása az adott követelmények szerint), az esetleges szerelés közbeni megmunkálás, rögzítés (a beállított alkatrészek egymáshoz képesti helyzetének biztosítása valamilyen módszerrel) az ellenőrzés (az alkatrészek vagy részegységek helyzetének, működés szempontjából fontos paramétereinek ellenőrzése), illetve amennyiben szükséges a próba, vagy bejáratás. [8]

A közúti vasúti kitérők váltórészének szerelési struktúrája és folyamata hasonlóképpen épül fel. A forgácsolt alkatrészek az alkatrészgyártó üzemben, az alkatrészekből összeállított, az esetek túlnyomó részében készülékekben összeállított és hegesztett részegységek a hegesztő üzemben készülnek. A részegységekből további részegységeket képeznek, majd ezeknek fődarabbá történő összeállítása a kifejezetten erre a célra kialakított szerelőállások valamelyikén történik. A 3.17. ábrán szerelőálláson elhelyezett Ph 100 típusú váltó, szerelt külső félváltója látható.



3.17. ábra: Ph 100 típusú szerelt külső félváltó a szerelőálláson (saját fénykép)

Méréstechnológia

Az adott alkatrész, részegység vagy főegység megfelelőségét többek között a gyártási dokumentumokban megfogalmazott követelményeknek való megfelelés határozza meg. A követelményeknek való megfelelés megítélése érdekében előre meghatározott paraméterek mérését kell elvégezni. A váltórészek megfelelőségének megállapításához az alább felsorolt vasúttechnikai fogalmak és a 3.18. ábrán jelölt méretek ismerete szükséges:

Futóél:

Az a vonal, ahol a kerék nyomkarimája érinti a sínfej oldalfelületét. [13]

Nyomtávolság:

A vágány két sinszálának egymástól mért távolsága a sínfejek vezetőélei (futóélek) között (sínkoronaszint alatt 14 mm-rel), egyenes irányban a vágánytengelyre merőlegesen, íves irányban sugárirányban értelmezve. [13]

Nyomcsatorna:

A sín vágánytengely felőli oldalán (futóél oldalon) a kerék nyomkarimájának áthaladásához biztosítandó, meghatározott szélességgel és mélységgel rendelkező tér. [13]

Vályúszélesség:

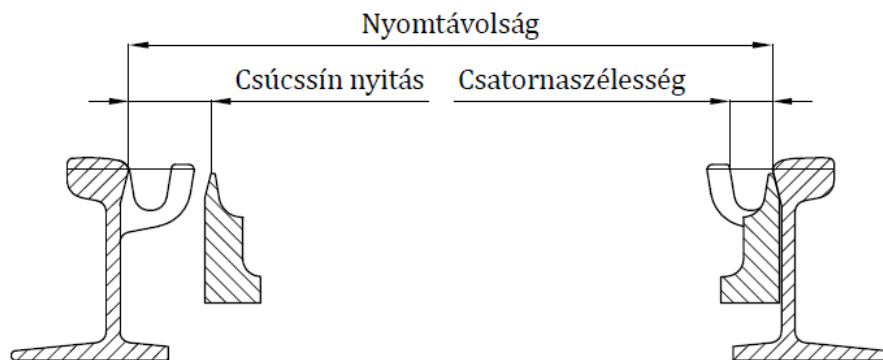
Vályús sínek esetén a vályúban a sínkoronaszint alatt 14 mm-rel értelmezett futóél és vezetőél távolság. [13]

Csúcssín nyitás:

Nyitott végállásban a csúcssín hegyének távolsága a tőstől. [21]

Gyöktávolság:

Nyitott állapotban a csúcssín hátlapja és tőstől legkisebb távolság. [21]



3.18. ábra: Jellemző méretek közötti vasúti váltórészek esetén [30] (saját szerkesztés)

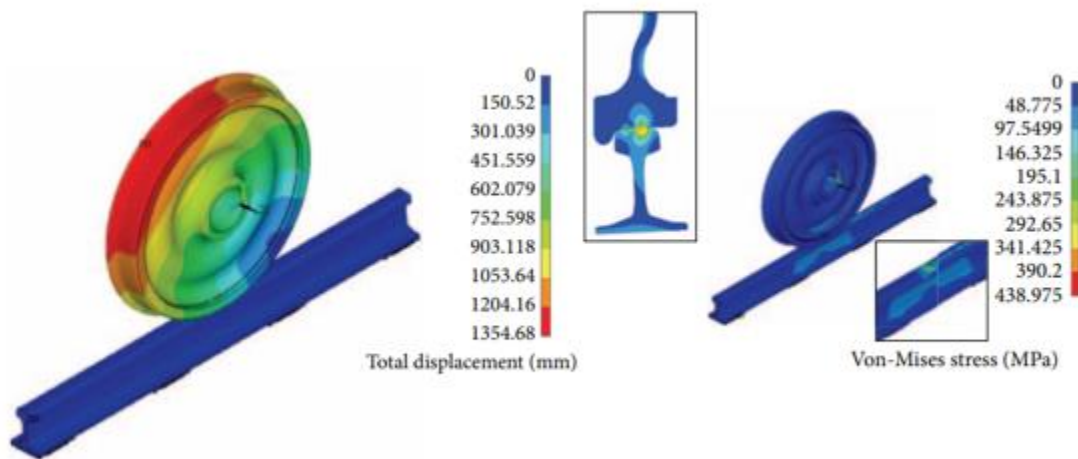
3.7. Végeselem módszer

A VEM modellezés alapja

A végeselem módszer alapja, hogy a szoftver egy adott problémának megfelelő mechanikai modellt állít fel (anyagra, terhelésre, alakra és megfogásra tett megfontolások alapján) amely általában differenciálegyenlet (vagy rendszer) segítségével, adott peremfeltételek és kezdeti értékek mellett felírható. A számítógépes szoftver ezt az egyenletet (vagy rendszert) adott pontokra vonatkozóan megoldva egy közelítő megoldást határoz meg egy adott problémára vonatkozóan. [23]

A VEM vasúttechnikai alkalmazhatósága

A végeselem módszerrel dolgozó szoftverek vasúttechnikai problémák megoldására is alkalmasak. Eredményesen alkalmazható mind statikus és mind dinamikus igénybevételek okozta hatások, a teljesség igénye nélkül - vasúti kerék és sín kölcsönhatásának vizsgálatára, ragasztott szigetelt sínillesztések vizsgálatára, vasúti szerelvények mozgásjellemzőinek fel- és alépítményre gyakorolt hatásának vizsgálatára, vasúti járműszerkezetek elemzésére, vasúti műtárgyak (hidak, tartóoszlopok, alagutak) vizsgálatára. [25] A 3.19. ábra vasúti kerék és sín kapcsolat végeselem analízisének eredményeit mutatja.



3.19. ábra: Kerék és sín kapcsolat VEM analízise (elmozdulás és feszültség adott időpillanatban) [41]

Váltórészek esetén végeselem módszert alkalmaznak az egyes csúcssín keresztmetszetek igénybevételének meghatározására, csúcssín nyitáshoz szükséges erő meghatározására, vagy éppen a váltóállító hajtóművekhez kapcsolódó ellenőrző- és állító rudazatok ellenőrzésére.

4. Probléma bemutatása

Az utóbbi években egyre nagyobb problémákat okoz a szakképzett munkaerő hiánya mind Európai, mind pedig a hazai viszonylatban gazdasági ágazattól függetlenül. A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai szerint az üres álláshelyek száma és aránya a műszaki tevékenységeket tekintve a 2023. évre vonatkozó, valamint a 2019. évre vonatkozó adatok nagyságrendileg megegyeznek. Mindezek alapján elmondható, hogy a műszaki tevékenységet folytató munkaerő jelenlegi száma és aránya a 2019. évhez képest lényegesen nem változott. [39] A szakképzett munkaerő hiánya egyrészt a munkaerőpiac átalakulásának, másrészt a szakképzés nehézségeinek tudható be.

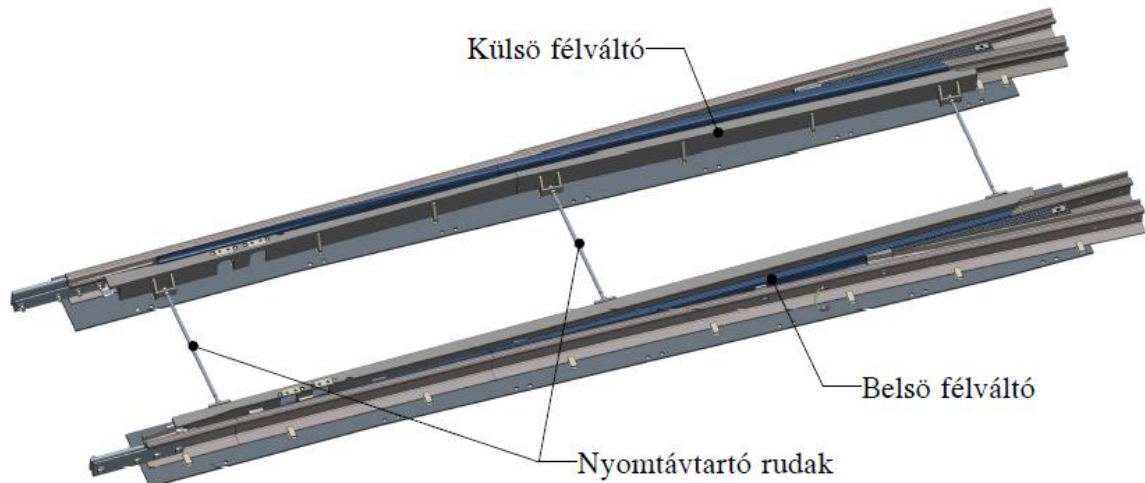
A szakképzett munkaerő hiánya vállalati szinten is jelentkezik, a szakemberhiány elsősorban az üzemi termelést érinti. A legnagyobb hiány a hegesztő, lakatos, illetve összeszerelő tevékenységet végző állomány esetében érzékelhető.

A vállalat részéről belső igényként merült fel a közúti vasúti kitérők váltórészének konstrukciós átalakítása oly módon, hogy az új szerkezeti kialakítás a gyártási, valamint később az üzemeltetési, illetve karbantartási szempontokat is figyelembe véve egy egyszerű, a lehetőségekhez mérten minimális utómunkát (hegesztés, köszörülés és szerelés) igénylő alternatívát nyújtson a jelenlegi váltórésznek. Az üzemeltető részéről megfogalmazott, a jelenlegi konstrukció kapcsán felmerült észrevételek a 4.1. pontban, az üzemeltetői tapasztalatok ismertetése bekezdésben részletesen bemutatásra kerülnek.

A váltórész rekonstrukciós tervezése lehetőséget biztosít a gyártó oldalról a gyártási folyamat során, valamint az üzemeltető oldalról az üzemeltetés és karbantartás során felmerült észrevételek és tapasztalatok, gazdasági szempontok, valamint a konstrukciót érintő egyéb igények figyelembevételére. A rekonstrukciós tervezés szintén lehetőséget nyújt az új, jelenleg hatályos közúti vasúti infrastruktúra tervezési irányelvek, valamint a közúti vasúti pályaépítési és fenntartási műszaki utasításoknak megfelelő konstrukció kialakítására. A 4.1. pontban részletesen ismertetésre kerül a jelenlegi váltórész felépítése, illetve a külső félváltó kialakítása.

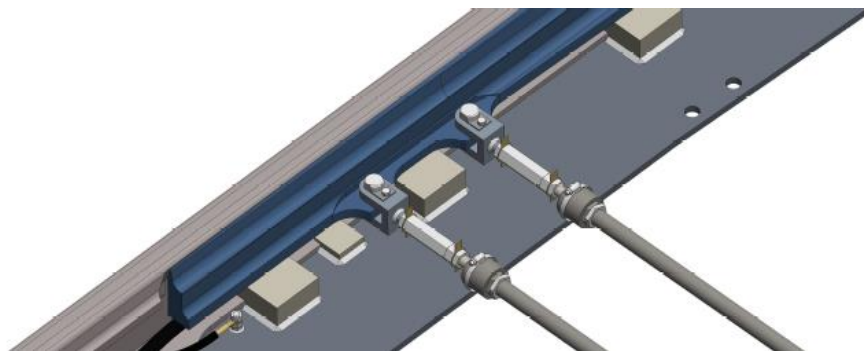
4.1. Jelenlegi konstrukció bemutatása

A Ph 100 típusú közúti vasúti kitérők jelenlegi váltórésze két fő részegységből, a külső (nagyobb sugarú) és belső (kisebb sugarú) félváltókból áll. A félváltókat nyomtávtartó rudak kötik össze, melyeknek feladata a váltórész telepítése (fektetése) során beállított nyomtáv értékek megtartása. A 4.1. ábrán Ph 100 típusú szerelt váltórész fő egységei láthatók.



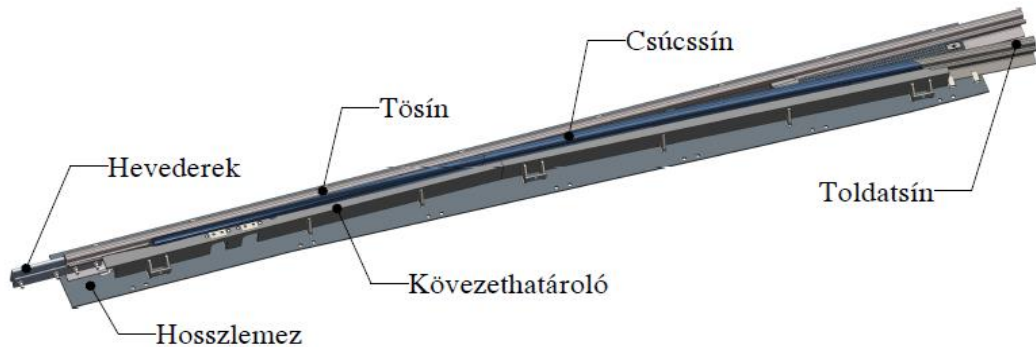
4.1. ábra: Ph100 típusú szerelt váltórész

A váltórész beépítési helytől, illetve vevői igényektől függően lehet mechanikus vagy elektromos állítású. Elektromos állítású váltók esetében a csúcssínek nyitott- és zárt végállás közötti mozgását, illetve véghelyzetben történő rögzítését váltóállító hajtóművek végzik. A váltóállító hajtóműveknek két rudazata van, az állítást végző állító rúd, illetve a csúcssín véghelyzetét érzékelő ellenőrző rúd. Ph 100 típusú váltórész esetében csúcssín kialakításból adódóan az elektromos váltóállító hajtómű rudazata a csúcssíntalpon kialakított két furaton keresztül, a 4.2. ábrán látható módon kapcsolódik a csúcssínhez.



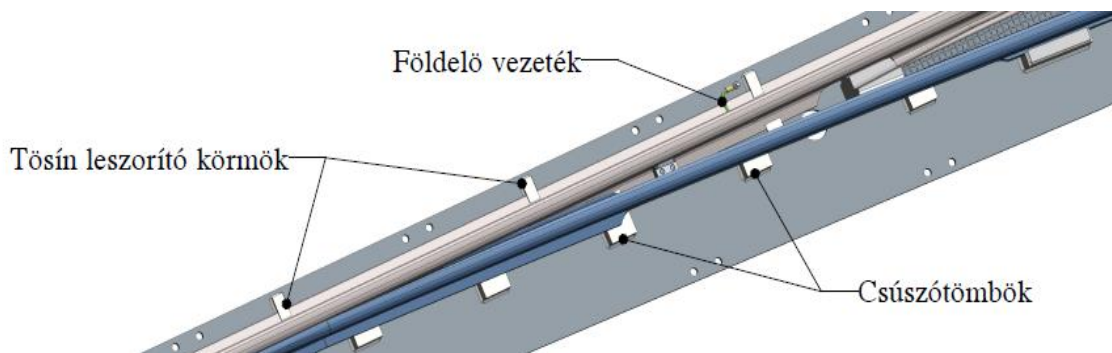
4.2. ábra: Ph 100 típusú csúcssín és hajtómű rudazatok kapcsolódása

A külső- és belső félváltók sínjellegű alkatrészei félváltónként egy, S235JR anyagminőségű hosszlemezre kerülnek rögzítésre. A hosszlemezre kerül fixen rögzítésre a tősin, toldatsín, illetve kövezethatároló, melyek közé kerül elhelyezésre a mozgó csúcssín. A kövezethatároló funkciója, a felépítmény típusától függően a félváltók burkolhatóságának biztosítása. A félváltók hevederekkel vannak ellátva, amellyel a félváltók beépítés során, hegesztés előtt ideiglenesen rögzíthetők a vasúti pályába. A 4.3. ábrán Ph 100 típusú külső félváltó fő egységei láthatók.



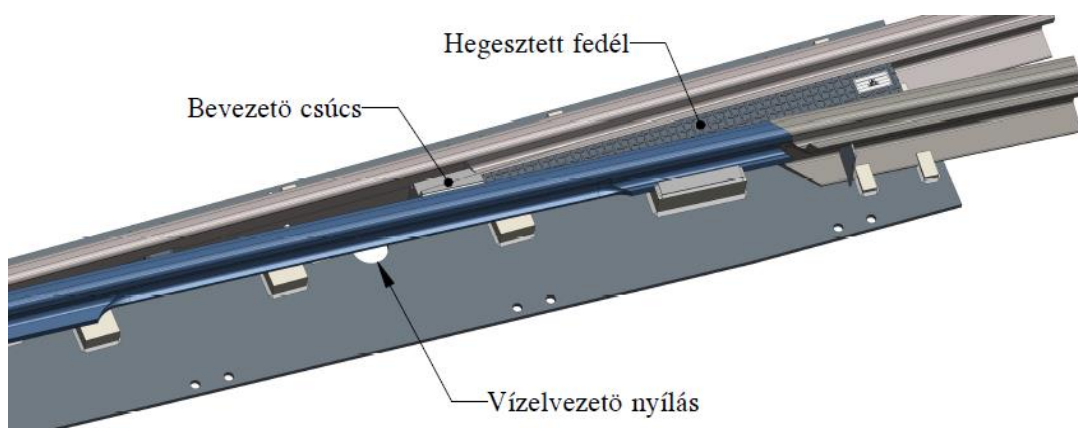
4.3. ábra: Ph 100 szerelt külső félváltó felépítése

A tősin a hosszlemezre hegesztett rögzítő körmök segítségével kerül rögzítésre, így az nincs közvetlenül a hosszlemezre hegesztve, ezért a tősin a hosszlemezzel egy földelő vezeték köti össze közvetlenül. A csúcssínnek megfelelő alátámasztását, illetve a végállások közötti mozgását csúszótömbök segítik. A 4.4. ábrán a leszorító körmök és csúszótömbök láthatók.



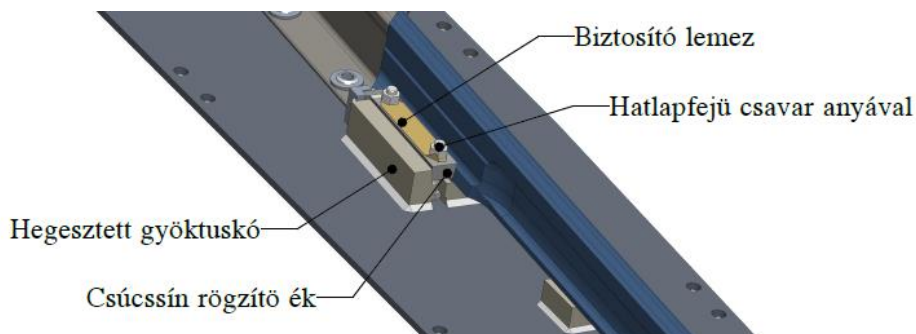
4.4. ábra: Tősin leszorító körmök és csúszótömbök

A szerelvény főirányú áthaladása során a járműkerekek megvezetését a hegesztett bevezető csúcs segíti. A félváltóba szerelt csúcssín rögzítés szennyeződésekkel és csapadékvízzel szembeni védelmét a hegesztett fedél látja el. Az esetlegesen a félváltóba került csapadékvíz, illetve a félváltók tisztítása során a váltótestbe került víz megfelelő elvezetését a vízlevezető nyílás biztosítja. A 4.5. ábra a bevezető csúcs, hegesztett fedél és vízlevezető nyílást mutatja.



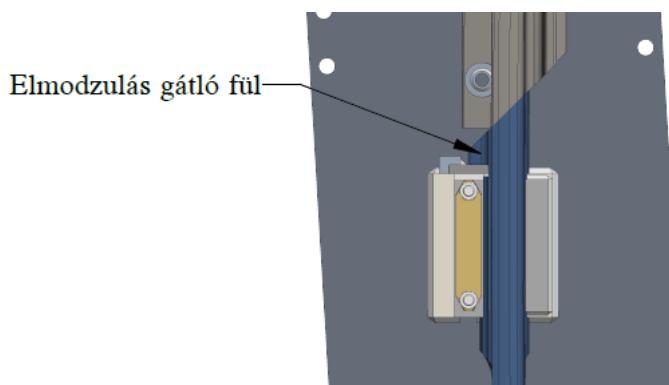
4.5. ábra: Bevezető csúcs, hegesztett fedél és a vízvezető nyílás

A jelenlegi gyártmány kialakításából adódóan a csúcssín nincs behegesztve, amit a vevői igények indokolnak. A csúcssín megfelelő rögzítését a csúcssín talprészének belső oldalán a hegesztett gyöktuskó, külső oldalán az 1:6 dőlésű felületre illeszkedő, a gyöktuskó által megvezetett, csavarkötéssel rögzített csúcssín rögzítő ék biztosítja. A 4.6. ábrán a csúcssín rögzítés kialakítása látható.



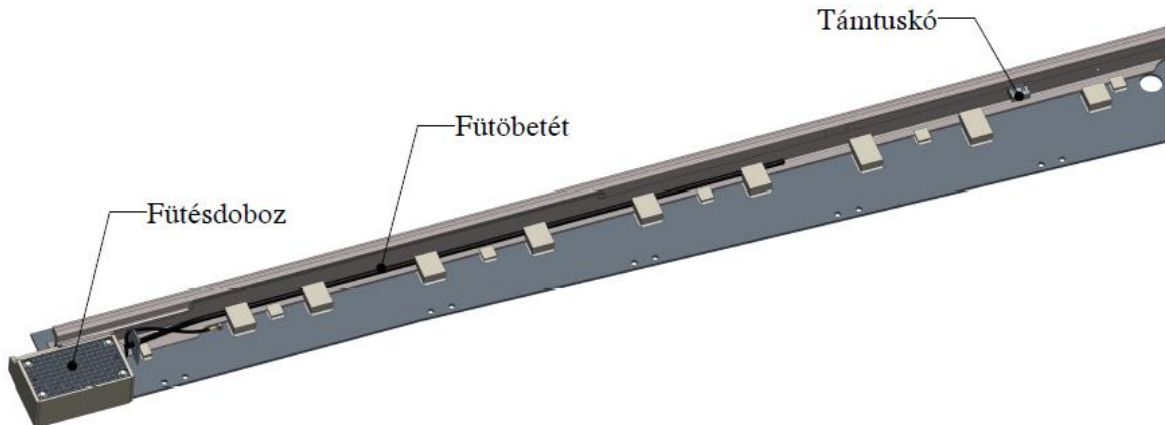
4.6. ábra: Csúcssín rögzítés kialakítása

A csúcssín vágánytengely irányú elmozdulását a gyöktuskó váltó vége felőli homloklapfelületére hegesztett lemezre felfekvő, a csúcssínen kialakított elmozdulás gátló fül akadályozza meg. A csúcssín vágánytengely irányú elmozdulás gátlása a 4.7. ábrán látható.



4.7. ábra: Ph 100 csúcssín elmozdulás gátlás

A félváltók téli üzeme során a váltótestbe kerülő víz megfagyásának elkerülése érdekében a váltók fűtése a tősinék talpára, a csúcssínek alá elhelyezett fűtőbetétek segítségével került kialakításra. A fűtőbetétekhez csatlakozó fűtésdobozok beépítés után, a félváltók elejére, a hevederek helyére kerül rögzítésre. A váltófűtés elrendezése a 4.8. ábrán látható. Szintén a 4.8. ábrán látható a csúcssín zárt állapotában megtámasztó szerelt támtuskó elhelyezkedése.



4.8. ábra: Ph 100 külső félváltó fűtés kialakítása

A tősin és a toldatsín 59Ri2 típusú, R260 anyagminőségű vályús sínszelvényből készül. A tősinen került kialakításra a csúcssín befekvő felület, amely a zárt csúcssín megfelelő simulását teszi lehetővé. Szintén a tősinen kerültek elhelyezésre a hevederek, illetve a támtuskók elhelyezéséhez szükséges furatok. A 4.9. ábrán Ph 100 egyenes tősin látható.



4.9. ábra: Ph 100 egyenes tősin

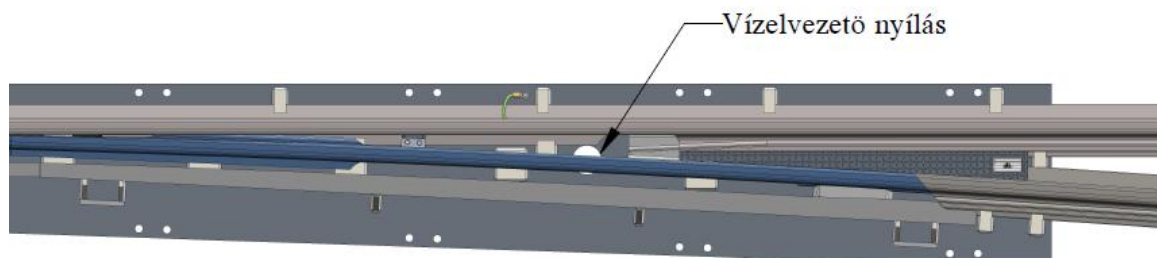
A csúcssín R350HT anyagminőségű, 54E1A1 típusú magas csúcssín szelvényből került kialakításra. A 4.10. ábrán a Ph 100 típusú váltórész íves csúcssínje látható.



4.10. ábra: Ph 100 íves csúcssín

Üzemeltetői tapasztalatok ismertetése

A vályúsínek közúti vasúti kitérők váltórészével szemben tett üzemeltetői észrevételek alapján általánosságban elmondható, hogy a váltók tisztítása meglehetősen körülményes a berakódó szennyeződések miatt. A konstrukció tisztíthatóságát tovább nehezíti, hogy a vízvezető nyílása a csúcssín alatt, nehezen hozzáférhető helyen helyezkedik el. A vízvezető nyílás helyzete a 4.11. ábrán látható.



4.11. ábra: Vízvezető nyílás helyzete

Szintén észrevételként merült fel, hogy a csúszótömbök, illetve a csúcssín hegye a nagy forgalmi terhelés következtében észrevehetően gyorsan kopik, így megfontolandó nagyobb keménységű anyagminőség alkalmazása a jövőben.

A csúcssínek kapcsán felmerült, hogy a csúcssín csere folyamata körülményes és lassú a rögzítés korrodálódása, illetve a hegesztett fedél következtében.

A csúcssínek kapcsán továbbá felmerült az igény a csúcssín-tőssín kapcsolat teherátadásának javítására.

Problémát jelent váltórészek cseréje során a tőssínek vasúti pályába történő behegesztése, mivel a fűtésvédő szekrény elhelyezése akadályozza a munkavégzést.

Igényként merült fel a váltóállító rúd csatlakozásánál a csap-furat kapcsolat átalakítása, azok rendszeres kikopása következtében.

A váltórészek telepítése kapcsán jelezték, hogy RAFS beépítés esetén a félváltók körülöntése kifejezetten komplikált a konstrukciós kialakítás miatt.

5. Váltórész rekonstrukciós tervezése

5.1. Tervezési irányelvek

A váltórész rekonstrukciós tervezése során figyelembe lettek véve a jelenleg hatályos közúti vasúti infrastruktúra tervezési irányelvek, az országos vasúti szabályzat, valamint a közúti vasúti pályaépítési és fenntartási műszaki utasítások. Továbbá, a gyártmány áttervezése során szintén figyelembe lettek véve a gyártás oldalról felmerült észrevételek, valamint gazdasági szempontok, illetve az üzemeltetés oldalról megfogalmazott tapasztalatok és igények. A fenti szempontok együttesen, alapvetően határozzák meg a gyártmány konstrukciós, illetve funkcionális jellemzőit.

Szerkezeti jellemzők

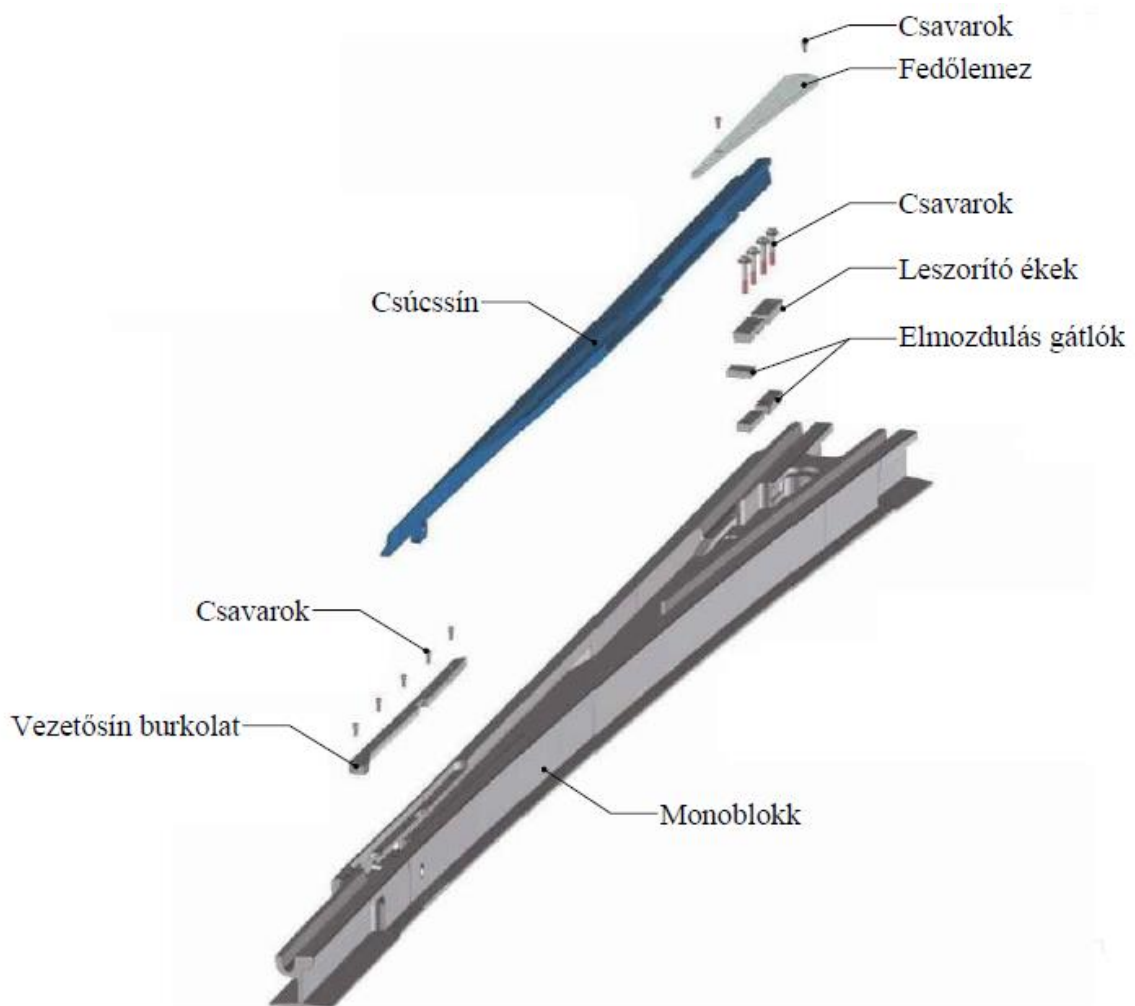
- új városi vasúti pályák kizárólag 1435 mm-es normál nyomtávolsággal létesíthetők, így a közúti vasúti váltók nyomtávolságának szintén 1435 mm-nek kell lennie
- a csatornaszélességnek a váltó minden irányában 40 mm-nek kell lennie
- a váltórészek csereszabotosságának érdekében az állítás, ellenőrzés és vízelvezetés, valamint az aljosztás az eredeti konstrukció alapján kialakítva
- a tősínek vasúti pályába történő könnyebb hegeszthetősége érdekében hosszabb csatlakozósínek kialakítása
- az ellenőrzés érzékenységének csökkentése érdekében a csúcssínek orra rövidítve
- a nemkívánatos anyagkopások elkerülése érdekében nagyobb keménységű anyagminőségek alkalmazása
- a teherátadás javítása érdekében új csúcssín-toldatsín kapcsolat

Funkcionális jellemzők

- holtterek kerülése a szennyeződések berakódásának elkerülése érdekében
- a nemkívánatos korrodálódások elkerülése érdekében kenőanyag és rozsdamentes gépelemek alkalmazása
- a félváltók könnyebb tisztíthatóságának érdekében dupla vízelvezetés
- új váltóállító rúd és csúcssínfül kapcsolat kialakítása a kikopás elleni védelem érdekében

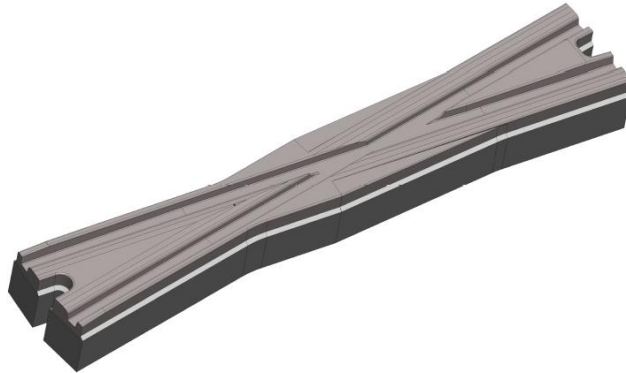
5.2. Alapkonceptió

Az alapkonceptiót az osztrák Voestalpine BWG GmbH vállalatának közúti vasúti közlekedéshez kifejlesztett monoblokk váltókonstrukciója adta. A monoblokk kivitelű konstrukció esetében a tömbök és csúcssínek tömbanyagból kerülnek kialakításra. A monoblokk kivitelű félváltónak előnye, hogy nincs jelentős szerelési igénye, gyakorlatilag csak a csúcssínek, a támtuskók és a fedelek rögzítése szükséges. További előnye, hogy mivel nem sín jellegű alkatrészekből áll, így a monoblokk félváltók bármilyen felépítmény típusú közúti vasúti pályába beépíthetők. [47] A monoblokk kívülről zárt, belül nincsenek felesleges holtterek. A félváltók vízelvezetése és a váltók fűtéséhez szükséges hornyok a tömbön belül kerülnek kialakításra. A csúcssínek rögzítése a hazánkban jelenleg is alkalmazott ékes megoldással biztosított. A BWG gyártmányához hasonló, szintén monoblokk kialakítású közúti vasúti váltó gyártmánnyal rendelkezik a cseh Pražská strojírna a. s. vállalata, melynek kialakítása a 2. számú mellékletben megtekinthető. A voestalpine GmbH monoblokk félváltójának felépítése az 5.1. ábrán látható.



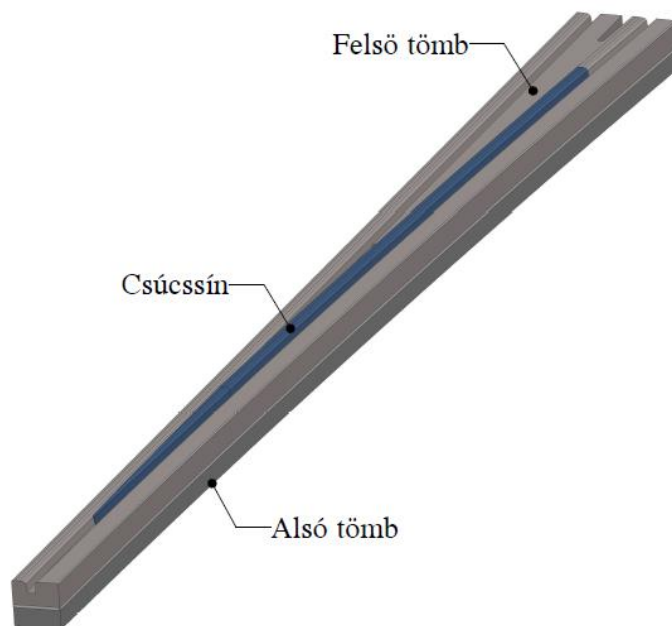
5.1. ábra: BWG monoblokk kivitelű félváltó felépítése (saját szerkesztés) [47]

A közúti vasúti kitérők keresztezési tömbjének mintájára, az osztrák BWG gyártmánnyal ellentétben az új monoblokk - a technológiai és gazdasági szempontokat figyelembe véve - két féltömbből került kialakításra. Az 5.2. ábrán a monoblokk kialakításához alapul szolgáló közúti vasúti kitérő keresztezési tömb látható.



5.2. ábra: Közúti vasúti kitérő keresztezési tömbje

Több szempontból is előnyösebb, ha a gyártmány két tömbfélből kerül kialakításra. Nincs szükség monoblokk öntvény tervezésére és beszerzésére, így gazdaságosabbá téve az szükséges alapanyag beszerzését. A megmunkálási szempontokat figyelembe véve elmondható, hogy a tömbfelek megmunkálásának folyamata egyszerűsödik, a megmunkálás gyakorlatilag csak marási műveletekre korlátozódik. Továbbá nem utolsó szempont, hogy a vállalat már rendelkezik hasonló jellegű termékek gyártásához szükséges profilos szerszámokkal. Az 5.3. ábrán az új monoblokk külső félváltó vázlatja látható.



5.3. ábra: Ph 100 MB (monoblokk kivitelű) külső félváltó vázlatja

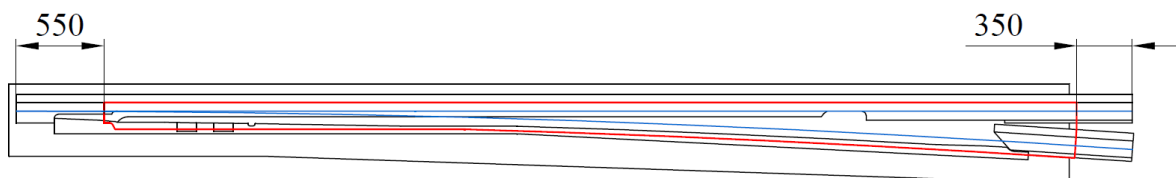
5.3. Külső félváltó felső tömb

Az osztrák konstrukciótól eltérően az új váltórészhez tartozó monoblokk két tömbből került kialakításra. Tekintettel arra, hogy a felső tömb helyettesíti a tősinéket, így a tömb anyagminőségének a tősinék anyagminőségével megegyező, vagy annál jobbnak kell lennie. A felső tömb anyagminősége Durostat 400, vagy Hardox 450 anyagminőségű durvalemez, amelyek kifejezetten jó kopásállósági tulajdonsággal rendelkeznek. Az említett anyagminőségekre vonatkozó keménység értékek az 5.1. táblázatban láthatók.

5.1. táblázat: Felső tömb anyagminőségek összehasonlítása

	R260	Durostat 400	Hardox 450
HBW keménység	260 - 290	400	450

A felső tömb előgyártmányának választott lemezvastagsága 100 mm, a kész lemezvastagság 96 mm. A felső tömb kontúrját az eredeti konstrukció sínfej- és sántalp geometriája adta. A kontúr kialakítása során gazdasági szempontok alapján a lehető legkisebb tömbméret került kialakításra. A 5.4. ábrán feketével látható a régi konstrukció körvonala, illetve kékkel jelölve a futóélek, pirossal pedig az új gyártmány felső tömbjének körvonala. A későbbi hegesztés miatt a felső tömb alsó élei 5 x 45 fokban lemunkálásra kerülnek. Az 5.5. ábrán a külső félváltó felső tömbjének forgácsolás előtti állapotú előgyártmánya látható.



5.4. ábra: Külső félváltó felső tömbjének kontúrja



5.5. ábra: Külső félváltó felső tömbjének előgyártmánya

A felső tömb megfelelő futófelületeinek kialakításához a vályús sínprofilnak megfelelő, a keresztezési tömb csatornák mintájára 40 mm széles csatornák, illetve az 59Ri2 sínprofilnak megfelelő sínfej geometria került kialakításra az 5.4. ábrán kézzel jelölt futóélek mentén. Az 5.6. ábrán a külső félváltó felső tömbjén kialakított csatornák láthatók.



5.6. ábra: Külső félváltó felső tömb csatornákkal

A csúcssín rögzítésének kialakítása kisebb változtatásokkal lényegében megegyezik a régi konstrukciós megoldással, így következő lépésben a csúcssín behelyezéséhez, illetve a végállások közötti mozgásához szükséges férőhely kerül kialakításra, illetve kialakításra kerül a teherátadó felület. Az 5.7. ábrán a csúcssín férőhelyek kialakítása látható.



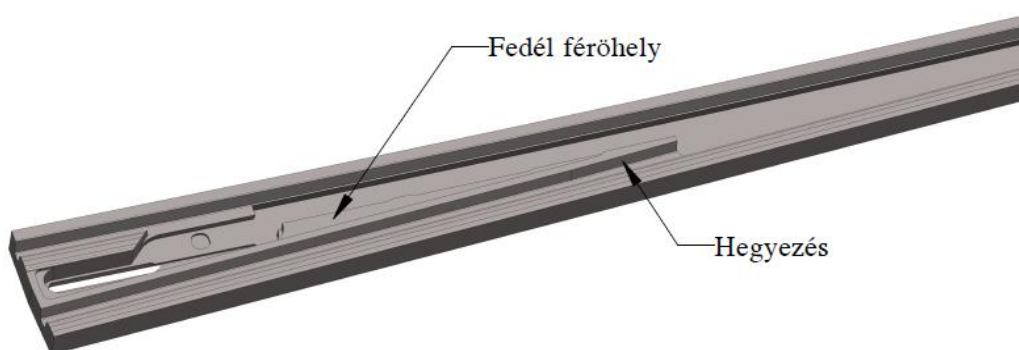
5.7. ábra: Külső félváltó felső tömb csúcssín férőhelyek

A csúcssín megfelelő rögzítése érdekében azt mind vágányirányban, mind pedig oldal- és függőleges irányban megfelelően rögzíteni kell. A vágányirányú csúcssín elmozdulás gátlás a nagyvasúti váltókban alkalmazott elmozdulás gátlás mintájára került kialakításra. A kialakítás lényegében egy reteszkapcsolat a csúcssín és a felső tömb között. Az oldal- illetve függőleges irányú elmozdulás megakadályozása érdekében a régi konstrukciónak megfelelően a csúcssín szorítással ellentétes oldalon 1:6 dőlésű felület került kialakításra. A csúcssín rögzítés, illetve elmozdulás gátlás kialakítása az 5.8. ábrán látható.



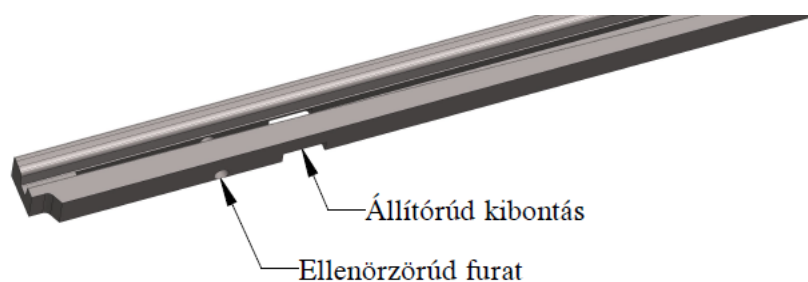
5.8. ábra: Külső félváltó csúcssín rögzítésének és elmozdulás gátlásának kialakítása

Következő lépésben került kialakításra a felső tömb csúcsrészének hegyezése. Ennek lényege, hogy a 40 mm széles csatorna a csúcs elején 45 mm szélességű, így kizárva a lehetőséget a vasúti járműkerék és a csúcsrész ütközésének, továbbá kialakításra került a fedél férőhelye. Az 5.9. ábrán a fedél férőhely és hegyezés kialakítása látható.



5.9. ábra: Külső félváltó felső tömb kihegyezett csúcsrésze

A váltóállítómű állító rudjának kibontása, illetve az ellenőrzőrúd csatlakozásának furata az eredeti konstrukciónak megfelelő helyen került kialakításra, így lehetővé téve a már meglévő váltóállítómű bekötését. Az állítórúd bekötéséhez kialakított kibontás egyben az első vízelvezetés funkcióját is ellátja. Az 5.10. ábrán az állítómű bekötésének kibontásai láthatók.



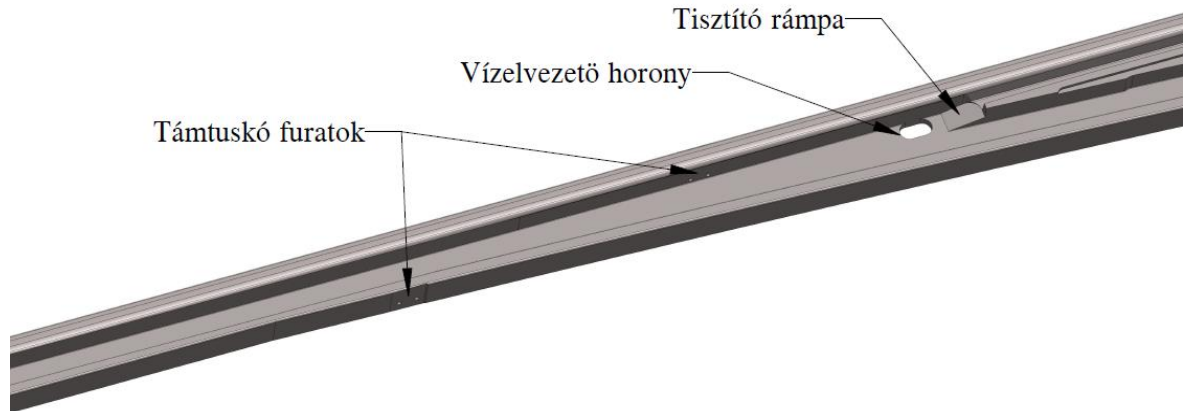
5.10. ábra: Külső oldali felső tömb állítómű bekötés kibontások

A felső tömb oldalfelületén kialakításra kerültek a csúcssín simulásához szükséges befekvő felületek, amelyek biztosítják a zárt vagy nyitott véghelyzetben lévő csúcssín megfelelő befekvését. Az 5.11. ábrán a felső tömb oldalfelületein kialakított befekvő felületek láthatók.



5.11. ábra: Külső félváltó felső tömbjének befekvő felületei

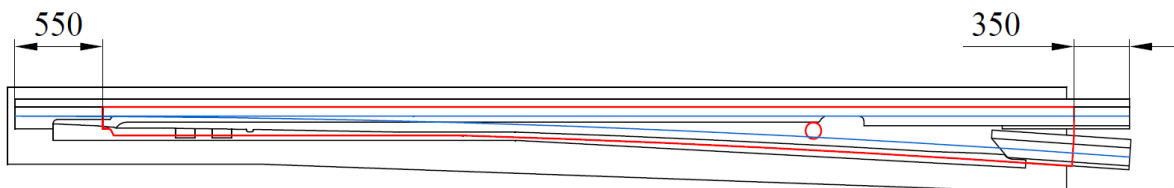
Utolsó lépésként kialakításra kerültek a véghelyzetben lévő csúcssín megtámasztását szolgáló támtuskók felfogatásának furatai. Továbbá, kialakításra került a felső tömb vízelvezetését biztosító vízelvezető hornya, illetve kialakításra kerültek az egyszerűbb tisztíthatóságot lehetővé tévő tisztító rámpák. A külső félváltó felső tömbjén elhelyezett furatok, illetve a vízelvezető horony és tisztító rámpák kialakítása az 5.12. ábrán látható.



5.12. ábra: Külső félváltó felső tömbjének támtuskó furatai, vízelvezető hornya és tisztító rámpája

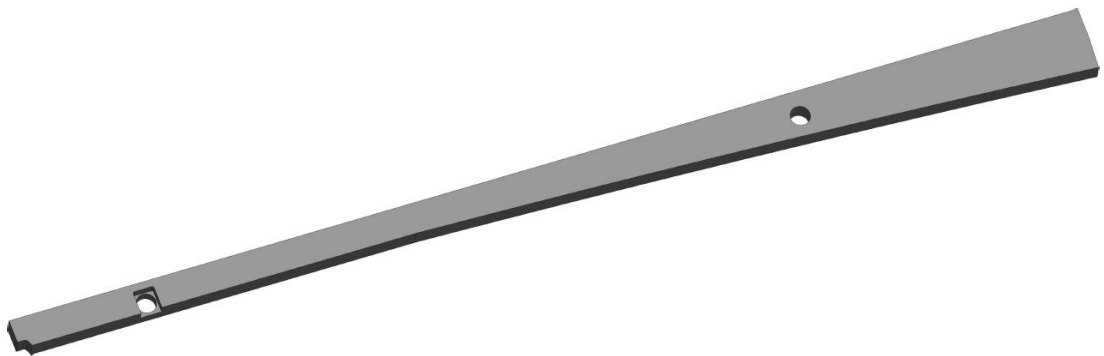
5.4. Külső félváltó alsó tömb

A külső félváltó hegesztett monoblokkjának alsó tömbjének elsődleges feladata a felső tömbfél megfelelő alátámasztása. Mivel az alsó lemeznek nincs olyan felülete, amely működő felületnek tekinthető, ezért gyakorlatilag a régi konstrukció hosszlemezének funkcióját tölti be, így ebből adódóan csak a tengelyterhelésből származó igénybevétel terheli. Az alsó tömbfél választott anyagminősége MSZ EN 10025-2 szabvány szerinti S235JR szerkezeti acél. Az 5.13. ábra a külső félváltó alsó tömb kontúrját mutatja.



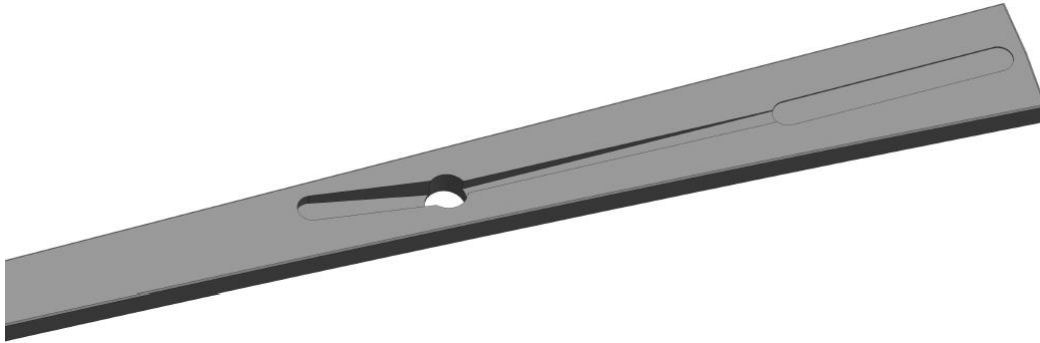
5.13. ábra: Külső félváltó alsó tömbjének kontúrja

Az 5.13. ábrán feketével látható a régi konstrukció külső félváltójának körvonala, illetve kézzel jelölve a futóélek, pirossal pedig az új gyártmány alsó tömbjének körvonala. A felső- és alsó tömbök kontúrja megegyezik. A vízvezetés furata az eredeti konstrukciónak megfelelően került kialakításra. Mivel a hegesztett monoblokk magasságának 180 mm-nek kell lennie és a felső tömbök lemezvastagság 96 mm, így az alsó tömb magassága 84 mm-re adódik. Az alsó tömbön került kialakításra az eredeti konstrukció vízvezetésével megegyező hátsó, illetve az új konstrukció felső tömbjének kialakításának megfelelő első vízvezetés furata, továbbá az állítórúd helyzetének megfelelő, a felső tömb kibontásának helyzetével megegyező kibontás, közvetlenül az első vízvezető furata felett, ezzel biztosítva a felső tömb első vízvezetését. Az 5.14. ábrán a külső félváltó alsó tömbjének első és hátsó vízvezető furatai, illetve a felső tömbnek megfelelő állítórúd kibontás látható.



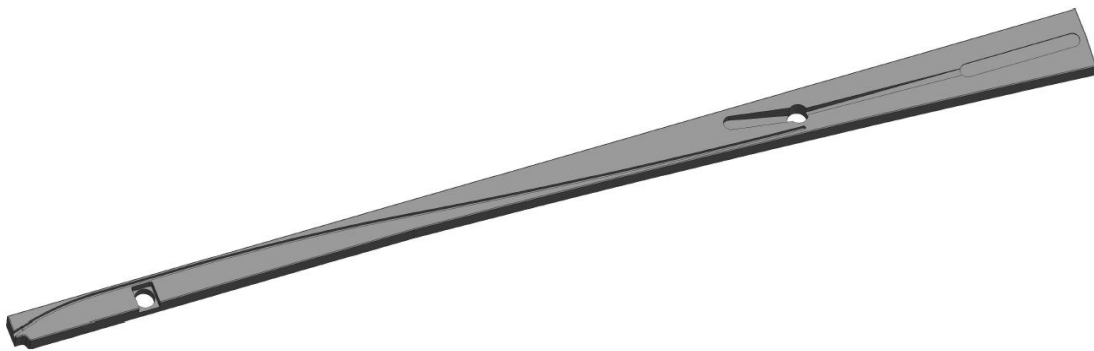
5.14. ábra: Külső félváltó alsó tömbjének vízvezető furatai és állítórúd kibontása

A hátsó vízvezetés úgy került kialakításra, hogy az közvetlenül kapcsolódik a felső tömb csúcssín férőhelyének, illetve a csúcssín rögzítés helyének vízvezetésével, ezzel biztosítva a működés szempontjából kritikus helyek állandó vízmentességét. Az 5.15. ábra a külső félváltó alsó tömb hátsó vízvezetésének kialakítását mutatja.



5.15. ábra: Külső félváltó alsó tömb hátsó vízvezetésének kialakítása

A félváltó téli üzemének fagymentessége csak váltófűtés alkalmazásával biztosítható. A váltófűtés doboza a monoblokk elejére kerül rögzítésre, melyhez a váltófűtést biztosító fűtőbetétek kapcsolódnak. A váltófűtés az új konstrukció esetében az eredeti konstrukcióban alkalmazott fűtőbetétek alkalmazásával megoldott. A fűtőbetét monoblokkban történő elhelyezéséhez szükséges horony szintén az alsó tömbben került kialakításra. Az 5.16. ábrán a külső félváltó alsó tömbjének kialakítása látható.



5.16. ábra: Külső félváltó alsó tömbjének kialakítása

5.5. Hegesztett külső monoblokk

A külső félváltó hegesztett monoblokkja az alsó- és felső féltömbök illesztésével, majd teljes kerületük mentén történő összehegesztésével (egyszerű V-varrat alkalmazásával) került kialakításra. Az 5.17. ábra a külső félváltó hegesztett monoblokkját ábrázolja.



5.17. ábra: Külső félváltó hegesztett monoblokkja

A hegesztett monoblokkra félváltónként három, javítóhegesztéshez alkalmazott sínvég kialakítású csatlakozósín került felhegesztésre, így lehetővé téve a félváltók beépítési helynek megfelelő egyszerű adaptálhatóságát. Az eredeti konstrukcióhoz képest az első csatlakozósín 200 mm-rel hosszabbított a fűtésdoboz elhelyezése miatt, ezzel egyszerűsítve az első csatlakozósín vasúti pályába hegeszthetőségét. Az 5.18. ábrán csatlakozó sínekkel felhegesztett külső monoblokk látható.



5.18. ábra: Külső monoblokk hegesztett csatlakozósínekkel

Szintén a monoblokkra került felhegesztésre a fűtőbetét befűzését segítő fűtés-cső csonk. Továbbá felhegesztésre kerültek a nyomtávtartó konzolok, amelyek a nyomtávtartó rudak megfelelő rögzítésére szolgálnak, valamint az alsó tömb vízvezető nyílásába kerülnek behegesztésre a vízcső csonkok, amelyek lehetővé teszik a vízvezető aknába történő becsatlakozást. Az 5.19. ábrán a monoblokkra hegesztett nyomtávtartó konzol, fűtés-cső- és vízcső csonk látható. A hegesztett külső monoblokk rajza a 7. mellékletben megtekinthető.



5.19. ábra: Külső monoblokkra hegesztett fűtéseső csonk, nyomtávtartó konzol és vízeső csonk

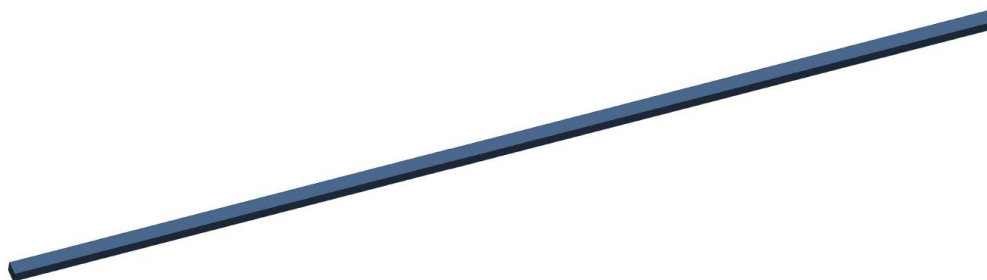
5.6. Hegesztett íves csúcssín

A csúcssín az eredeti konstrukciótól eltérően nem csúcssín szelvényből, hanem tömbanyagból, forgácsolással kerül kialakításra. Tekintettel arra, hogy az üzemeltetói tapasztalatok alapján a nemkívánatos anyagkopások elkerülése érdekében nagyobb keménységű anyagminőségek alkalmazása szükséges, így a csúcssínnek választott anyagminősége a felső tömbökhöz hasonlóan Durostat 400, vagy Hardox 450 anyagminőségű durvalemez, amelyek kifejezetten jó kopásállósági tulajdonsággal rendelkeznek. A csúcssín anyagminőségének összehasonlítása az 5.2. táblázatban látható.

5.2. táblázat: Csúcssín anyagminőségek összehasonlítása

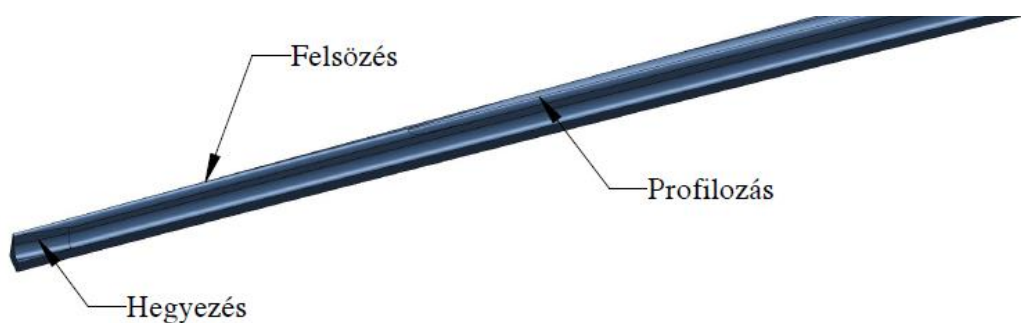
	R350HT	Durostat 400	Hardox 450
HBW keménység	350 - 390	400	450

A csúcssín hossza az eredeti gyártmányhoz képest némiképpen módosul, alkalmazkodva a felső tömb méreteihez. A csúcssínnek választott magassága 70 mm, ezzel csökkentve a tisztítandó tömb mélységet. Az íves csúcssín csúcssínnek egyenes állapotban kerül megmunkálásra, majd a forgácsolási folyamat végén lesz ívesítve. Az 5.20. ábrán a csúcssín előgyártmánya látható.



5.20. ábra: Csúcssín előgyártmány

Első lépésként a végső csúcssín szélesség, illetve az 59Ri2 csúcssínprofilnak megfelelő profilfelület került kialakításra. Utóbbi igen fontos, mivel a csúcssín zárt állapotában a csúcssín profilnak követnie kell a tősin (a gyártmány esetében a felső tömb) profilfelületét. Ugyan ez igaz a futófelületre is, ebben az esetben is szintén meg kell felelnie a csúcssín felső profiljának a sínszelvény fejkialakításának. Szintén fontos szerepe van a csúcssínnek megfelelő felsőzésének és hegyezésének. Előbbinek szerepe a csúcssínnek zárt állapotban történő befekvésében, míg az utóbbinak az ellenőrzésben van fontos szerepe. Az üzemeltetői tapasztalatok alapján, a csúcssínhegy kihajlás csökkentése miatt a csúcssínhegy rövidítve, ezzel növelve az ellenőrzés biztonságát. Az 5.21. ábrán az íves csúcssín hegyezett, felsőzött és profilozott felületei láthatók.



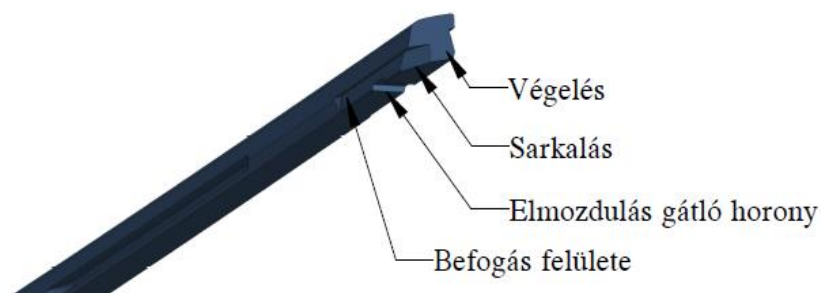
5.21. ábra: Íves csúcssín hegyezett, felsőzött és profilozott felületei

Szintén üzemeltetői tapasztalatok alapján került kialakításra a talprész kibontása, amely segíti a szennyeződések berakódása okozta végállás problémák elkerülését. Kiemelkedő szerepe van a csúcssín két oldalán kimunkált rugalmazó részének is, amelyek szerepe, hogy a csúcssín keresztmetszetet lecsökkentve növelik a sínszál rugalmasságát, így biztosítva a megfelelő befekvést (simulást) adott véghelyzetben. Az 5.22. ábrán a csúcssín talpkibontása és egyik oldali rugalmazó része látható.



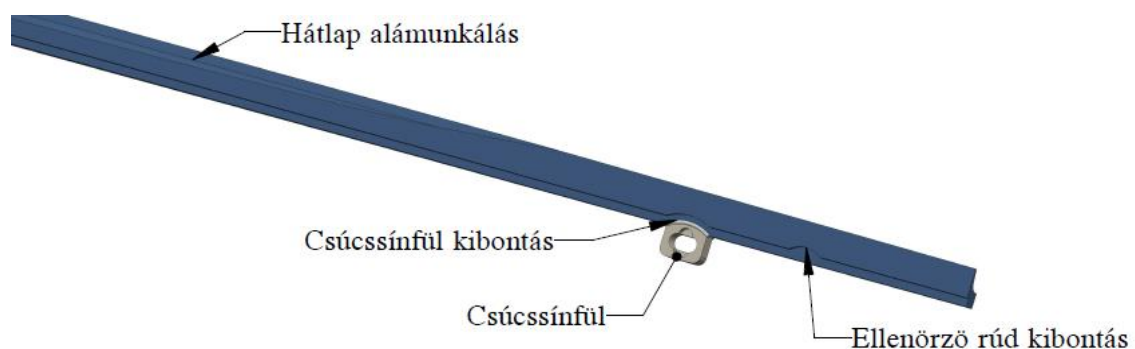
5.22. ábra: Íves csúcssín talpkibontása és rugalmazó része

A csúcscsín megfelelő rögzítésének érdekében az eredeti konstrukciós kialakításhoz hasonló ékes szorítás kerül alkalmazásra. A csúcscsín tömb oldalról egy 1:6 lejtésű felület, leszorítás oldalról pedig szintén 1:6 dőlésű szorító ékes elem rögzíti. A csúcscsín vágánytengely irányú elmozdulásának megakadályozásáról a csúcscsín aljára készített horonyba ékelődő elmozdulás gátló gondoskodik. A csúcscsín a tömbhöz az eredeti konstrukcióval megegyező 45 fokos végeléssel kapcsolódik. A csúcscsín megfelelő befekvése érdekében egy 40 x 40 mm méretű letörés, sarkalás került a csúcscsín végére, amelyre a csúcscsín és felső tömb találkozásnál kialakított szerszámkifutás miatt van szükség. Az 5.23. ábra az íves csúcscsín csatlakozó részének kialakítását mutatja.



5.23. ábra: Íves csúcscsín csatlakozó rész kialakítása

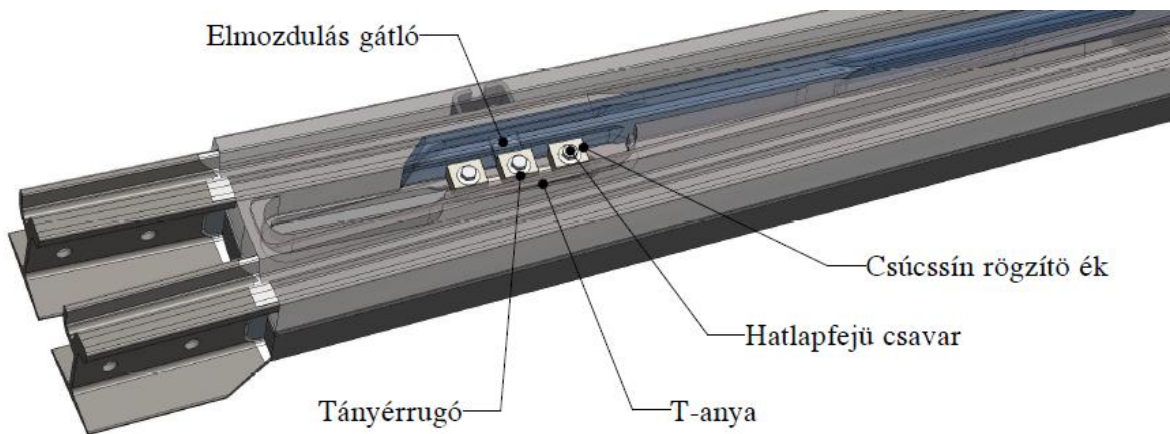
A váltóállítómű bekötésének biztosítása érdekében csúcscsínfül alkalmazása szükséges, amely kibontásának helyét az eredeti gyártmány állítórúd helyzete adja. A csúcscsínfül hegesztéssel kerül rögzítésre a csúcscsín talprészére készített kibontásba. Az íves csúcscsín egyenes állapotban kerül forgácsolásra, így szükséges a forgácsolt csúcscsín ívesítése. A hegesztett csúcscsín ívét, illetve a megfelelő befekvéshez szükséges töréspont helyét a felső tömb geometriája adja. A csúcscsín nyitott állapotában a járműkerék áthaladásához szükséges csatornaszélesség biztosításához a csúcscsín hátlapjának alámunkálása szükséges. Az 5.24. ábrán a csúcscsínfül és ellenőrző rúd kibontása, illetve a hegesztett csúcscsínfül és a hátlap alámunkálás látható. A hegesztett íves csúcscsín rajza a 8. mellékletben megtekinthető.



5.24. ábra: Íves csúcscsín hegesztett csúcscsínfül és hátlap alámunkálás

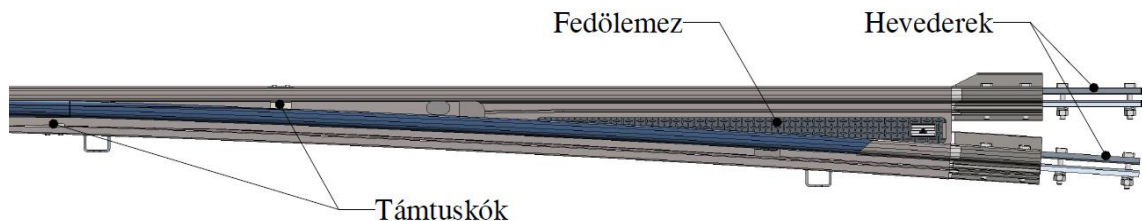
5.7. Szerelt külső félváltó

A csúcssín rögzítése három darab ékes szorítóval történik az eredeti egy darab ékkel ellentétben, így javítva a jobb felfekvést és könnyebb szerelhetőséget. Az rögzítő ékeket elemenként egy darab M16 x 55 méretű hatlapfejű csavar rögzíti a T-anyához. A csavarok lelazulás elleni védelme tányérrugók alkalmazásával került biztosításra. Az üzemeltetői tapasztalatok alapján az alkalmazott gépelemek rozsdamentes kivitelben kerülnek alkalmazásra. Az 5.25. ábra a csúcssín rögzítést és elmozdulás gátlást ábrázolja.



5.25. ábra: Csúcssín rögzítés kialakítása

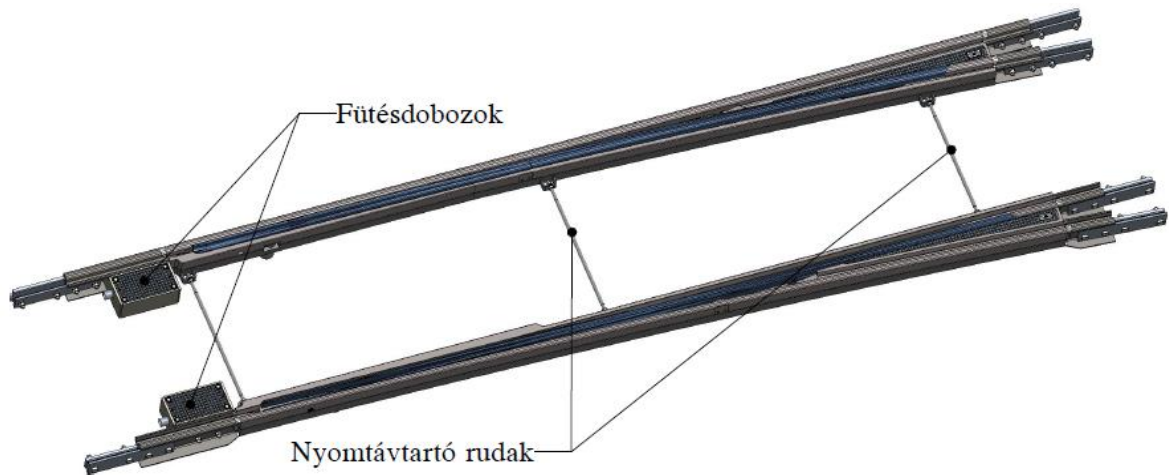
A csúcssín rögzítés védelmét lencsemintás lemezből készült csúszásgátló fedőlemez látja el, amely a csúcssín beszerelését és a rögzítés érintkező felületeinek korrózió elleni kezelését követően kerül elhelyezésre és lehegesztésre. Szintén a szerelt félváltó szinten kerülnek behelyezésre a csúcssínt nyitott- és zárt végállásban megtámasztó támtuskók. Szintén félváltó szinten kerülnek elhelyezésre a félváltó elején és végén a hevederek, amelyek biztosítják a vasúti pályába való ideiglenes rögzítést, a félváltó végleges behegesztéséig. Az 5.26. ábra szerelt külső félváltót ábrázol. A szerelt külső félváltó rajza a 6. mellékletben megtekinthető. A belső félváltó felépítésének részletes bemutatása a 3. mellékletben került ismertetésre.



5.26. ábra: Szerelt külső félváltó

5.8. Szerelt váltó

A szerelt váltót a szerelt külső és belső félváltók, valamint a nyomtávtartó rudak alkotják. A nyomtávtartó rudak feladata a félváltók helyzetének egymáshoz képesti megtartása, ezzel biztosítva az előírt nyomtávolság méretet fő- és mellékirányban. A váltórész vasúti pályába történő beépítése után kerülnek elhelyezésre a váltófűtést biztosító fűtésdobozok, melyek közvetlenül a szerelt félváltóban elhelyezett fűtőbetétekhez csatlakoznak. Az 5.27. ábra szerelt Ph 100 MB típusú váltórészt ábrázol.



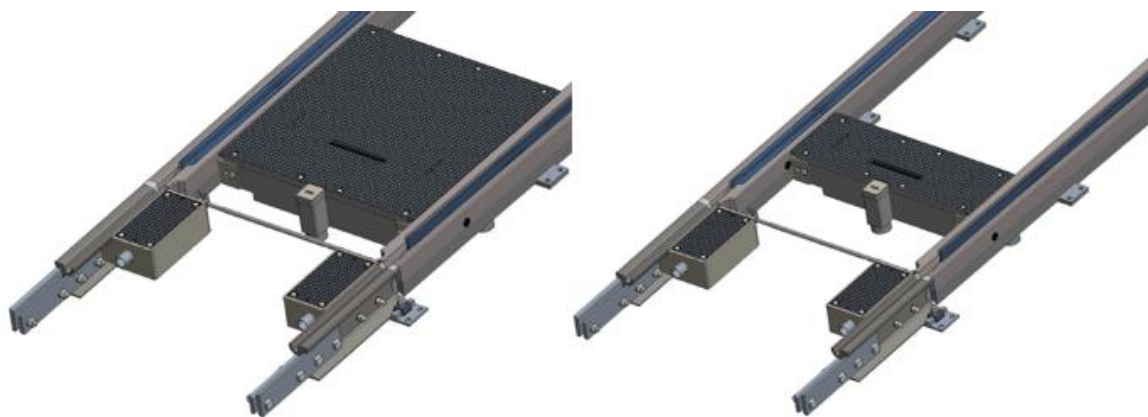
5.27. ábra: Ph 100 MB szerelt váltórész

A Ph 100 MB típusú váltó kialakításából adódóan rugalmasan beágyazható, így lehetővé teszi a RAFS felépítményi kialakítást. Ugyanakkor, amennyiben már meglévő vagy új beton ágyazatú felépítményi kialakítás szükséges, a félváltókra lefogató fülek hegeszthetők, illetve az első csatlakozó sínek megfelelő alátámasztása és rögzítése érdekében GEO rendszerű sínleerősítés kerülhet alkalmazásra, így lehetővé téve a váltórész keresztaljakra rögzítését. Az 5.28. ábra keresztaljakra rögzíthető szerelt Ph 100 MB típusú váltórészt ábrázol.



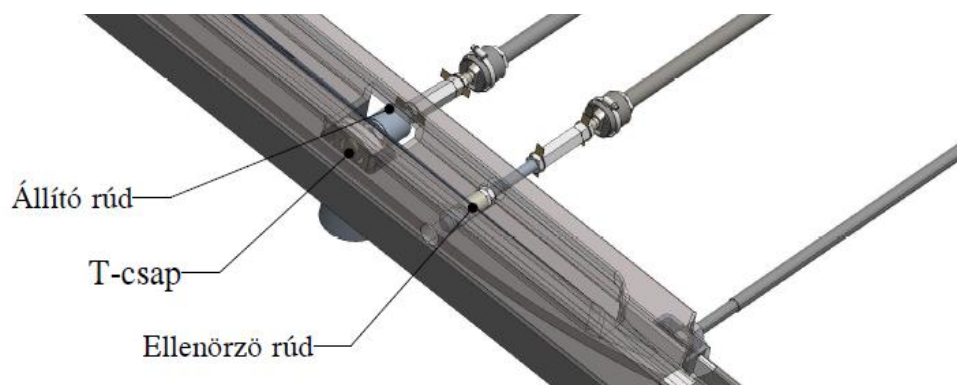
5.28. ábra: Keresztaljakra rögzíthető Ph 100 MB típusú váltórész

A Ph 100 MB típusú váltórész kialakítása lehetővé teszi, hogy a váltó kompatibilis legyen az összes jelenleg közúti vasúti kitérőkben alkalmazott váltóállító hajtómű típusal. A monoblokkok úgy kerültek kialakításra, hogy a belső oldalak párhuzamosak, így segítve a váltóhajtóművek könnyebb beszerelhetőségét. A váltóhajtóművek elhelyezéséhez szükséges rögzítő fülek a lefogató fülekhez hasonlóan a monoblokkok oldalára kerülnek hegesztésre, a rögzítő fülekhez a váltóhajtóművek pedig csavarkötéssel kerülnek rögzítésre. Az 5.29. ábrán UNISTAR CSV 24 és CSV 34 váltóállító hajtóművel szerelt Ph 100 MB típusú váltórész ábrája látható.



5.29. ábra: Ph 100 MB váltórész CSV 24 (balra) és CSV 34 (jobbra) hajtóművel szerelve

A váltómű és a csúcssínek rögzítéséhez a váltóállító rúd végén a kengyeles végét egy a csúcssínfűlőhöz kialakított T-csapra kell cserélni, így lehetővé téve az állító rúd csatlakozását. Az ellenőrző rúd csatlakozásának kialakítása megfelel a váltóhajtómű gyártója által kialakított konstrukciónak. Az 5.30. ábrán megtekinthető a csúcssín állító- és ellenőrző rúd csatlakozásának kialakítása. A szerelt váltó rajza az 5. mellékletben megtekinthető.

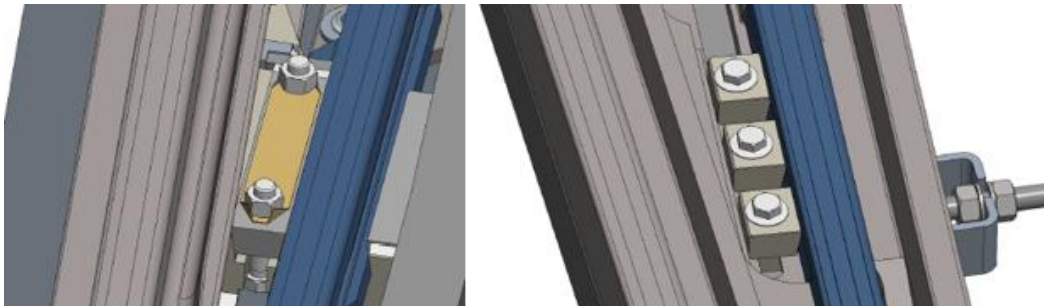


5.30. ábra: Ph 100 MB váltórész állító- és ellenőrző rúd csatlakozás

5.9. Konstrukció ellenőrzése

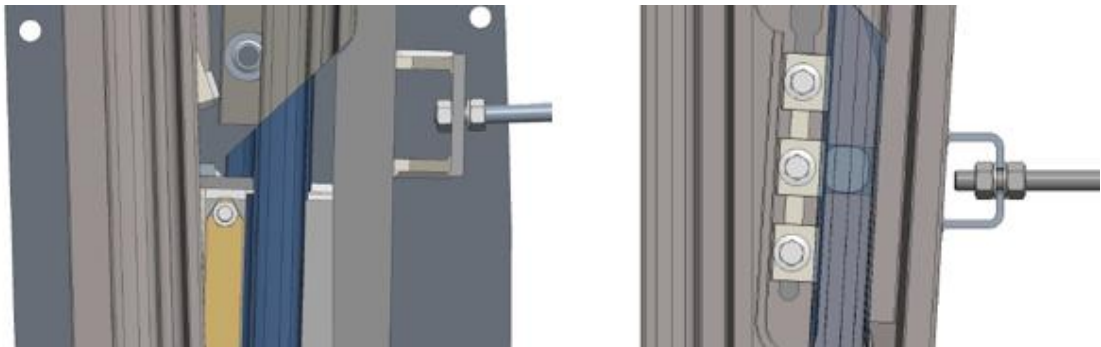
Egy szerkezet ellenőrzésének a célja, hogy biztonsággal tudjuk megítélni annak megfelelőségét bizonyos igénybevételekkel szemben, adott körülmények között. A dolgozat során már meglévő, működő műszaki megoldás került áttekintésre, melynek eredményeképpen a váltórész geometriája, illetve a váltórész működése szempontjából meghatározó csúcscsín rögzítés módja érdemben nem változott. Általánosságban elmondható, hogy a váltórészt alkotó új szerkezeti elemek mind konstrukciójukat, mind pedig anyaghasználatukat tekintve az eredeti váltórész által támasztott igényeket kielégítik, jellemzően felül is múltják. Az új konstrukció kialakításából adódóan lényegesen masszívabb felépítmény, mint az eredeti gyártmány szerkezeti megoldása. A monoblokkok és csúcscsínek mind anyagminőségükben mind pedig geometriájukban eleget tesznek és felül is múltják az eredeti gyártmány azonos feladatot ellátó részegységeit, így ellenőrzésük nem indokolt.

A szerkezet működése szempontjából a legkritikusabb résznek a csúcscsín rögzítés és elmozdulás gátlás tekinthető. Az új konstrukció csúcscsín rögzítésének kialakítása lényegében megegyezik az eredeti konstrukciós kialakítással. Különbség az eredeti konstrukcióhoz képest, hogy a szorítóék jobb felfekvése érdekében a csúcscsín rögzítését nem egy, hanem három különálló ék látja el. Szintén különbség az eredeti kialakításhoz képest a szorítóéket rögzítő csavarok száma. Az eredeti konstrukció esetén ez csúcscsínenként két csavarral került megoldásra, míg az új konstrukció esetében ugyan ezt a feladatot három csavarkötés látja el, így nagyobb szorítóerőt eredményezve. Szintén különbözik a két gyártmány csavarbiztosítása: az eredeti konstrukció csavarbiztosítását végző biztosító lemez helyett az új szerkezetben a biztonságosabb csavarrögzítés érdekében tányérrugók kerültek alkalmazásra. A csavarkötések biztonsága tovább növelhető szerelés során menet-rögzítő alkalmazásával. Tekintettel arra, hogy az új konstrukció csúcscsín rögzítése az eredeti kialakításnak eleget tesz, így a csúcscsín rögzítés kialakítása nem indokolt. A régi és új konstrukciók csúcscsín rögzítés kialakítása az 5.31. ábrán megtekinthető.



5.31. ábra: Ph 100 (balra) és Ph 100 MB (jobbra) csúcscsín rögzítés kialakítása

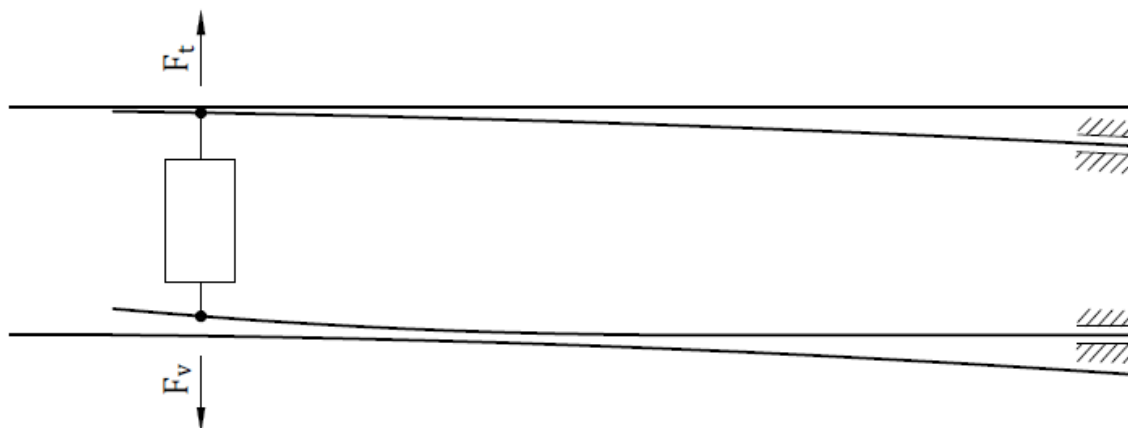
Az új gyártmány vágánytengely irányú csúcssín elmozdulás gátlása ugyanakkor némiképpen eltér az eredeti kialakítástól. A régi konstrukciós megoldás szerint az elmozdulás gátlást a csúcssínen kialakított, a csúcssínt rögzítő gyöktuskóra támaszkodó váll biztosítja. Az új konstrukció elmozdulás gátlása a nagyvasúti váltórészekben alkalmazott elmozdulás gátlás mintájára került kialakításra, mind geometriáját mind pedig anyagminőségét tekintve. A Ph 100 MB típusú váltórész csúcssínjeinek elmozdulás gátlását félváltónként egy, a csúcssín talpán kiképzett horonyba befekvő és a félváltó felső tömbjébe illesztett elmozdulás gátló csap akadályozza meg. Lényeges azonban megjegyezni, hogy az elmozdulás gátló csap kialakításából adódóan a vágánytengely irányú erő hatására fellépő nyíró igénybevétel lényegesen nagyobb felületen oszlik meg, mint az eredeti konstrukció esetében, így biztosítva az egységnyi felületre eső nyírófeszültség csökkenését és növelve a szerkezet biztonságát. Tekintettel arra, hogy az elmozdulás gátló csap szilárdsági jellemzőiben és az igénybevett felület nagyságában is meghaladja az eredeti kialakítást, így ellenőrzése nem indokolt. A régi és új konstrukciós elmozdulás gátlás kialakítása az 5.32. ábrán megtekinthető.



5.32. ábra: Ph 100 (balra) és Ph 100 MB (jobbra) elmozdulás gátlás kialakítása

Csúcssín nyitás erőszükségletének ellenőrzése

A váltórészek működése szempontjából talán legkritikusabb alkatrészek a csúcssínek. A csúcssín pár véghelyzetbe történő állítása során két erőhatás lép fel egyidejűleg, ezek a váltóállító hajtómű által biztosított tartóerő (F_t), illetve a csúcssín által kifejtett visszamaradó erő (F_v), amely a tartó erő ellen hat. Tekintettel arra, hogy az új konstrukciós csúcssínek nem csúcssín profilból, hanem tömb profilból kerülnek kialakításra - ezzel megváltozva a csúcssín merevsége - így szükségessé válik a csúcssín visszamaradó erejének meghatározása. Az erőviszonyok értelmezéséhez az 5.33. ábra nyújt segítséget.



5.33. ábra: Erőviszonyok alakulása a váltóállítás során

A visszamaradó erő gyakorlatilag a csúcssín nyitásához szükséges erő, amely az állítórudazaton keresztül a zárt csúcssín ellen hat, ismerete a hajtóművek minimális tartóerejének meghatározásához is szükséges. A csúcssínek visszamaradó ereje gyakorlatilag a csúcssín hosszának, keresztmetszetének, illetve a rugalmazó rész hosszának a függvénye.

Az új konstrukció csúcssínjeinek visszamaradó erejének meghatározása a Creo szoftver Simulate végeselem moduljával történt. Mivel a végeselem szoftver nem veszi figyelembe az ívesítésből és megtörésből adódó visszamaradó feszültségeket, így a szimuláció során az egyenes csúcssín modellje került felhasználásra. A szimuláció során a csúcssín rögzítésének helyére fix befogású kényszer került, a csúcssínfül hornyába pedig az állítórúd T-csapjával megegyező konzol, melynek a végén egy mérőcsap került elhelyezésre, így a sínvég elfordulása megengedett a csúcssín nyitásnak megfelelően. Továbbá, erre a mérőcsapra került elhelyezésre a csúcssín nyitásának megfelelő, az állítómű rúdjának vonalában jelentkező 60 mm elmozdulás kényszere. A csúcssín alsó felületére a függőleges irányú elmozdulást megakadályozó kényszer került elhelyezésre. A szimuláció során a súrlódásból származó erők nem kerültek figyelembevételre. Az 5.34. ábra a kényszerezett csúcssín modellt mutatja.



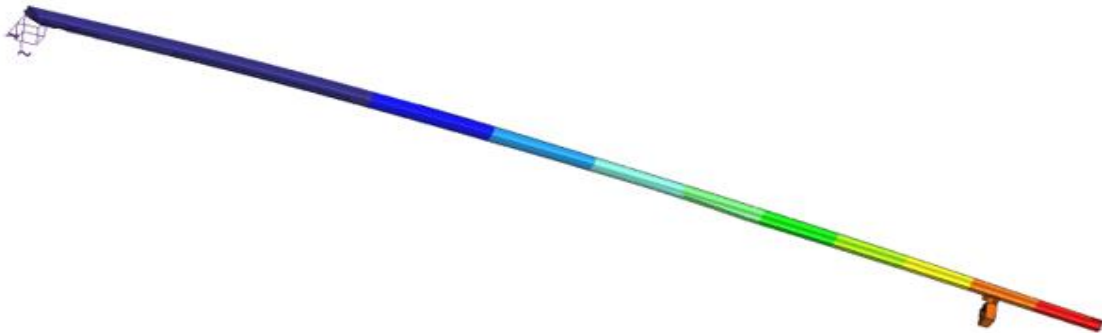
5.34. ábra: Ph 100 MB típusú egyenes csúcssínre elhelyezett kényszerek

A megfelelő szimuláció érdekében definiálásra kerültek a mérőcsap érintkező felületei, illetve elhelyezésre került a visszamaradó erő mérését szolgáló kényszererő (nyitóerő). Következő lépésben a modellek hálózása következett, mely a szoftver alapértelmezett beállításával került elvégzésre. A hálózott csúcssín modellje az 5.35. ábrán tekinthető meg.



5.35. ábra: Ph 100 MB csúcssín hálózott végeselem modellje

A hálózást követően a szimuláció lefuttatásra került, melynek eredményei alapján elmondható, hogy a csúcssín visszamaradó ereje („nyítóerő”) megközelítőleg 323 N. A váltóállító hajtóművek névleges állíróereje 1200 N, így a rögzítőerő 877 Newtonra adódik. Mivel a csúcssínnek végállásban történő rögzítéséhez legalább 600 N erőre van szükség, így a csúcssín kialakítása megfelelő. Az 5.36. ábrán a csúcssín elmozdulások, az 5.37. ábrán pedig a szimuláció eredményei láthatók.



5.36. ábra: Ph 100 MB csúcssín elmozdulások

max_stress_vm:	5.467655e+02	71.4221
max_stress_xx:	-7.658757e+01	64.2799
max_stress_xy:	3.034057e+02	57.1377
max_stress_xz:	-3.529089e+01	49.9955
max_stress_yy:	2.266224e+02	42.8533
max_stress_yz:	1.998308e+02	35.7110
max_stress_zz:	-1.123910e+02	28.5688
min_stress_prin:	-3.548517e+02	21.4266
strain_energy:	9.676722e+03	14.2844
Interfacel_area:	1.800486e+01	7.14221
Interfacel_force:	3.275943e+02	0.00000
nyitoero:	3.230965e+02	

5.37. ábra: Végeselem analízis eredmények

6. Minőségbiztosítás

Egy új konstrukció minőségbiztosítása kiemelten fontos folyamat, melynek alapvető célja az új termék megfelelőségének és megbízhatóságának a biztosítása. A minőségbiztosítási folyamat már az új gyártmány tervezésének korai szakaszában is kiemelt fontossággal bír, mivel az előre meghatározott intézkedések alapvetően befolyásolják a végtermék minőségét.

Az új váltórész konstrukció minőségbiztosításának első lépése a szükséges mennyiségű és minőségű tervelőzmény összegyűjtése. A tervezési specifikációk és feltételek alapján határozzák meg a tervezési folyamatot és nem utolsó sorban a terméket önmagát is. Kötelezően figyelembe kell venni mind a tervezésre és mind az üzemeltetésre vonatkozó hatályos szabványokat, előírásokat és jogszabályokat. A megfelelő terméktervezés elengedhetetlen feltétele, hogy a már meglévő gyártmánnyal kapcsolatban felmerült problémák, vagy egy új gyártmány kapcsán felmerülő belső- és külső igények, illetve minőségi célok meghatározásra kerüljenek, így elégséges információt biztosítva az előzetes tervek, koncepciók elkészítéséhez. Az új konstrukció tervezése esetén meghatározó a tervezési folyamat rugalmasságának mértéke. Ez lehetővé teszi a tervezési folyamat során felmerülő szakértői észrevételek és vélemények, vagy az ügyfél részéről felmerülő javaslatok vagy további igények beépítését a tervekbe. Az új váltórész minőségét szintén alapvetően határozzák meg a termékhez tartozó olyan műszaki dokumentációk, mint gyártási dokumentációk, műszaki leírások, szervizelési és karbantartási utasítások, továbbá a konstrukció minőségét alapvetően befolyásolja a gyártási rendszer. Ez magába foglalja a gyártási folyamat tervezését és dokumentálását, a prototípus gyártását és összeszerelését, illetve mind a gyártási folyamatok, mind pedig a gyártmány rendszeres (munkaközi) és végső minőségellenőrzését, valamint nem utolsó sorban a vállalat minőségirányítási rendszerének megfelelő működtetését. A minőségi termék bevezetésének elengedhetetlen feltétele az új konstrukció belső- és külső szakértői vizsgálata, a tervek verifikálása, illetve a termék szakértői alkalmassági vizsgálata (validálása), továbbá a szükséges üzemeltetési engedélyek és alkalmassági tanúsítványok beszerzése.

Az új gyártmány megfelelő minőségbiztosítási és minőségirányítási folyamatának feltétele a minőségi kockázatelemzés, melynek célja a termék minőségét befolyásoló potenciális tényezők és kockázatok azonosítása, értékelése, hatékony kezelése és monitorozása, illetve a kockázatok előfordulásának csökkentése, vagy lehetőség szerint megelőzése.

A kockázatok megállapításának egy lehetséges módja az Ishikawa diagram alkalmazása. Az Ishikawa diagram (vagy „halszájka” diagram) hatékony eszköze adott kockázatok, problémák, lehetőségek, illetve eredmények kialakulási körülményeinek vizsgálatára. A 6.1. ábrán a gyártmányra vonatkozó, a tervezés szakaszához kapcsolható főbb kockázati csoportok, valamint a csoportokhoz tartozó kockázati tényezők kerültek felsorolásra, Ishikawa diagramon szemléltetve.



6.1. ábra: Ishikawa diagram

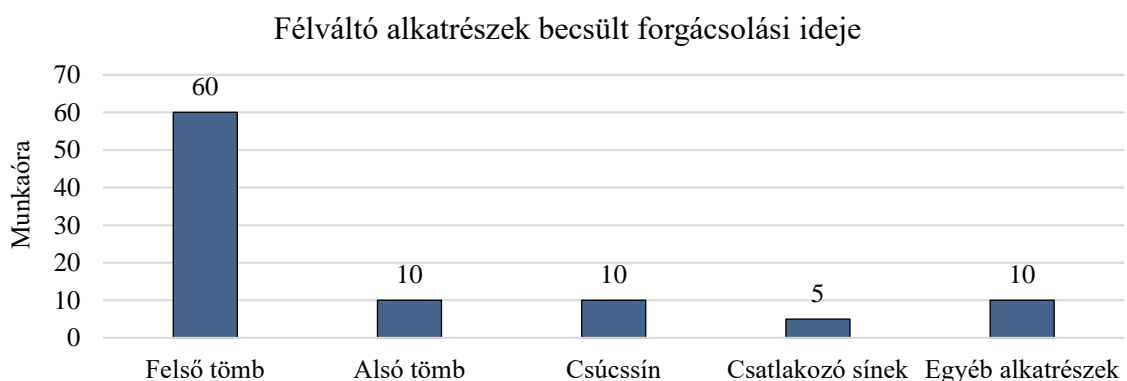
Az Ishikawa diagramban felsorolt kockázati csoportokba tartozó egyes kockázati tényezők hatásának minimalizálása érdekében a vállalati belső, illetve az ügyfél külső tervezési tevékenységre vonatkozó előírásai és irányelvei a meghatározók. Egy új konstrukció kialakítása során a diagramban látható négy jellemző együttesen határozza meg a végső szerkezeti kialakítást. A tervezési folyamat során lényeges szempont, hogy a gyártmány a meghatározott feladatot maradék nélkül, biztonsággal ellássa a hatályos tervezői előírások és szabványok betartása mellett. A gyártmány tervezése során figyelembe kell venni az olyan vállalati adottságokat, mint a rendelkezésre álló eszköz- és szerszámigény, a járatos technológiák és működtetett belső előírások. Szintén fontos szempont az új konstrukció, egy korábbi konstrukcióval való csereszabotossága, illetve meglévő pályába történő adaptálhatósága, vagy az adott üzemelési környezetnek megfelelő élet- és vagyonvédelmi, illetve környezetvédelmi szempontoknak való megfelelés. A gyártmány fenntarthatósága és karbantarthatósága szintén fontos minőségi jellemző, így a tervezés, mint tevékenység ezen szempontok mentén kerül elvégzésre.

7. Gazdasági számítás

Az új gyártmány megfelelő költségbecsléséhez számos tényező figyelembevételre van szükség. A költségek alapvetően két nagy csoportra bonthatók, ezek a gyártmány előállításánál jelentkező gyártási költségek, illetve a gyártmány telepítésével és üzembehelyezésével kapcsolatban felmerülő költségek. A gyártási költségek tovább bonthatók az alapanyagok beszerzése kapcsán felmerülő anyagköltségre, illetve a gyártási folyamat élő- illetve gépi munka költségeire. Az anyagköltséget alapvetően az aktuális nyersanyagárak határozzák meg, míg a gyártási folyamat költségeit elsősorban a gyártmány konstrukciója, a gyártási folyamat hatékonysága, a gyártási technológiák, illetve az alkalmazott berendezések határozzák meg.

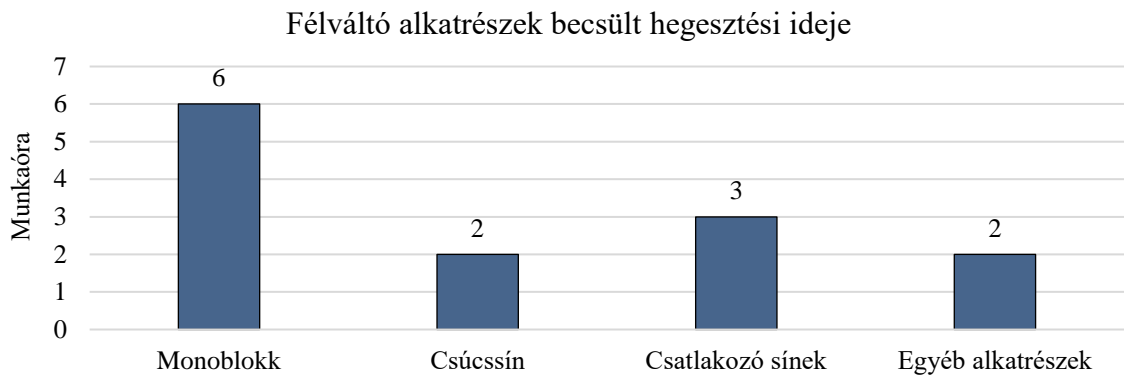
A Ph 100 MB típusú váltórész gyártása kapcsán alapvetően három technológiai folyamatot különböztethetünk meg, ezek a forgácsolás, hegesztés és szerelés, melyekből a gyártmány kialakításából adódóan a forgácsolás folyamata a leghangsúlyosabb. Tekintettel arra, hogy a felépítmény alapját alkotó monoblokkok a közúti vasúti keresztezési tömbök mintájára kerültek kialakításra, így a gyártmányra vonatkozó forgácsolási folyamatok összes ideje a tömbök mintájára került becslésre, a hegesztési- illetve szerelési folyamatok összes ideje az eredeti gyártmány alapján került meghatározásra.

A forgácsolási folyamatok munkaóráinak száma tartalmazza az egyes műveletek gépidejét, valamint a műveletek elvégzéséhez szükséges mellékidőket is. A külső félváltó alkatrész szinten lévő komponenseinek becsült forgácsolási ideje a 7.1. diagramon került ábrázolásra. A diagramon jól látható, hogy a forgácsolási folyamatok szempontjából leginkább időigényes alkatrész a félváltók felső tömbje, melynek becsült forgácsolási ideje közel 60 munkaórát vesz igénybe.



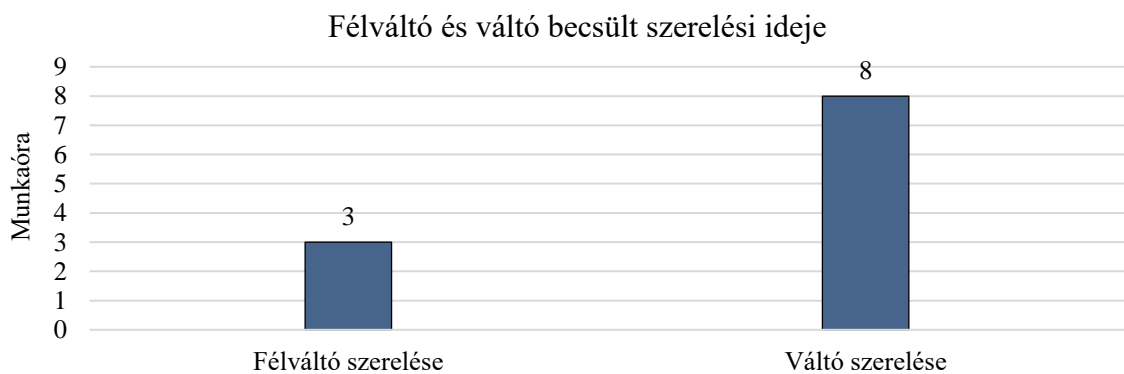
7.1. diagram: Félváltó alkatrészek becsült forgácsolási ideje

A külső félváltó monoblokkjának hegesztési időszükséglete a tömbfelek összehegesztéséből, illetve a monoblokk egyéb alkatrészeinek hegesztéséből tevődik össze. Szintén a hegesztési időt növeli a monoblokk csatlakozósínjeinek, illetve csúcssínjének hegesztéséhez szükséges idő. A hegesztési folyamatok munkaóráinak száma a 7.2. diagramban tekinthető meg.



7.2. diagram: Félváltó alkatrészek becsült hegesztési ideje

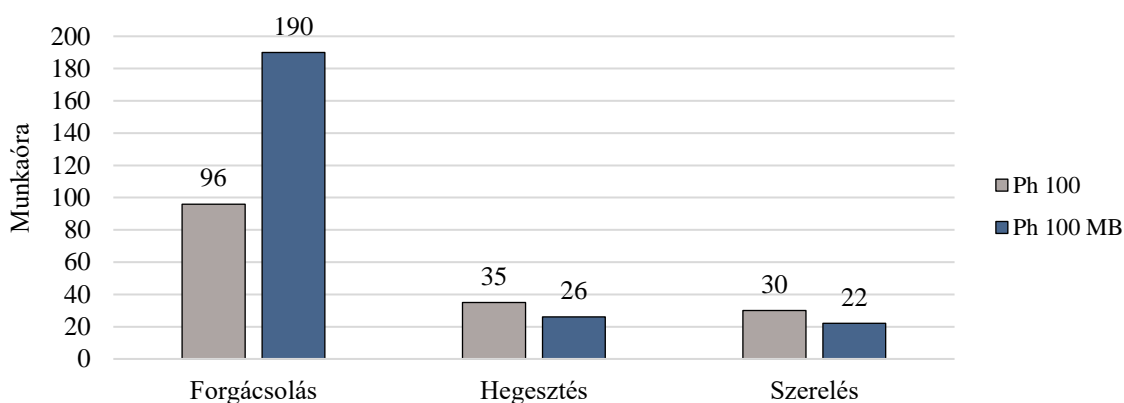
A szerelt külső félváltó szint, illetve a szerelt váltószint becsült szerelési időszükségletének alakulását a 3. diagram mutatja. A szerelési munkafolyamatok közé tartozik félváltó szinten a támtuskók beszerelése, a csúcssín rögzítése és korrózióvédelme, illetve a fedél rögzítése. A váltószint szerelése a szerelt félváltók nyomtávba fektetéséből és a nyomtávtartók beszereléséből áll. A félváltó és váltó szerelési idejének alakulása a 7.3. diagramon látható.



7.3. diagram: Félváltó és váltó becsült szerelési ideje

Az eredeti Ph 100 váltórész konstrukció tényleges, SAP rendszerből kinyert, illetve az áttervezett Ph 100 MB váltórész konstrukció becsült, egyes technológiai folyamatokra vonatkozó munkaóráinak összehasonlítását a 7.4. diagram tartalmazza.

Váltókonstrukció műveleti idők összehasonlítása



7.4. diagram: Váltókonstrukció műveleti idők összehasonlítása

A diagram alapján elmondható, hogy az új konstrukció összességében gyártási időszükséglete közel a kétszerese az eredeti gyártmány összes gyártási idejének. Könnyen belátható, hogy ennek megfelelően a Ph 100 MB típusú váltórész költségvonzata is lényegesen nagyobb, mint az eredeti gyártmány esetében. A tényleges előállítási költség az alapanyagok árából, illetve az adott technológiai folyamatok munkaóráinak és a technológiai folyamatok költséghelyének szorzatából áll össze.

7.1. Eredmények értékelése

Az új konstrukciós kialakítás eredeti gyártmányhoz képest magasabb költsége ellenére elmondható, hogy a Ph 100 MB típusú közúti vasúti váltók élettartama jelentősen magasabb, mint az eredeti váltórész esetében, amely elsősorban a masszívabb, robosztusabb kialakításnak, illetve az alkalmazott anyagminőségnek tudható be. Az új konstrukció előnyei közé sorolható továbbá, hogy könnyebb beépíthetőséget és adaptálhatóságot tesz lehetővé a régi konstrukcióval szemben. Az új váltó szerkezeti kialakításából adódóan bármilyen beépítési módra alkalmas, a vasúti pálya típusától függetlenül. Régi váltórészek cseréje esetén a váltórész eltávolítása után nincs szükség egyéb munkálatokra, az új konstrukció a régi helyére beépíthető. Az új váltórész a közúti vasúti pályákban jelenleg alkalmazott összes váltóállító hajtómű fogadására alkalmas. Az új konstrukció munkaerő igénye lényegesen kisebb, mint a régi gyártmány esetében. Az új gyártmány forgácsolási időszükséglete ugyan lényegesen magasabb, mint az eredeti gyártmány esetében viszont a hegesztés és szerelés során a szakképzett élőmunka igénye jelentősen kevesebb. Az új konstrukció kapcsán szintén elmondható, hogy a szerkezeti kialakításából adódóan a karbantartási, illetve javítási munkaigény lényegesen alacsonyabb az eredeti konstrukcióhoz mérten.

8. Összefoglalás

Diplomadolgozatom témája a VAMAV Vasúti Berendezések Kft. vállalata által gyártott közúti vasúti kitérők Ph 100 típusú váltórészének rekonstrukciós tervezése. A téma bevezetése, illetve a dolgozat célkitűzésének ismertetését követően bemutattam a VAMAV Kft. vállalatának rövid történetét, illetve fő- és kiegészítő tevékenységi köreit. A harmadik, szakirodalmi feldolgozás fejezetben ismertetésre kerültek a témához kapcsolódó, alapvető vasúti ismeretek, különös tekintettel a közúti vasúti kitérők váltórészek típusaira, azok felépítésére és igénybevételeire. Áttekintésre kerültek a közúti vasúti váltórészekben alkalmazott anyagminőségek, illetve a vonatkozó előgyártmányok típusa és azok jellemzői. Áttekintésre kerültek a jellemző forgácsolás- és szereléstechológiák, illetve az eredeti konstrukció gyártása során alkalmazott hegesztéstechológiák. Továbbá, részletesen ismertetésre kerültek a közúti vasúti kitérőkkel kapcsolatos méret és méréstechnikai fogalmak. A negyedik, probléma bemutatás fejezetben ismertettem a jelenlegi gyártmány szerkezeti kialakítását, illetve a gyártmány kapcsán felmerült gyártói- illetve üzemeltetői tapasztalatokat. Az ötödik, rekonstrukciós tervezés fejezetben összegyűjtésre kerültek a rekonstrukciós tervezéshez szükséges alapadatok és tervezési irányelvek, illetve az új gyártmánnyal kapcsolatban megfogalmazott gyártói- és üzemeltetői igények. A fejezet további részében bemutatásra került az új szerkezet alapkonceptiója, illetve kialakításának vázlata. Ismertetésre került az új szerkezet külső félváltójának kialakítása, részletesen bemutatva a felső- és alsó tömbök, a hegesztett monoblokk, a hegesztett íves csúcscsín és szerelt félváltó kialakítását, illetve az új szerelt váltórész konstrukcióját, valamint annak beépítési lehetőségeit. Az új gyártmány belső félváltójának kialakítása a dolgozat 3. mellékletében került részletesen bemutatásra. A fejezet utolsó részében áttekintésre kerültek az új konstrukció ellenőrzésével kapcsolatos észrevételek, valamint részletesen bemutatásra került a váltó működés szempontjából meghatározó, az egyenes csúcscsín visszamaradó erejének (a csúcscsín nyitás erőszükségletének) végeelem analízise. A hatodik fejezetben bemutatásra került az új gyártmányhoz kapcsolódó minőségbiztosítási rendszer, illetve Ishikawa diagramon ábrázolásra kerültek a tervezés kapcsán felmerülő főbb kockázati csoportok és kockázati tényezők, valamint a lehetséges intézkedések. A hetedik gazdasági számítás fejezetében becslésre kerültek az új gyártmányra vonatkozó forgácsolási, szerelési és hegesztési műveleti idők, így arányosítva azt az eredeti konstrukció gyártásával. A Ph 100 MB típusú váltórészhez kapcsolódó beépítési és karbantartási utasítás, valamint az összeállítási rajzok a dolgozat mellékletében kerültek elhelyezésre.

9. Summary

The subject of my thesis is the reconstruction of the Ph 100 type switches for tramway turnouts produced by VAMAV Railway Systems Limited Liability Company. After the introduction of the topic and the objective of the thesis, I presented the short history of VAMAV Ltd. and its main and additional activities. In the third, literature review chapter I presented the basic knowledge of the railways, with particular reference to the types, structures and uses of tramway switches. I reviewed the material grades used for switches and the types and characteristics of the relevant steel products. I reviewed the typical machining and assembly technologies and also the welding technologies used in the manufacture of the original construction. In addition, the basic measurement concepts related to tramway turnouts are described in detail. In the fourth chapter, after the presentation of the experiences of the manufacturer and the customer in connection with the product, I described the structural design of the original switch assembly. In the fifth, reconstruction design chapter, the basic data and design guidelines for the reconstruction process, the manufacturer and customer requirements for the new product were described. I also presented the basic concept and outline design of the new structure. The design of the external half switch of the new structure is described, with details of the upper and lower blocks, the welded monoblock, the welded curved switch rail, the assembled external half switch and the design of the new switch assembly. The design of the internal half switch of the new product is presented in the third appendix of the thesis. In the last part of the chapter, I reviewed the finite element analysis about the opening force of the switch rails. Chapter six presents the quality system for the new product, illustrating the potential risks and providing a detailed overview of the risk factors. In the seventh chapter, I estimated the time for the machining, assembly and welding operations for the new product, compared to the original product. The installation and maintenance instructions and assembly drawings for the Ph 100 MB type tramway switch have been placed in the appendix of the thesis.

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2024. év április hó 10. nap

Korozs Gergő
Hallgató

NYILATKOZAT

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

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: Gödöllő 2024. év április hó 10. nap

Dr. Kovács Anikó

Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

**KONZULTÁCIÓS
NYILATKOZAT**

A Korozs Gergő (név) (hallgató Neptun azonosítója: YX0RA8) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: 2024. év április hó 11. nap

Dr. Kovács Anikó

Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Korozs Gergő
A Hallgató Neptun kódja: YX0RA8
A dolgozat címe: Közúti vasúti kitérők Ph 100 típusú váltórészének rekonstrukciós tervezése
A megjelenés éve: 2024
A tanszék neve: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2024. év április hó 11. nap

Korozs Gergő
Hallgató aláírása

Irodalomjegyzék

- [1] Bagyinszki - Berecz - Dobránszky - Kovács-Coskun - Szabó - Mészáros - Nagyné Halász - Pinke - Szakál - Varga - Agyagtudomány - Egyetemi tananyag - Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem - Óbudai Egyetem - Szent István Egyetem, 2012
- [2] Fenyvessy - Fuchs - Gürtler - Plósz - Műszaki Táblázatok - TCS Media Kft. - Második javított, bővített kiadás - Budapest, 2018
- [3] Fischherz - Dax - Gundelfinger - Haffner - Itschner - Kotsch - Staniczek - Fémtechnológiai táblázatok - B+V kiadó - Budapest, 1997
- [4] Fledrich - Kakuk - Kári-Horváth - Zsidai - Gépgyártástechnológia - Szent István Egyetem - Gépészmérnöki kar - Gödöllő, 2016
- [5] Fledrich - Kári-Horváth - Pataki - Zsidai - Mechanikai technológiák - Szent István Egyetem - Gépészmérnöki kar - Gödöllő, 2017
- [6] Gajári József - Vasútépítéstan III. - Kitérők, vágánykapcsolások és vasúti állomások - Tankönyvkiadó, Budapest, 1972
- [7] Gerlang Tamás - Általános szakmai ismeretek I. - BKV Zrt., Budapest, 2015
- [8] Jánossy - Kári-Horváth - Keresztes - Zsidai - Szereléstechológiák - NSZFI - NS 108 0276 06 004-4 - Budapest, 2008
- [9] Kazinczy László - Közlekedési létesítmények pályaszerkezetei - BME, Budapest, 2004
- [10] Kazinczy László - Települési közlekedés - Városi vasutak - BME, Budapest, 2004
- [11] Kazinczy László - Vasúti Pályák - BME, Budapest, 2004
- [12] Kirchfeld Mária - Műszaki Anyagok - Széchenyi István Egyetem - Győr, 2016
- [13] Közúti vasúti infrastruktúra tervezési irányelvek - Innovációs és Technológiai Minisztérium - Vasúti Hatósági Főosztály Városi Vasúti Infrastruktúra Osztály - VHF/54575-18/2019-ITM - BKV Zrt., Budapest, 2019
- [14] Közúti vasúti pályaépítési és fenntartási műszaki utasítás - P.1.I. kötet - Innovációs és Technológiai Minisztérium - Vasúti Hatósági Főosztály Városi Vasúti Infrastruktúra Osztály - VHF/54575-22/2019-ITM szám alatt - Budapest, 2019

- [15] Kulcsár Tamás - Gépipari technológiai ismeretek, Pannon Egyetemi Kiadó, Veszprém (2012)
- [16] MÁV Vezérigazgatóság - BME Mérnöki Továbbképző Intézet - Biztosítóberendezések üzeme, posztgraduális képzés - A vasúti felépítmény és a biztosítóberendezések kölcsönhatása II. - Kitérők - Közlekedési Dokumentációs Vállalat - Budapest, 1991
- [17] Orbán - Köllő - Gocica - A vasúti sín acélminőség kiválasztási kritériumai a hatályban lévő európai szabványok szerint - Kolozsvári Műszaki Egyetem, 2021
- [18] Stampfer Mihály - Gépipari Technológiák II - Készülékek - Gyártási folyamatok tervezése - Pécsi Tudományegyetem - Pollack Mihály Műszaki Kar - Pollack Kiadó - Pécs, 2008
- [19] Zobory István - Vasúttechnikai kézikönyv - Magyar Államvasutak Zrt., Budapest, 2006
- [20] <http://old.bgk.uni-obuda.hu/ggyt/targyak/seged/bagfa13nnb/03.pdf>
(Megtekintve: 2024.01.27.)
- [21]
http://tervforras.atw.hu/pdf/jegyzet/Vasuti_palyak_2007_BME.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR3uJGqBWIGqWSwOA3c930Virtj6ZPh330HG8J9aB-RvQKILA8okIGd32gU_aem_AcQEB3Umf_YmPUHudXpgW2vVCrXpul8ZYC5tzmy-9EwCGQFaHYuCCm3kWcE7H_GpRn2BlmeY3svSHl5xZqvJabHf
(Megtekintve: 2024.04.17.)
- [22] <http://www.haszonfem.hu/termek-aloldal/accel-termekek/>
(Megtekintve: 2024.01.26.)
- [23] <http://www.mech.uni-miskolc.hu/~paczelt/notes/VEM-ME-jegyzet.pdf>
(Megtekintve: 2024.01.29.)
- [24]
http://www.sze.hu/~hargitai/2015%20Mernoki%20anyagok_Jarmuszerkezeti%20anyagok/Eloadasok/8%20EA%20Szerkezeti_ace1%202015.pdf
(Megtekintve: 2024.01.26.)
- [25] <https://acta.sze.hu/index.php/acta/article/view/535>
(Megtekintve: 2024.01.29.)

[26] <https://docplayer.hu/110610344-Kozlekedestervezes-bmceouvai43-11-eloadas-kozuti-vasutak-tervezese-megallohelyek-vegallomasok.html>

(Megtekintve: 2023.11.20.)

[27] <https://docplayer.hu/17108203-5-2-sinek-1-a-sinek-feladatai-2-a-sinek-kialakulasa-es-fejlolese-3-a-sinek-anyaga-4-a-sinek-gyartasa-5-napjainkban-hasznalatos-sinszelvenyek.html>

(Megtekintve: 2024.01.27.)

[28] https://docplayer.hu/21342047-Megmukalasi-technologiak-ngb_aj003_2-forgacsolasi-eljarasok.html

(Megtekintve: 2024.01.28.)

[29]

[https://encrypted-](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRgJj1JnqIk1Z75ru3E3fZ1NiIxVnVomOhhqqERp)

[tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRgJj1JnqIk1Z75ru3E3fZ1NiIxVnVomOhhqqERp](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRgJj1JnqIk1Z75ru3E3fZ1NiIxVnVomOhhqqERp)
[un6MQ&s](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRgJj1JnqIk1Z75ru3E3fZ1NiIxVnVomOhhqqERp)

(Megtekintve: 2024.03.31.)

[30] <https://intapi.sciendo.com/pdf/10.37705/TechTrans/e2021015>

(Megtekintve: 2024.04.20.)

[31] <https://kzn.pl/wp-content/uploads/2016/03/trams.pdf>

(Megtekintve:2024.04.20.)

[32] https://m-t.hu/wp-content/uploads/2020/03/szerkezeti_anyagok.pdf

(Megtekintve: 2024.03.19.)

[33]

oktat.uw.hu/munka/szallit/technika/2_vasutTech.pdf?fbclid=IwAR0VFfHKWZ5D8un2gPr
[ydPpTWOBnBOQIXTYom0kxVwjzehyZpOBhim3HE9s](https://oktat.uw.hu/munka/szallit/technika/2_vasutTech.pdf?fbclid=IwAR0VFfHKWZ5D8un2gPr)

(Megtekintve: 2024.01.25.)

[34] <https://perkor.hu/nagy-kopasallosagu-acekok-anyagismerete>

(Megtekintve: 2024.01.26.)

[35] <https://pstroj.cz/vyrobky-a-sluzby/switches/tramway-block-switches/?lang=en>

(Megtekintve: 2024.04.23.)

[36] <https://syrius.hu/hegesztesi-alapismeretek/>

(Megtekintve: 2024.01.29.)

[37]

<https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fhegesztes.ktk.bme.hu%2Fold%2Fszakmai%2Fthermit.doc&wdOrigin=BROWSELINK>

(Megtekintve: 2024.01.29.)

[38] [https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-C13-](https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-C13-8620f9e60cbfd1c3ac9e0bf55ba3770c/pdf/GOVPUB-C13-8620f9e60cbfd1c3ac9e0bf55ba3770c.pdf)

[8620f9e60cbfd1c3ac9e0bf55ba3770c/pdf/GOVPUB-C13-8620f9e60cbfd1c3ac9e0bf55ba3770c.pdf](https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-C13-8620f9e60cbfd1c3ac9e0bf55ba3770c/pdf/GOVPUB-C13-8620f9e60cbfd1c3ac9e0bf55ba3770c.pdf)

(Megtekintve: 2024.04.20.)

[39] https://www.ksh.hu/stadat_files/mun/hu/mun0159.html

(Megtekintve: 2024.03.31.)

[40] [https://www.mtladv.com/wp-content/uploads/2016/01/168_HARDOX_450_UK_Data-](https://www.mtladv.com/wp-content/uploads/2016/01/168_HARDOX_450_UK_Data-Sheet.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR35es_jbMORb7z5td4m6DpJ9j5_q8ph18kMLuZUiKGmYjXLJR9XAE9JDG8_aem_AYaSUE8sIFCztqubd3COABZU5n0V3h1q0-mB2p8YPU34b8wo_bihNedLuzxkW0h4-Zz5XZwUj3THhgWKzO1pWU48)

[Sheet.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR35es_jbMORb7z5td4m6DpJ9j5_q8ph18kMLuZUiKGmYjXLJR9XAE9JDG8_aem_AYaSUE8sIFCztqubd3COABZU5n0V3h1q0-mB2p8YPU34b8wo_bihNedLuzxkW0h4-Zz5XZwUj3THhgWKzO1pWU48](https://www.mtladv.com/wp-content/uploads/2016/01/168_HARDOX_450_UK_Data-Sheet.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR35es_jbMORb7z5td4m6DpJ9j5_q8ph18kMLuZUiKGmYjXLJR9XAE9JDG8_aem_AYaSUE8sIFCztqubd3COABZU5n0V3h1q0-mB2p8YPU34b8wo_bihNedLuzxkW0h4-Zz5XZwUj3THhgWKzO1pWU48)

(Megtekintve: 2024.04.15.)

[41]

https://www.researchgate.net/publication/258391594_A_Robust_Finite_Element_Analysis_of_the_Rail-Wheel_Rolling_Contact

(Megtekintve: 2024.04.18.)

[42] <https://www.sinekvilaga.hu/nagyvasuti-sinek-gyartasa-3.-resz-korszaru-sinminosegek-eloallitanak?index=1>

(Megtekintve: 2024.01.26.)

[43]

[https://www.trackopedia.com/en/encyclopedia/infrastructure/superstructure/rails/rolling-](https://www.trackopedia.com/en/encyclopedia/infrastructure/superstructure/rails/rolling-marks?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR3StH6qfWr-VuWttFO5-zU7UbV2LeRYAkX9ECeTQcuhv26I3JRCwReqVGc_aem_AYbjfSMi1_LjWmB_mBe8263r6q3BkAm8aGQDwRbbly_qjP1zkuk1i-6pSUE-YZ8Cuq40oSRdHcmKRQIEzl0tJo3J)

[marks?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR3StH6qfWr-VuWttFO5-zU7UbV2LeRYAkX9ECeTQcuhv26I3JRCwReqVGc_aem_AYbjfSMi1_LjWmB_mBe8263r6q3BkAm8aGQDwRbbly_qjP1zkuk1i-6pSUE-YZ8Cuq40oSRdHcmKRQIEzl0tJo3J](https://www.trackopedia.com/en/encyclopedia/infrastructure/superstructure/rails/rolling-marks?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR3StH6qfWr-VuWttFO5-zU7UbV2LeRYAkX9ECeTQcuhv26I3JRCwReqVGc_aem_AYbjfSMi1_LjWmB_mBe8263r6q3BkAm8aGQDwRbbly_qjP1zkuk1i-6pSUE-YZ8Cuq40oSRdHcmKRQIEzl0tJo3J)

(Megtekintve: 2024.04.15.)

[44] <https://www.vamav.hu/termekek/phoenix-kiterok-atszelesek>
(Megtekintve: 2024.01.15.)

[45] <https://www.vamav.hu/vallalat/cegtortenet>
(Megtekintve: 2023.11.19.)

[46] <https://www.vamav.hu/vallalat/rolunk>
(Megtekintve: 2023.11.17.)

[47]
<https://www.voestalpine.com/railway-systems/en/products/monoblock-switch-assemblies/>
(Megtekintve: 2024.03.31.)

[48]
https://www.voestalpine.com/stahl/en/Brands/durostat-R?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR3ksPrimKAAW2YcPri82gadiY5hY CZ7i4LpFuOdbmf28sHqpbz4hE7PbZ0_aem_AYZpIPPaqZ6wyfwnxHCJtJOHWY8i1Do9Ub835lhJjixaPPDM3WWSxAkOFXeLMW0xqUQf3Nxp7y9WtuUICWMqq5F
(Megtekintve: 2024.04.15.)

Mellékletjegyzék

1. melléklet: Sínacél minőségek [17]
2. melléklet: A cseh Pražská strojírna a. s. vállalat monoblokk váltójának kialakítása [35]
3. melléklet: Ph 100 MB belső félváltó felépítésének bemutatása
4. melléklet: Ph 100 MB beépítési és karbantartási utasítás
5. melléklet: Ph 100 MB szerelt váltó rajz
6. melléklet: Ph 100 MB szerelt külső félváltó rajz
7. melléklet: Ph 100 MB hegesztett külső monoblokk rajz
8. melléklet: Ph 100 MB hegesztett íves csúcscsín rajz
9. melléklet: Ph 100 MB szerelt belső félváltó rajz
10. melléklet: Ph 100 MB hegesztett belső monoblokk rajz
11. melléklet: Ph 100 MB hegesztett egyenes csúcscsín rajz

Mellékletek

1. melléklet: Sínacél minőségek [17]

Megnevezés	HBW keménység	Leírás	Törésállóság min. átlag értéke $\left[\frac{\text{MPa}}{\text{m}^2} \right]$	Jelölés	Szakítószilárdság min. értéke [MPa]	Nyúlás min. értéke [%]
R200	200 - 240	Nem ötvözött Kezelt	35	Nincs	680	14
R220	220 - 260	Nem ötvözött Kezelt	35	—	770	12
R260	260 - 300	Nem ötvözött Kezelt	29	==	880	10
R260Mn	260 - 300	Nem ötvözött Kezelt	29	===	880	10
R320Cr	320 - 360	Ötvözött Nem kezelt	26	====	1080	9
R350HT	350 - 390	Nem ötvözött Hőkezelt	32	== —	1175	9
R350LHT	350 - 390	Nem ötvözött Hőkezelt	29	== —	1175	9
R370CrHT	370 - 410	Ötvözött Hőkezelt	29	== —	1280	9
R400HT	400 - 440	Nem ötvözött Hőkezelt	29	== —	1280	9

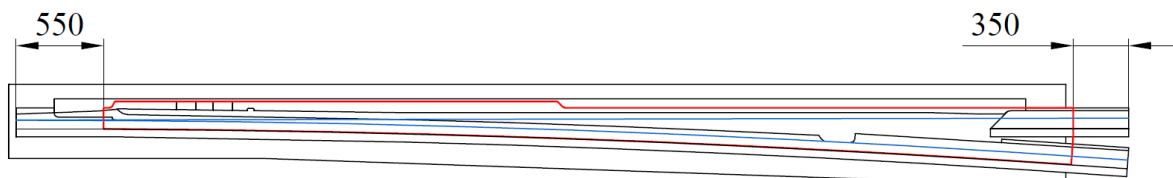
2. melléklet: A cseh Pražská strojírna a. s. vállalat monoblokk váltójának kialakítása [35]



3. melléklet: Ph 100 MB belső félváltó felépítésének bemutatása

Belső félváltó felső tömb

A külső monoblokkhoz hasonlóan a belső monoblokk is két tömbből került kialakításra. A belső félváltó felső tömbjének anyagminősége és magassága megegyezik a külső félváltó felső tömbjével, csak a geometriai kialakításban van eltérés. Az 5.38. ábrán feketével látható a régi konstrukció körvonala, illetve kézzel jelölve a futóélek, pirossal pedig az új gyártmány felső tömbjének körvonala. A későbbi hegesztés miatt a felső tömb alsó élei 5x45 fokban lemunkálásra kerülnek. Az 5.39. ábrán a belső félváltó felső tömbjének forgácsolás előtti állapotú előgyártmánya látható.



5.38. ábra: Belső félváltó felső tömbjének kontúrja



5.39. ábra: Belső félváltó felső tömbjének előgyártmánya

A felső tömb megfelelő futófelületeinek kialakításához a vályús sínprofilnak megfelelő, a keresztelési tömb csatornák mintájára 40 mm széles csatornák, illetve az 59Ri2 sínprofilnak megfelelő sínfej geometria került kialakításra az 5.38. ábrán kézzel jelölt futóélek mentén. Az 5.40. ábrán a belső félváltó felső tömbjén kialakított csatornák láthatók.



5.40. ábra: Belső félváltó felső tömb csatornákkal

A csúcssín rögzítésének kialakítása kisebb változtatásokkal lényegében megegyezik a külső félváltó konstrukciós megoldásával. Következő lépésben a csúcssín behelyezéséhez, illetve a végállások közötti mozgásához szükséges férőhely kerül kialakításra, illetve kialakításra kerül a teherátadó felület. Az 5.41. ábrán a csúcssín férőhelyek kialakítása látható.



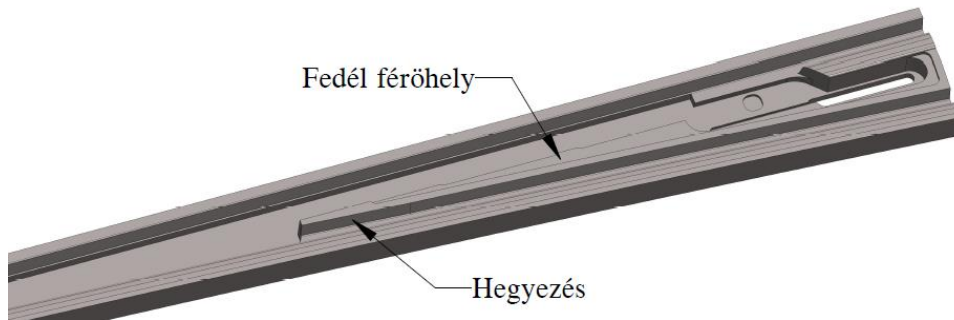
5.41. ábra: Belső félváltó felső tömb csúcssín férőhelyek

A belső félváltó csúcssín rögzítése és elmozdulás gátlása a külső félváltó kialakítása során ismertetett megoldással megegyezik. A belső félváltó felső tömbjének csúcssín rögzítése, illetve az elmozdulás gátlás kialakítása az 5.42. ábrán látható.



5.42. ábra: Belső félváltó csúcssín rögzítésének és elmozdulás gátlásának kialakítása

Következő lépésben került kialakításra a felső tömb csúcsrészének hegyezése, továbbá kialakításra került a fedél férőhelye, melyek kialakítása az 5.43. ábrán látható.



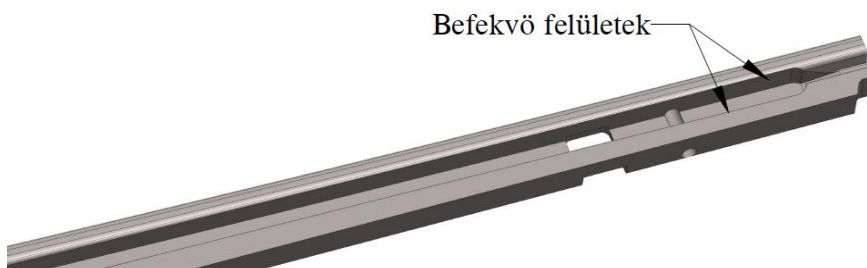
5.43. ábra: Belső félváltó felső tömb kihegyezett csúcsrésze

A váltóállítómű állító rudjának kibontása, illetve az ellenőrzőrúd csatlakozásának furata az eredeti konstrukciónak megfelelő helyen került kialakításra, így lehetővé téve a már meglévő váltóállítómű bekötését. Az állítórúd bekötéséhez kialakított kibontás egyben az első vízelvezetés funkcióját is ellátja. Az 5.44. ábrán az állítómű bekötésének kibontásai láthatók.



5.44. ábra: Belső oldali felső tömb állítómű bekötés kibontások

A felső tömb oldalfelületén kialakításra kerültek a csúcssín simulásához szükséges befekvő felületek, amelyek biztosítják a zárt vagy nyitott véghelyzetben lévő csúcssín megfelelő befekvését. Az 5.45. ábrán a felső tömb oldalfelületein kialakított befekvő felületek láthatók.



5.45. ábra: Belső félváltó felső tömbjének befekvő felületei

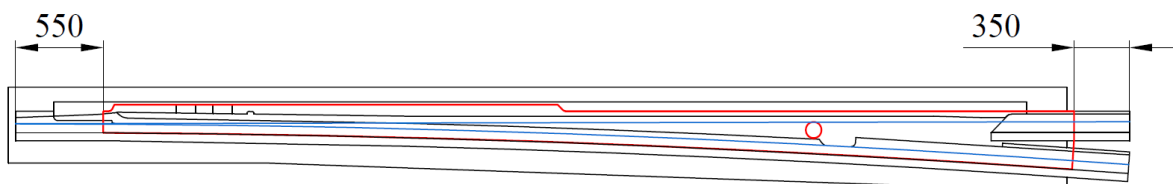
Utolsó lépésként kialakításra kerültek a véghelyzetben lévő csúcshín megtámasztását szolgáló támtuskók felfogatásának furatai. Továbbá, kialakításra került a felső tömb vízvezetését biztosító vízvezető hornya, illetve tisztító rámpák. A felső tömbön elhelyezett furatok, illetve a vízvezető hornyok és tisztító rámpák kialakítása az 5.46. ábrán látható.



5.46. ábra: Belső félváltó felső tömbjének támtuskó furatai, vízvezető hornya és tisztító rámpája

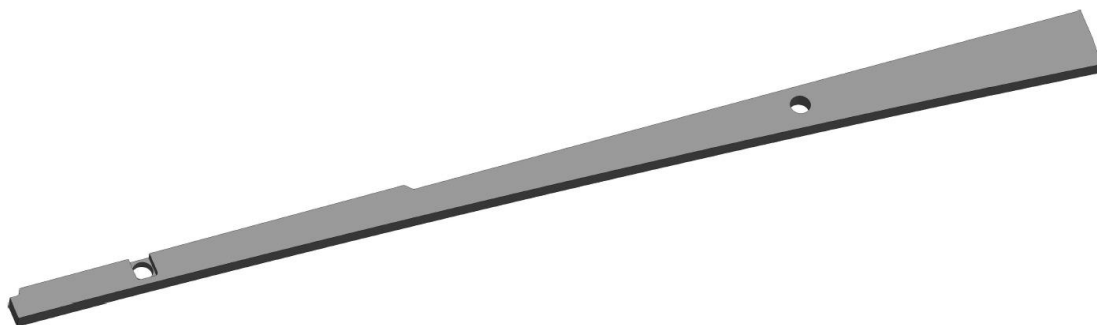
Belső félváltó alsó tömb

Az 5.47. ábrán feketével látható a régi konstrukció belső félváltójának körvonala, illetve kézzel jelölve a futóélek, pirossal pedig az új gyártmány alsó tömbjének körvonala. A felső- és alsó tömbök kontúrja megegyezik. A belső félváltó alsó tömbjének anyagminősége és magassága megegyezik a külső félváltó felső tömbjével, csak a geometriai kialakításban van eltérés.



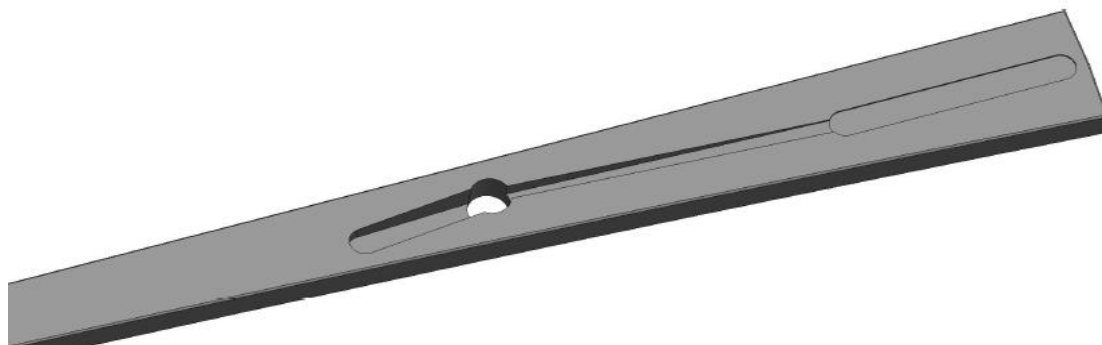
5.47. ábra: Belső félváltó alsó tömbjének kontúrja

Az alsó tömbön került kialakításra az eredeti konstrukció vízvezetésével megegyező hátsó, illetve az új konstrukció felső tömbjének kialakításának megfelelő első vízvezetés furata, továbbá az állítórúd helyzetének megfelelő, a felső tömb kibontásának helyzetével megegyező kibontás, közvetlenül az első vízvezető furata felett, ezzel biztosítva a felső tömb első vízvezetését. Az 5.48. ábrán a belső félváltó alsó tömbjének első és hátsó vízvezető furatai, illetve a felső tömbnek megfelelő állítórúd kibontás látható.



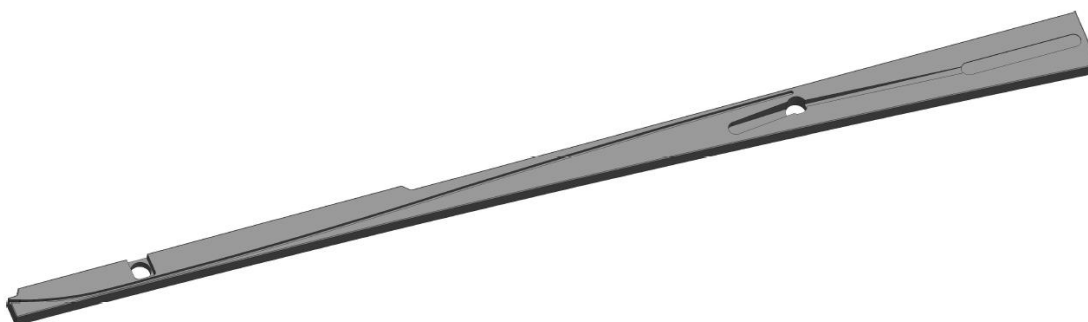
5.48. ábra: Belső fűlváltó alsó tömbjének vízelvezető furatai és állítórúd kibontása

A hátsó vízelvezetés úgy került kialakításra, hogy az közvetlenül kapcsolódik a felső tömb csúcssín férőhelyének, illetve a csúcssín rögzítés helyének vízelvezetésével, ezzel biztosítva a működés szempontjából kritikus helyek állandó vízmentességét. Az 5.49. ábra a belső fűlváltó alsó tömb hátsó vízelvezetésének kialakítását mutatja.



5.49. ábra: Belső fűlváltó alsó tömb hátsó vízelvezetésének kialakítása

A fűlváltó téli üzemének fagymentessége csak váltófűtés alkalmazásával biztosítható. A váltófűtés doboza a monoblokk elejére kerül rögzítésre, melyhez a váltófűtést biztosító fűtőbetétek kapcsolódnak. A váltófűtés az új konstrukció esetében az eredeti konstrukcióban alkalmazott fűtőbetétek alkalmazásával megoldott. A fűtőbetét monoblokkban történő elhelyezéséhez szükséges horony szintén az alsó tömbben került kialakításra. Az 5.50. ábrán a belső fűlváltó alsó tömbjének kialakítása látható.



5.50. ábra: Belső fűlváltó alsó tömbjének kialakítása

Hegesztett külső monoblokk

A belső félváltó hegesztett monoblokkja az alsó- és felső féltömbök illesztésével, majd teljes területük mentén történő összehegesztésével (egyszerű V-varrat alkalmazásával) került kialakításra. Az 5.51. ábra a belső félváltó hegesztett monoblokkját ábrázolja.



5.51. ábra: Belső félváltó hegesztett monoblokkja

A hegesztett monoblokkra félváltónként három, javítóhegesztéshez alkalmazott sínvég kialakítású csatlakozósín került felhegesztésre, így lehetővé téve a félváltók beépítési helynek megfelelő egyszerű adaptálhatóságát. Az eredeti konstrukcióhoz képest az első csatlakozósín 200 mm-rel hosszabbított a fűtésdoboz elhelyezése miatt, ezzel egyszerűsítve az első csatlakozósín vasúti pályába hegeszthetőségét. Az 5.52. ábrán csatlakozó sínekkel felhegesztett belső monoblokk látható.



5.52. ábra: Belső monoblokk hegesztett csatlakozósínekkel

Szintén a monoblokkra került felhegesztésre a fűtőbetét befűzését segítő fűtés-cső csomagtartó. Továbbá felhegesztésre kerültek a nyomtávtartó konzolok, amelyek a nyomtávtartó rudak megfelelő rögzítésére szolgálnak, valamint az alsó tömb vízelvezető nyílásába kerülnek behegesztésre a vízelvezető csomagtartók, amelyek lehetővé teszik a monoblokkok vízelvezető aknába történő csatlakozását. Az 5.53. ábrán a monoblokkra hegesztett vízcső csomagtartó, nyomtávtartó konzol, és fűtés-cső csomagtartó látható. A hegesztett belső monoblokk rajza a 10. mellékletben megtekinthető.



5.53. ábra: Belső monoblokkra hegesztett vízcső csomak, nyomtávtartó konzol és fűtésű csomak

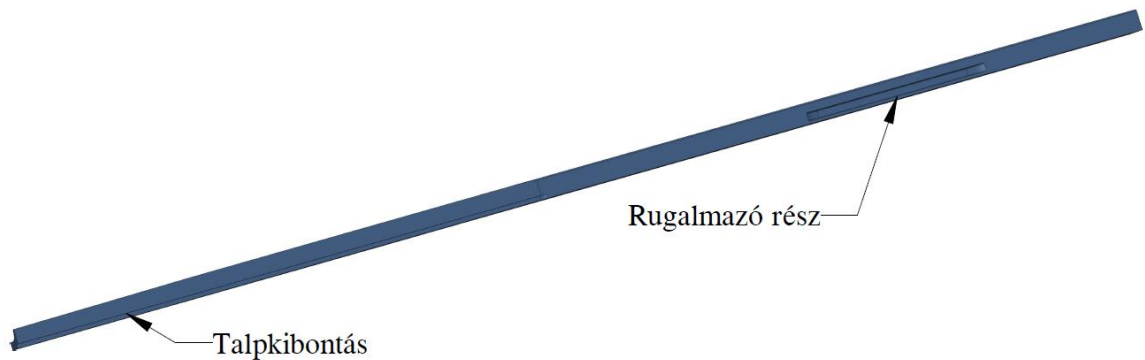
Hegesztett egyenes csúcssín

Az egyenes csúcssín az íves csúcssínhez hasonlóan tömbanyagból, forgácsolással kerül kialakításra. A csúcssín hossza az eredeti gyártmányhoz képest némiképpen módosul, alkalmazkodva a felső tömb méreteihez. Első lépésként a végső csúcssín-szélesség, illetve az 59Ri2 csúcssínprofilnak megfelelő profilfelület került kialakításra, majd a csúcssín megfelelő felsőzése és hegyezése készült el. Az 5.54. ábrán az egyenes csúcssín hegyezett, felsőzött és profilozott felületei láthatók.



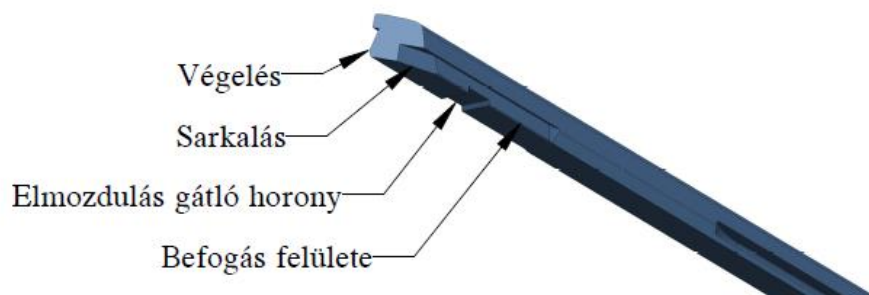
5.54. ábra: Egyenes csúcssín hegyezett, felsőzött és profilozott felületei

Szintén üzemeltetői tapasztalatok alapján került kialakításra a talprész kibontása, amely segíti a szennyeződések berakódása okozta végállás problémákat elkerülését. Kiemelkedő szerepe van a csúcssín két oldalán kimunkált rugalmazó részének is, amelyek szerepe, hogy a csúcssín keresztmetszetet lecsökkentve növelik a sínszál rugalmasságát, így biztosítva a megfelelő befekvést (simulást) adott véghelyzetben. Az 5.55. ábrán a csúcssín talpkibontása és egyik oldali rugalmazó része látható.



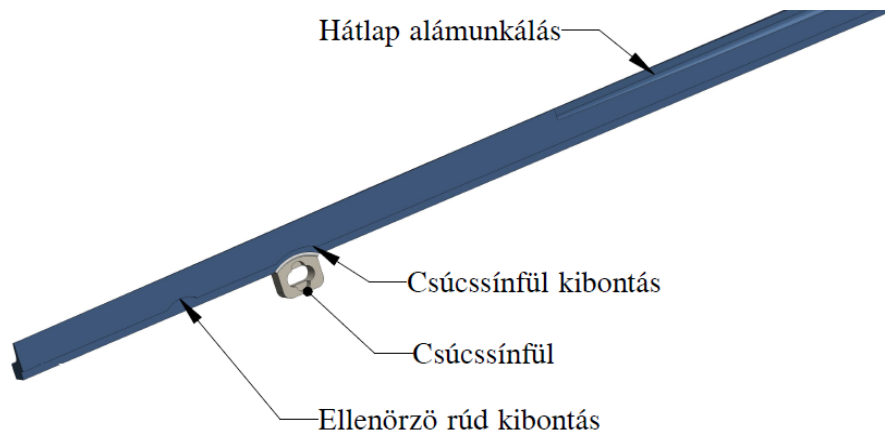
5.55. ábra: Egyenes csúcssín talpkibontása és rugalmazó része

A csúcssín megfelelő rögzítésének érdekében az eredeti konstrukciós kialakításhoz hasonló ékes szorítás kerül alkalmazásra. A csúcssínt tömb oldalról egy 1:6 lejtésű felület, leszorítás oldalról pedig szintén 1:6 dőlésű szorító ékes elem rögzíti. A csúcssín vágánytengely irányú elmozdulásának megakadályozásáról a csúcssín aljára készített horonyba ékelődő elmozdulás gátló gondoskodik. A csúcssín a tömbhöz az eredeti konstrukcióval megegyező 45 fokos végeléssel kapcsolódik. A csúcssín megfelelő befekvése érdekében egy 40 x 40 mm méretű letörés, sarkalás került a csúcssín végére. Az 5.56. ábra az egyenes csúcssín csatlakozó részének kialakítását mutatja.



5.56. ábra: Egyenes csúcssín csatlakozó rész kialakítása

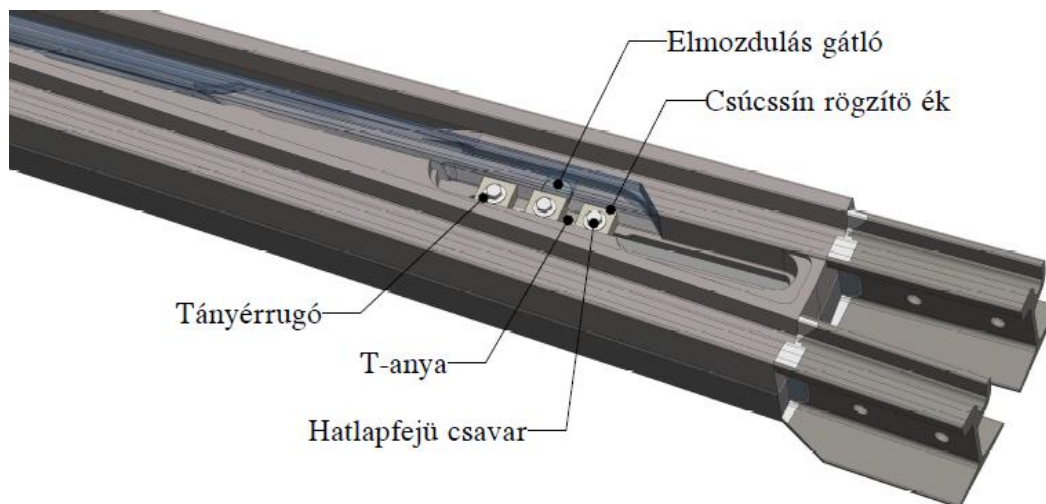
A váltóállítómű bekötésének biztosítása érdekében csúcssínfül alkalmazása szükséges, amely kibontásának helyét az eredeti gyártmány állítórúd helyzete adja. A csúcssínfül hegesztéssel kerül rögzítésre a csúcssín talprészére készített kibontásba. A csúcssín nyitott állapotában a járműkerék áthaladásához szükséges csatornaszélesség biztosításához a csúcssín hátlapjának alámunkálása szükséges. Az 5.57. ábrán a csúcssínfül és ellenőrző rúd kibontása, illetve a hegesztett csúcssínfül és a hátlap alámunkálás látható. A hegesztett egyenes csúcssín rajza a 11. mellékletben megtekinthető.



5.57. ábra: Egyenes csúcssín hegesztett csúcssínfül és hátlap alámunkálás

Szerelt belső félváltó

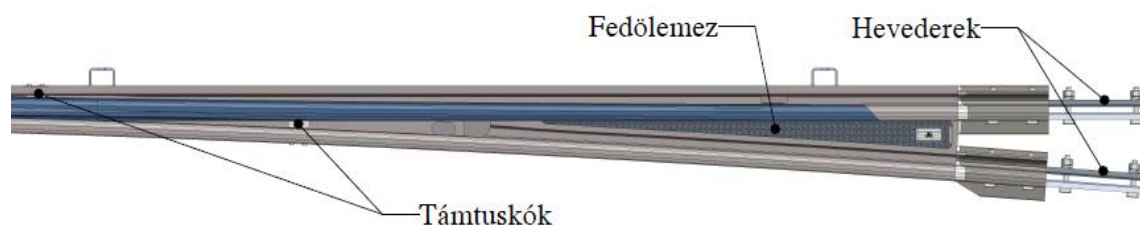
A szerelt belső félváltó csúcssín rögzítése és elmozdulás gátlása megegyezik a külső félváltó csúcssín rögzítésének módjával. Az rögzítő ékeket elemenként egy darab M16 x 55 méretű hatlapfejű csavar rögzíti a T-anyához. A csavarok lelazulás elleni védelme tányérrugók alkalmazásával került biztosításra. Az 5.58. ábra a belső félváltó csúcssín rögzítését és elmozdulás gátlását mutatja.



5.58. ábra: Egyenes csúcssín csatlakozó rész kialakítása

A csúcssín rögzítés védelmét lencsemintás lemezből készült csúszásgátló fedőlemez látja el, amely a csúcssín beszerelését és a rögzítés érintkező felületeinek korrózió elleni kezelését követően kerül elhelyezésre és lehegesztésre. Szintén a szerelt félváltó szinten kerülnek behelyezésre a csúcssínt nyitott- és zárt végállásban megtámasztó támtuskók.

Szintén félváltó szinten kerülnek elhelyezésre a félváltó elején és végén a hevederek, amelyek biztosítják a vasúti pályába való ideiglenes rögzítést, a félváltó végleges behegesztéséig. Az 5.59. ábra szerelt belső félváltót ábrázol. A szerelt belső félváltó rajza a 9. mellékletben megtekinthető.



5.59. ábra: Szerelt belső félváltó

4. melléklet: Ph 100 MB beépítési és karbantartási utasítás

Beépítés

A Ph 100 MB monoblokk típusú váltórész beépítését a hatályos váltó alaprajz szerint kell elvégezni. A váltórész beépítését a vonatkozó dokumentációk alapján kell elvégezni. A váltórész rugalmasan beágyazható, így a különböző megrendelői igényeknek megfelelően alkalmazható a legtöbb felépítmény típus kialakításához. Keresztaljakra történő lekötés esetén a beépítést a vonatkozó dokumentáció alapján kell elvégezni. A kiadott dokumentáció tartalmazza a váltó alaprajzát, az előírt nyomtávolságokat, valamint a beépítéshez szükséges anyagok megnevezését és mennyiségét. Ebben az esetben a váltóbeépítéséhez lefogató fülek és alátétlemezek alkalmazása szükséges.

A váltórész lekötésénél a két félváltót nyomtáv mérővel és derékszöggel nyomtávra és derékszögre kell beállítani, majd rögzíteni kell a váltó elejét és végét. Ellenőrizni kell a méreteket és megfelelőség esetén a váltót le kell kötni nyomtávra. A nyomtávolságokat állítható nyomtáv tartó rudakkal kell beállítani. A váltórész lekötését követően el kell helyezni és be kell szabályozni a váltóállító szerkezetet és be kell állítani az előírt csúcshín nyitást. Amennyiben váltófűtés kerül kialakításra, úgy a váltó beépítése előtt el kell helyezni a fűtőbetéteket a monoblokkokban erre a célra kialakított horonyba, majd a váltó lekötése után, a fűtésdobozok felszerelését követően csatlakoztatni kell a fűtőbetéteket.

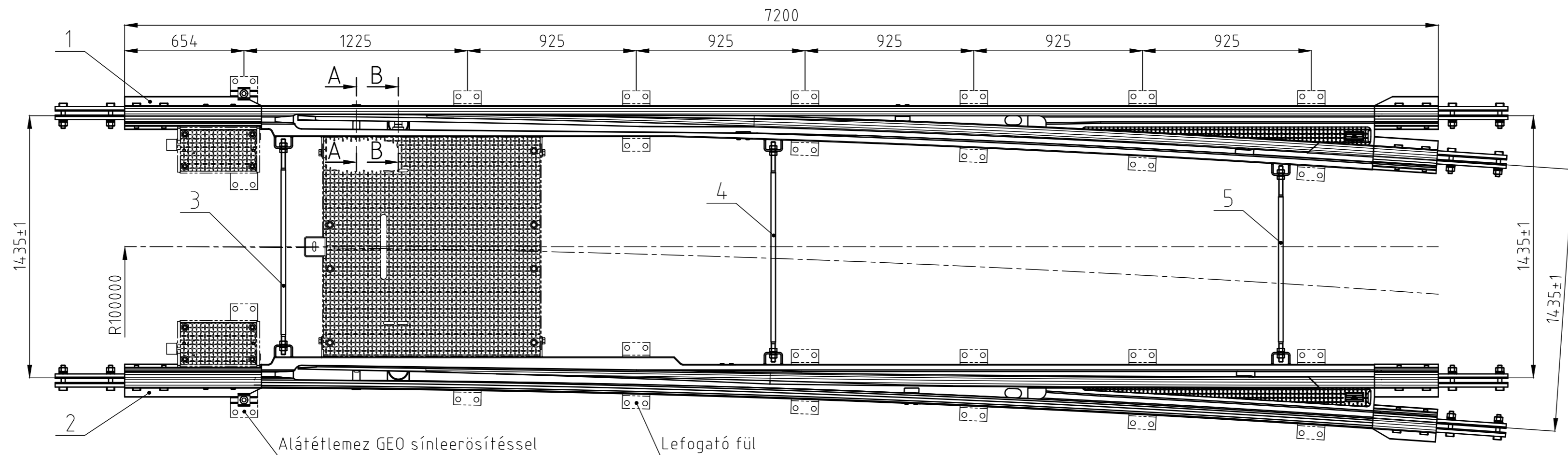
Karbantartás

A beépített Ph 100 MB monoblokk típusú váltórész karbantartását a hatályos közúti vasúti fenntartási utasításokban leírtaknak megfelelően kell végezni.

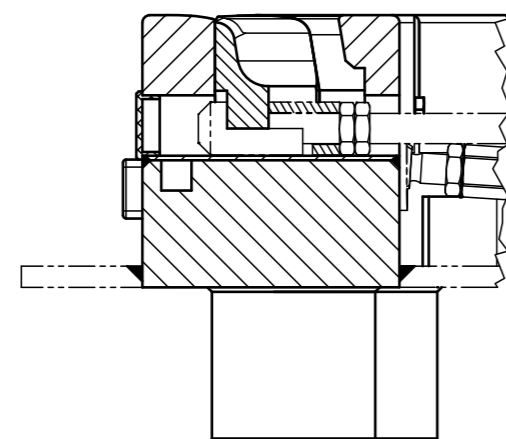
A BKV Zrt. hálózatán az alábbi utasítások alapján kell a felügyeletet és karbantartást ellátni:

- Közúti vasúti pályaépítési és fenntartási műszaki adatok és előírások
- Villamos vágányhálózat vonalgonozó és váltólakatos kézikönyv
- Műszaki utasítás a közúti vasúti kitérők váltórészeinek, illetve váltóállító szerkezeteinek felügyelet- és karbantartás végrehajtásához
- Műszaki utasítás a közúti vasúti kitérők váltótisztításának végrehajtásához

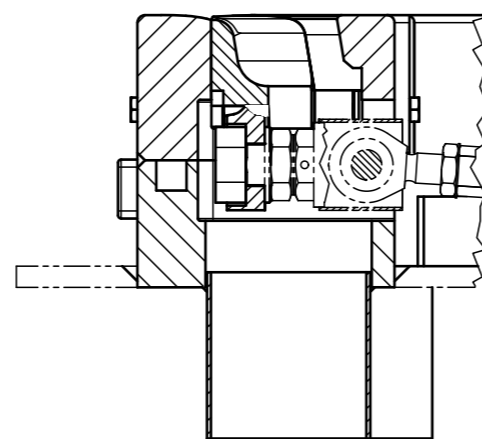
Egyéb helyeken a Közúti vasúti pályaépítési és fenntartási műszaki adatok vonatkozó fejezetei, valamint a helyi előírások alapján kell a felügyeletet és karbantartást elvégezni.



○ A-A
M1:5



○ B-B
M1:5

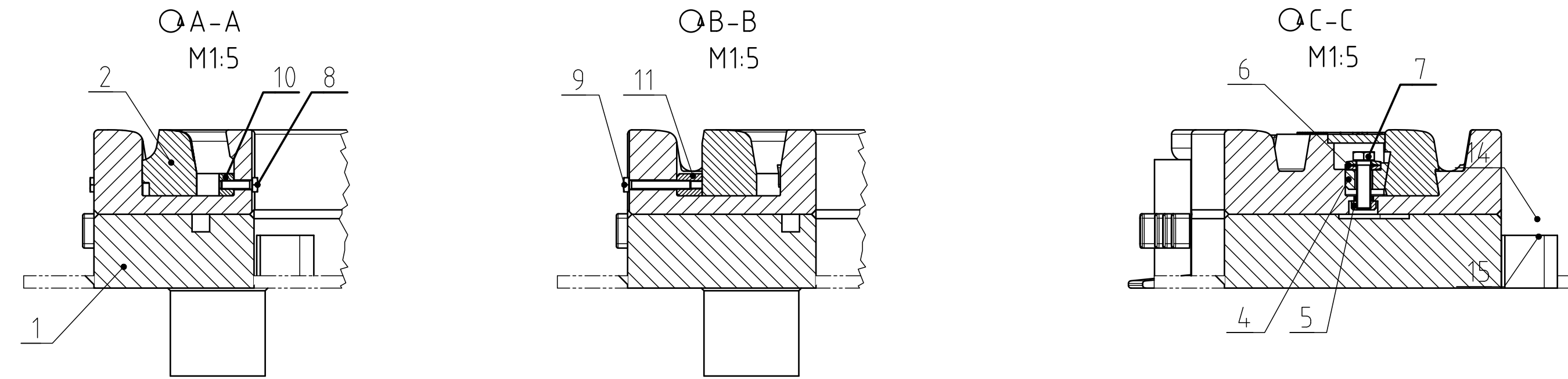
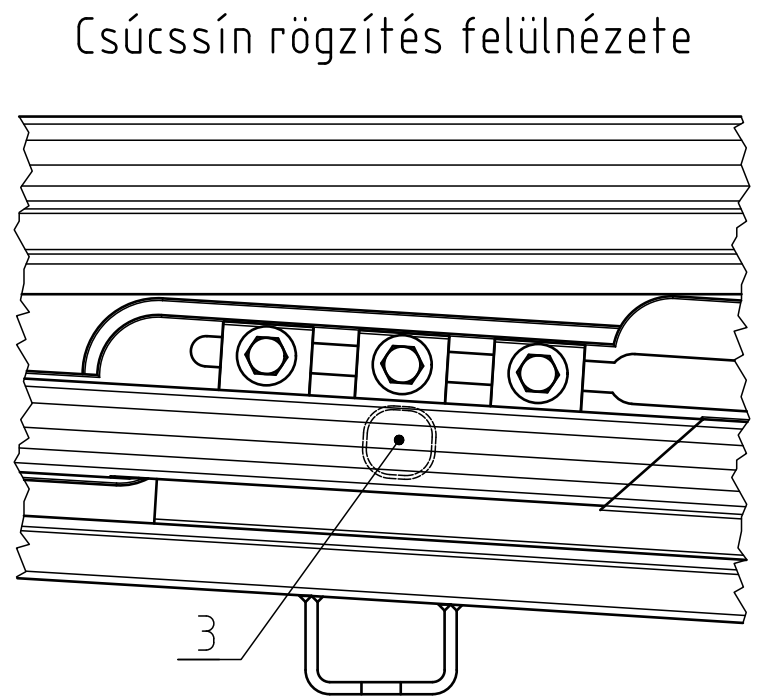
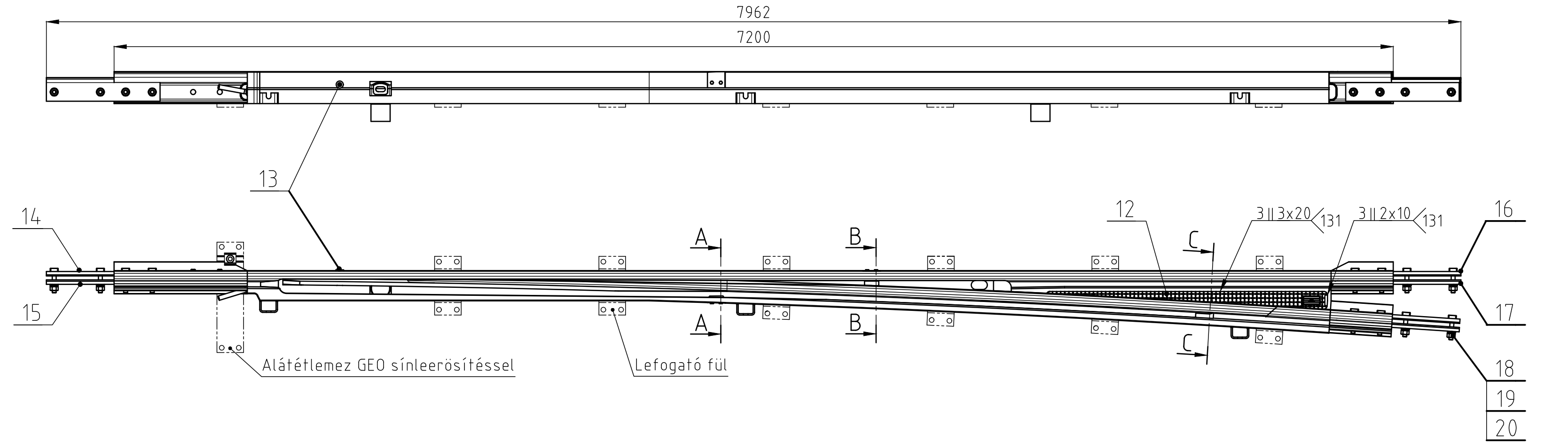


Megjegyzés:

1. Általános mérettűrések az MSZ ISO 2768-mK szerint.
2. A kétpont vonallal jelölt tételek nem képezik a gyártmány részét.
Keresztaljukra történő lekötés esetén lefogató fülek és alátétlemezek alkalmazása szükséges.

5	1	Szerelt nyomtávtartó	∅25x970		
4	1	Szerelt nyomtávtartó	∅25x1102		
3	1	Szerelt nyomtávtartó	∅25x1077		
2	1	Szerelt belső félváltó	7962x427x180		9. számú melléklet
1	1	Szerelt külső félváltó	7962x422x180		6. számú melléklet

Tsz.	Db.	Megnevezés	Méret	Anyag	Szabvány	Rajzsám
Tervező		Tárgy		Méretarány	Intézet	
Korozs Gergő		Ph 100 MB		1:20	MATE	
Dátum		Szerelt váltó		1:5	Műszaki Intézet	
2024.04.20.				Vetítési mód	Rajzsám	
Ellenőr		Anyag	Tömeg	5. számú melléklet		
Bodnár Zoltán			3398 kg			

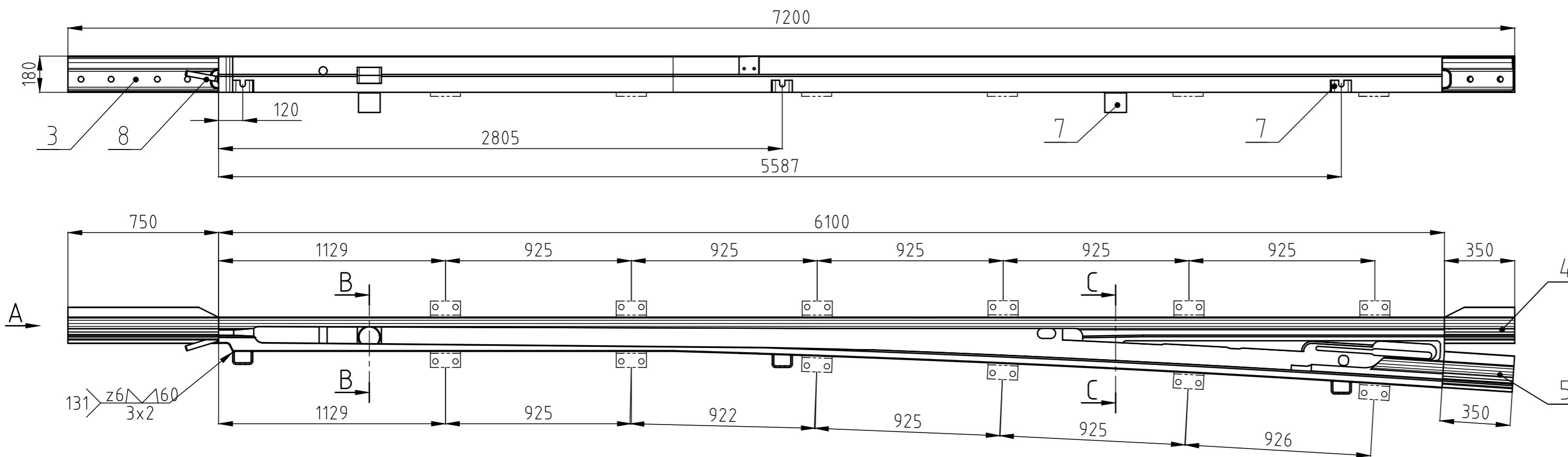


Megjegyzés:

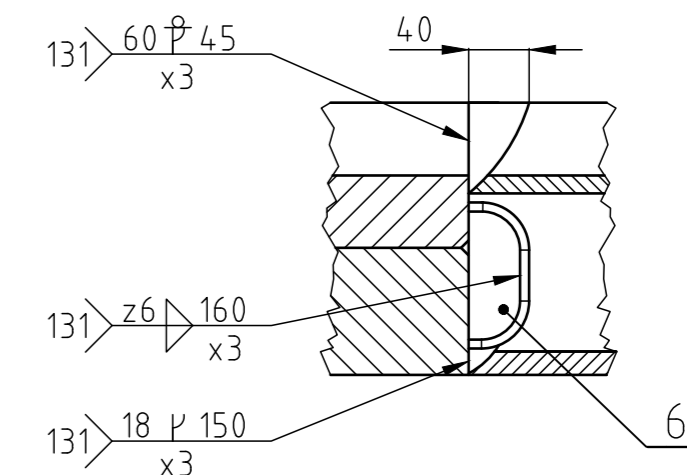
1. Általános mérettűrések az MSZ ISO 2768-mK szerint.
 2. Csúcscsín nyitás ~60 mm az állítás vonalában mérve.
 3. Csúcscsín szereléskor a csatlakozó felületeket rozsdagátló kenőanyaggal kell bekenni.
 4. Fedőlemez hegesztése utolsó lépésként, csak az átvételt követően!
 5. A kétpont vonallal jelölt tételek nem képezik a gyártmány részét.
- Keresztaljakra történő lekötés esetén lefogató fülek és alátétlemezek alkalmazása szükséges.

20	12	Hatlapú csavaranya	M22	5	MSZ EN ISO 898-2	MÁVSVZ 2936
19	12	Csavarbiztosító gyűrű	∅25x20	38Si7	MSZ EN 10089	MÁVSVZ 2938
18	12	Heveder csavar	M22x120	5.6	MSZ EN ISO 898-1	MÁVSVZ 2936
17	2	Belső heveder 2	640x105x25	S275JR	MSZ EN 10025-2	
16	2	Külső heveder 2	640x133x25	S275JR	MSZ EN 10025-2	
15	1	Belső heveder 1	640x105x25	S275JR	MSZ EN 10025-2	
14	1	Külső heveder 1	640x133x25	S275JR	MSZ EN 10025-2	
13	4	Műanyag dugó	∅45x15	PA6	MSZ EN ISO 16396-1	
12	1	Fedőlemez	1580x100x12	S275JR	MSZ EN 10025-2	
11	1	Támtuskó 2	80x29.5x25	S275JR	MSZ EN 10025-2	
10	1	Támtuskó 1	80x25x17	S275JR	MSZ EN 10025-2	
9	2	Hatlapfejű csavar	M10x55	8.8	MSZ EN ISO 898-1	MSZ EN ISO 4017
8	2	Hatlapfejű csavar	M10x35	8.8	MSZ EN ISO 898-1	MSZ EN ISO 4017
7	3	Hatlapfejű csavar	M16x55	8.8	MSZ EN ISO 898-1	MSZ EN ISO 4017
6	6	Tányérrugó	∅39/17x4	Rugóacél		DIN 6796
5	1	T-anya	220x28x20	S355J2	MSZ EN 10025-2	
4	3	Csúcscsín rögzítő ék	60x50x30	S355J2	MSZ EN 10025-2	
3	1	Elmozdulás gátló	50x50x18	S355J2	MSZ EN 10025-2	
2	1	Hegesztett íves csúcscsín	5600x128x62			8. számú melléklet
1	1	Hegesztett külső monoblokk	7200x422x180			7. számú melléklet

Tsz.	Db.	Megnevezés	Méret	Anyag	Szabvány	Rajzsám
Tervező	Korozs Gergő		Méretarány	1:20		
Dátum	2024.04.20.		Tárgy	Ph 100 MB Szerelt külső félváltó		
Ellenőr	Bodnár Zoltán		Tömeg	1667 kg		
		Intézet		MATE Műszaki Intézet		
		Vetítési mód		Rajzsám		
				6. számú melléklet		



Csatlagozó sínek hegesztésének kialakítása



Megjegyzés:

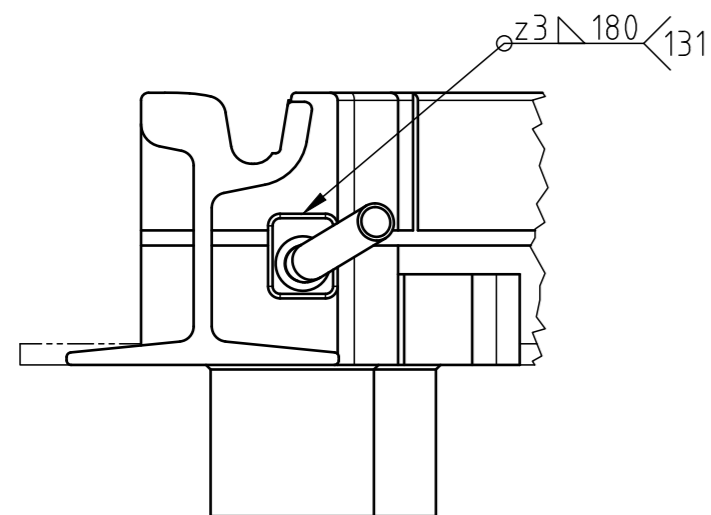
1. Általános mérettűrések az MSZ ISO 2768-mK szerint.
2. A kétpont vonallal jelölt tételek nem képezik a gyártmány részét.
A lefogató fülek hegesztése csak keresztaljakra történő lekötés esetén szükséges.

9	3	Nyomtávartó konzol	100x65x60	S275JR	MSZ EN 10025-2	
8	1	Fűtécso csomk	$\phi 25 \times 210$	S275JR	MSZ EN 10025-2	
7	2	Vízcső csomk	$\phi 108 \times 110$	S275JR	MSZ EN 10025-2	
6	3	Záróbetét	93x39x10	S355N	MSZ EN 10025-2	
5	1	Csatlagozó sín 3	350x180x180	R290GHT	MSZ EN 14811	
4	1	Csatlagozó sín 2	350x180x180	R290GHT	MSZ EN 14811	
3	1	Csatlagozó sín 1	750x180x180	R290GHT	MSZ EN 14811	
2	1	Külső félváltó felső tömb	6100x352x96	Hardox 450		
1	1	Külső félváltó alsó tömb	6100x352x84	S235JR	MSZ EN 10025-2	

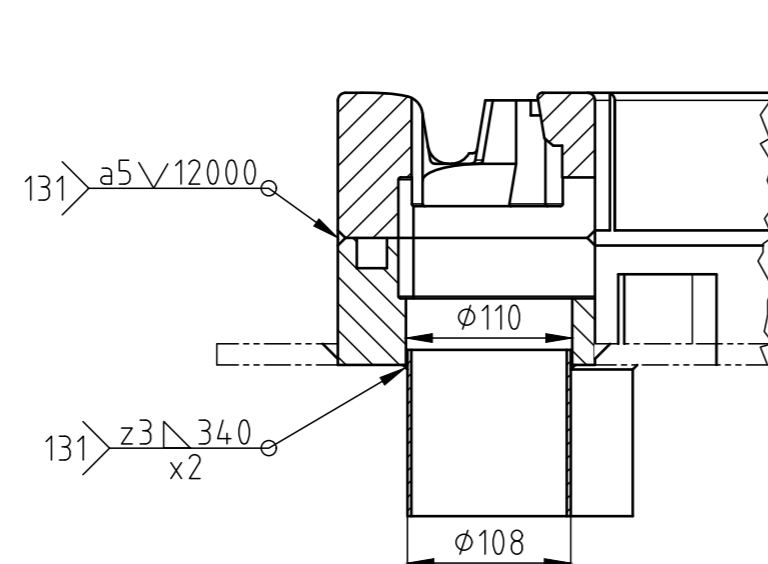
Tsz.	Db.	Megnevezés	Méret	Anyag	Szabvány	Rajzsám
------	-----	------------	-------	-------	----------	---------

Tervező	Tárgy	Méretarány	Intézet
Korozs Gergő	Ph 100 MB Hegesztett külső monoblokk	1:20 1:5	MATE Műszaki Intézet
Dátum		Vetítési mód	Rajzsám
2024.04.20.			7. számú melléklet
Ellenőr	Anyag	Tömeg	
Bodnár Zoltán		1514 kg	

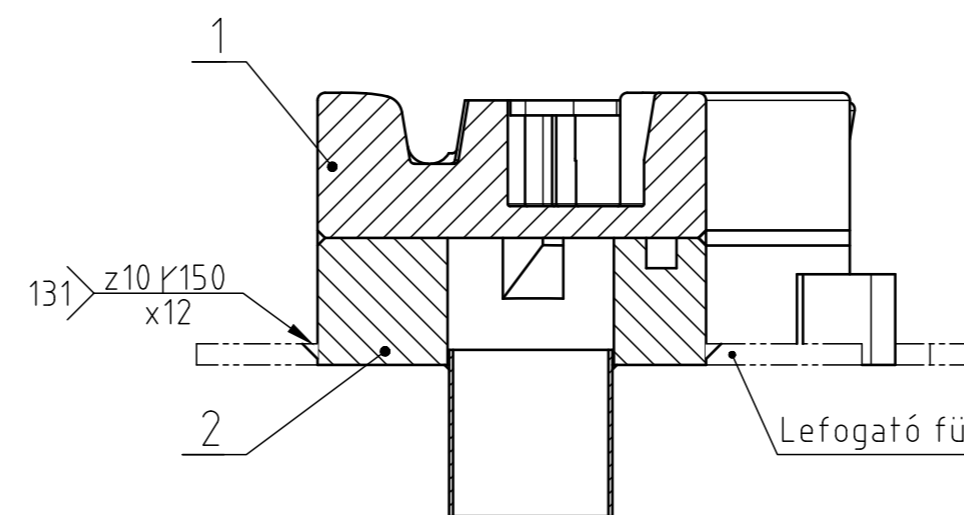
○ A
M1:5

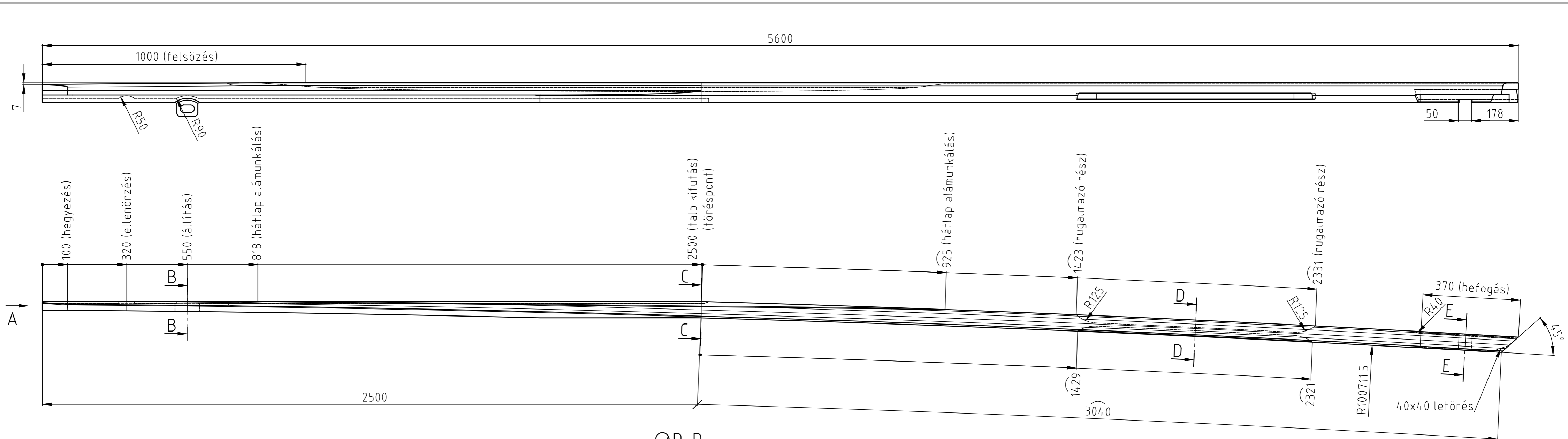


○ B-B
M1:5

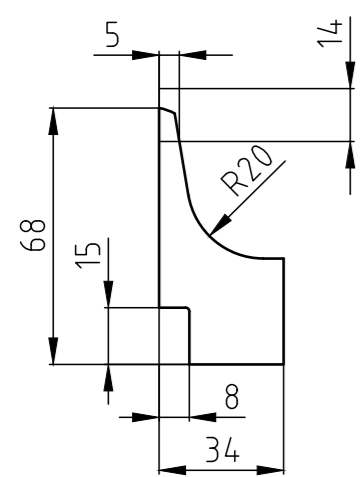


○ C-C
M1:5

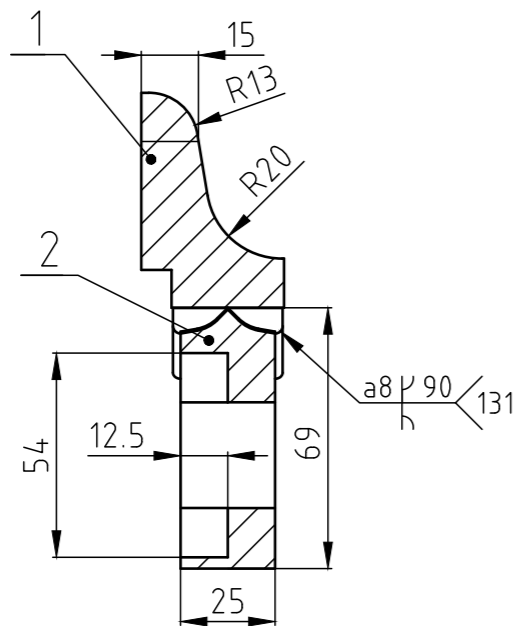




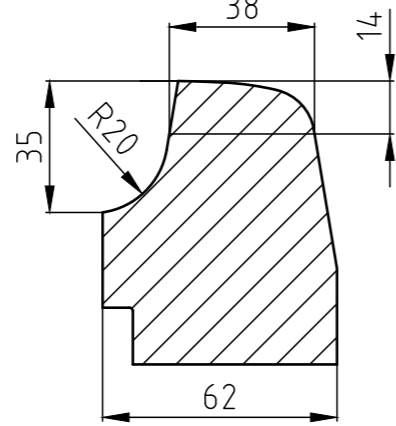
○ A
M1:2



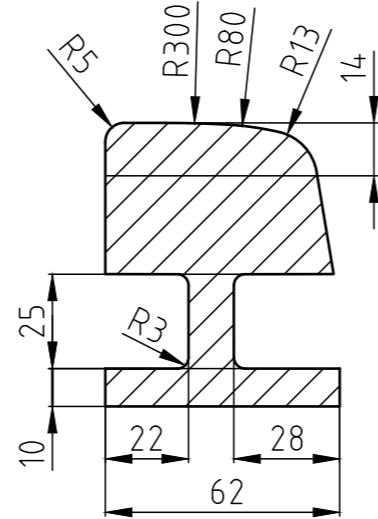
○ B-B
M1:2



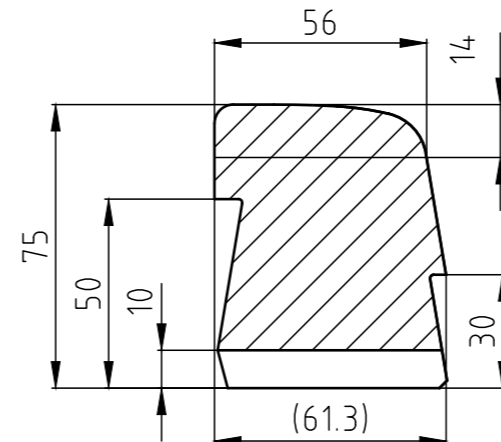
○ C-C
M1:2



○ D-D
M1:2



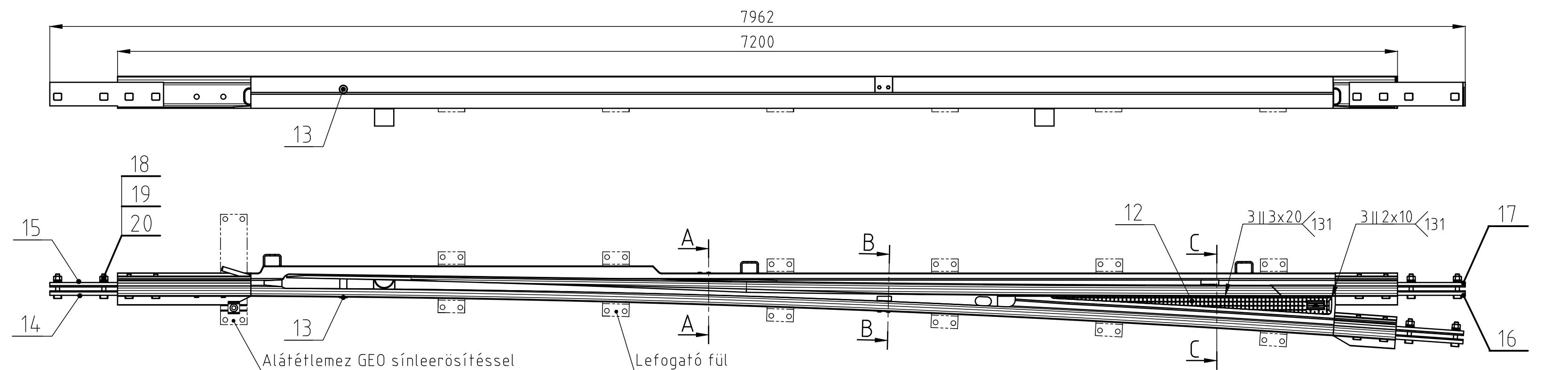
○ E-E
M1:2



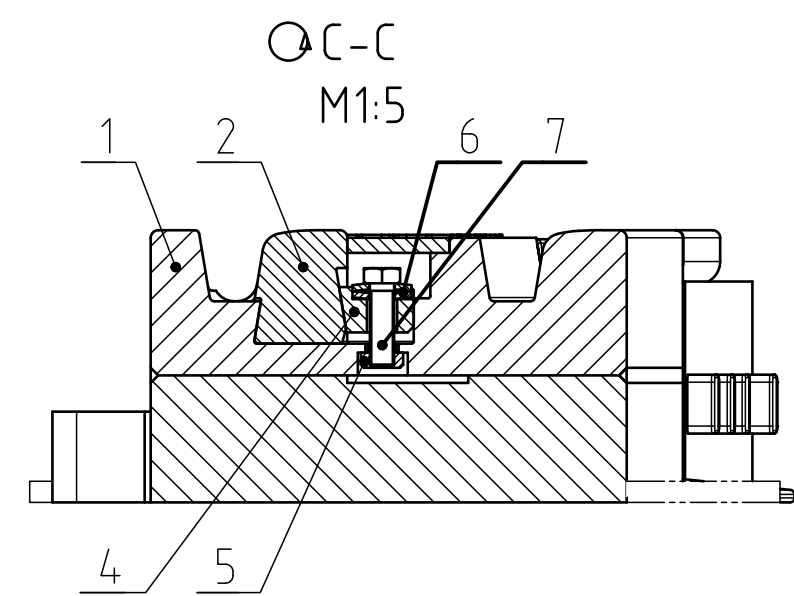
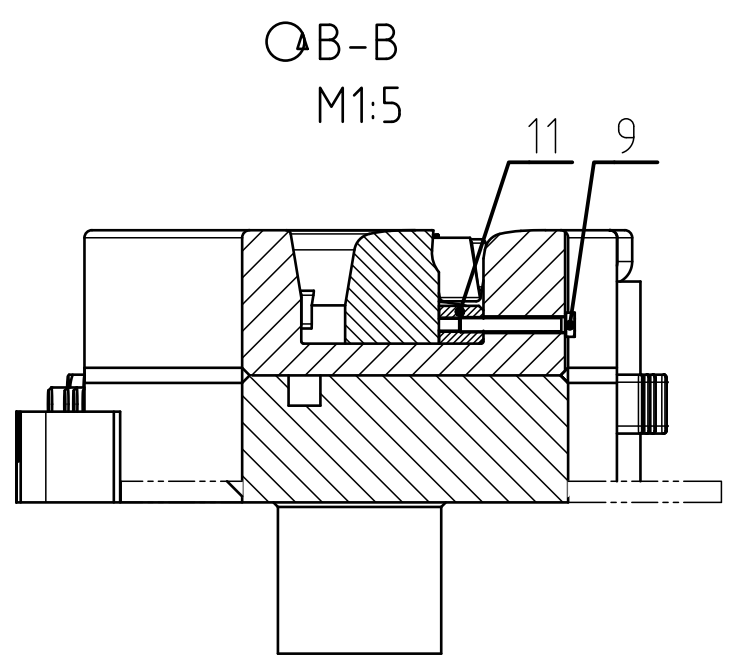
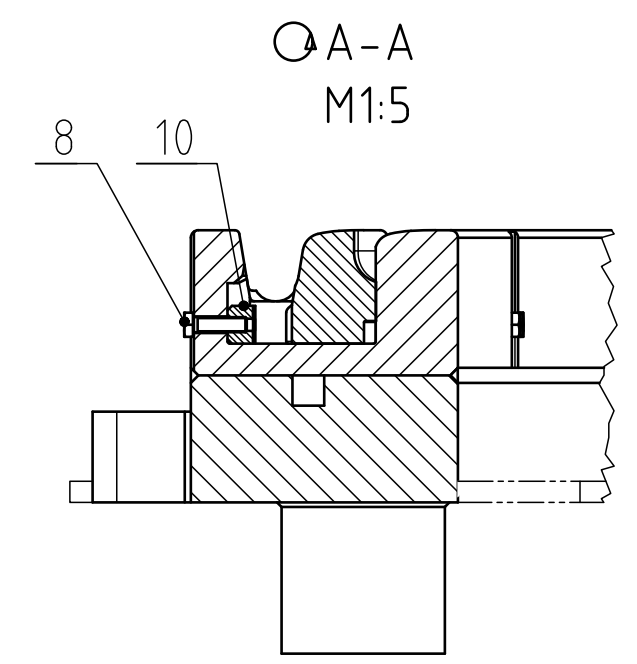
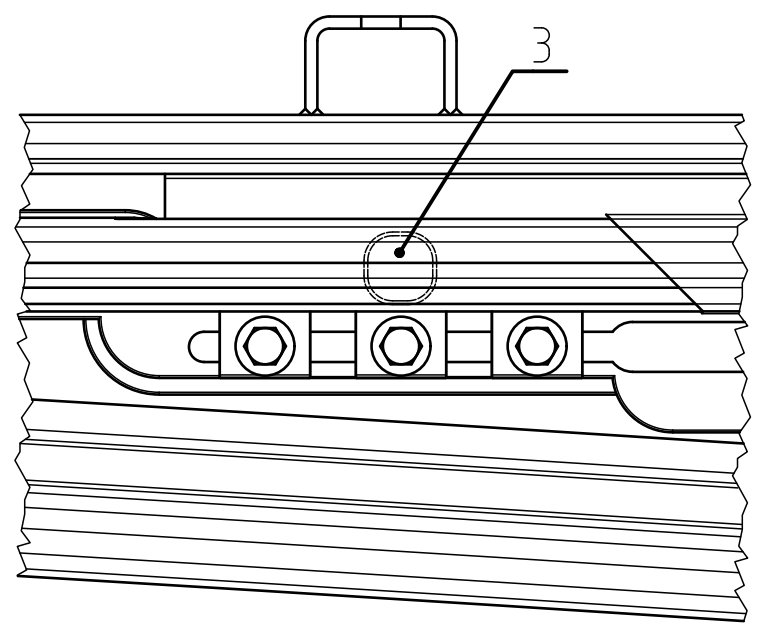
Megjegyzés:

1. Általános mérettűrések az MSZ ISO 2768-mK szerint.

2	1	Csúcssínfűl	80x69x25	S355J2+N	MSZ EN 10025-2	
1	1	Íves csúcssín	5600x75x62	Hardox 450		
Tsz.	Db.	Megnevezés	Méret	Anyag	Szabvány	Rajzszám
Tervező		Tárgy		Méretarány	Intézet	
Korozs Gergő		Ph 100 MB Hegesztett íves csúcssín		1:10 1:2	MATE Műszaki Intézet	
Dátum				Vetítési mód	Rajzszám	
2024.04.20.						
Ellenőr		Anyag	Tömeg			
Bodnár Zoltán			143 kg			
8. számú melléklet						



Csúcssín rögzítés felülnézete

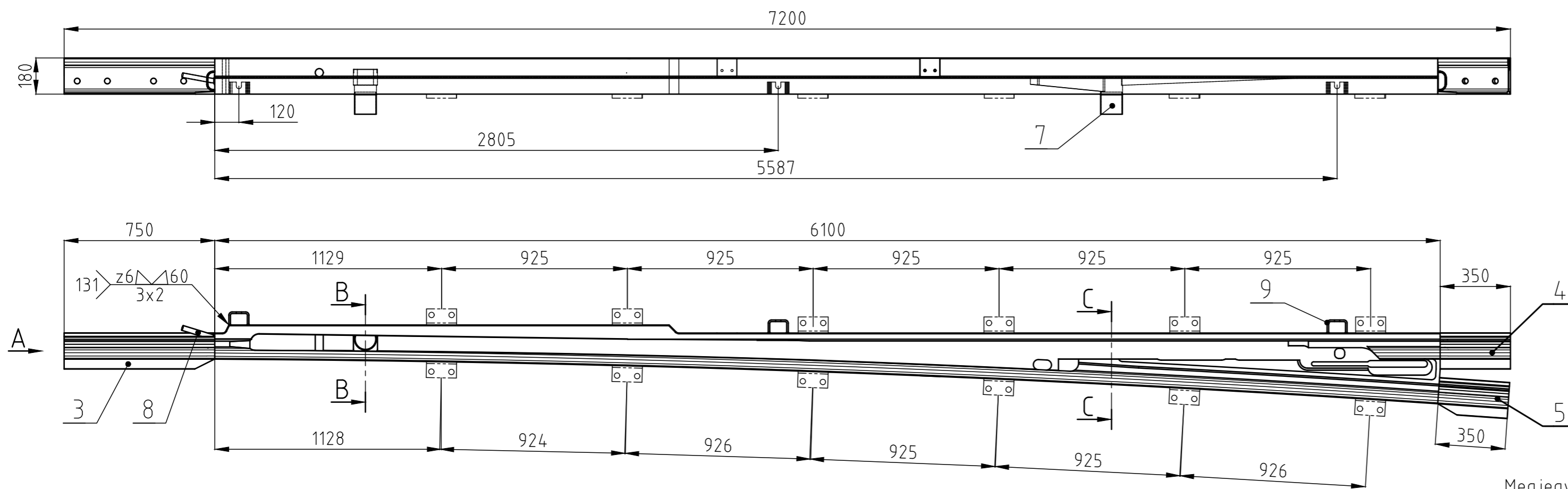


Megjegyzés:

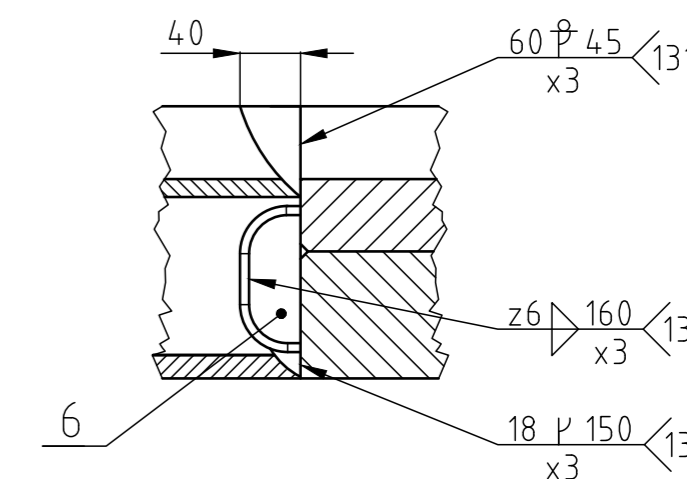
1. Általános mérettűrések az MSZ ISO 2768-mK szerint.
2. Csúcssín nyitás ~60 mm az állítás vonalában mérve.
3. Csúcssín szereléskor a csatlakozó felületeket rozsdagátló kenőanyaggal kell bekenni.
4. Fedőlemez hegesztése utolsó lépésként, csak az átvételt követően!
5. A kétpont vonallal jelölt tételek nem képezik a gyártmány részét.
Keresztaljakra történő lekotás esetén lefogató fűlek és alátétlemezek alkalmazása szükséges.

20	12	Hátlapú csavaranya	M22	5	MSZ EN ISO 898-2	MÁVSVZ 2936
19	12	Csavarbiztosító gyűrű	∅25x20	38Si7	MSZ EN 10089	MÁVSVZ 2938
18	12	Heveder csavar	M22x120	5.6	MSZ EN ISO 898-1	MÁVSVZ 2936
17	2	Belső heveder 2	640x105x25	S275JR	MSZ EN 10025-2	
16	2	Külső heveder 2	640x133x25	S275JR	MSZ EN 10025-2	
15	1	Belső heveder 1	640x105x25	S275JR	MSZ EN 10025-2	
14	1	Külső heveder 1	640x133x25	S275JR	MSZ EN 10025-2	
13	4	Műanyag dugó	∅45x15	PA6	MSZ EN ISO 16396-1	
12	1	Fedőlemez	1580x102x12	S275JR	MSZ EN 10025-2	
11	1	Támtuskó 2	80x30x25	S275JR	MSZ EN 10025-2	
10	1	Támtuskó 1	80x25x17	S275JR	MSZ EN 10025-2	
9	2	Hátlapfejú csavar	M10x55	8.8	MSZ EN ISO 898-1	MSZ EN ISO 4017
8	2	Hátlapfejú csavar	M10x35	8.8	MSZ EN ISO 898-1	MSZ EN ISO 4017
7	3	Hátlapfejú csavar	M16x55	8.8	MSZ EN ISO 898-1	MSZ EN ISO 4017
6	6	Tányérrugó	∅39/17x4	Rugóacél		DIN 6796
5	1	T-anya	220x28x20	S355J2	MSZ EN 10025-2	
4	3	Csúcssín rögzítő ék	60x50x30	S355J2	MSZ EN 10025-2	
3	1	Elmozdulás gátló	50x50x18	S355J2	MSZ EN 10025-2	
2	1	Hegesztett egyenes csúcssín	5600x128x62			11. számú melléklet
1	1	Hegesztett belső monoblokk	7200x427x180			10. számú melléklet

Tsz.	Db.	Megnevezés	Méret	Anyag	Szabvány	Rajzsám
Tervező	Korozs Gergő		Tárgy	Ph 100 MB Szerelt belső félváltó		Méretarány
Dátum	2024.04.20.		Méretarány	1:20 1:5		Intézet
Ellenőr	Bodnár Zoltán		Tömeg	1717 kg		MATE Műszaki Intézet
			Anyag			Rajzsám
					9. számú melléklet	

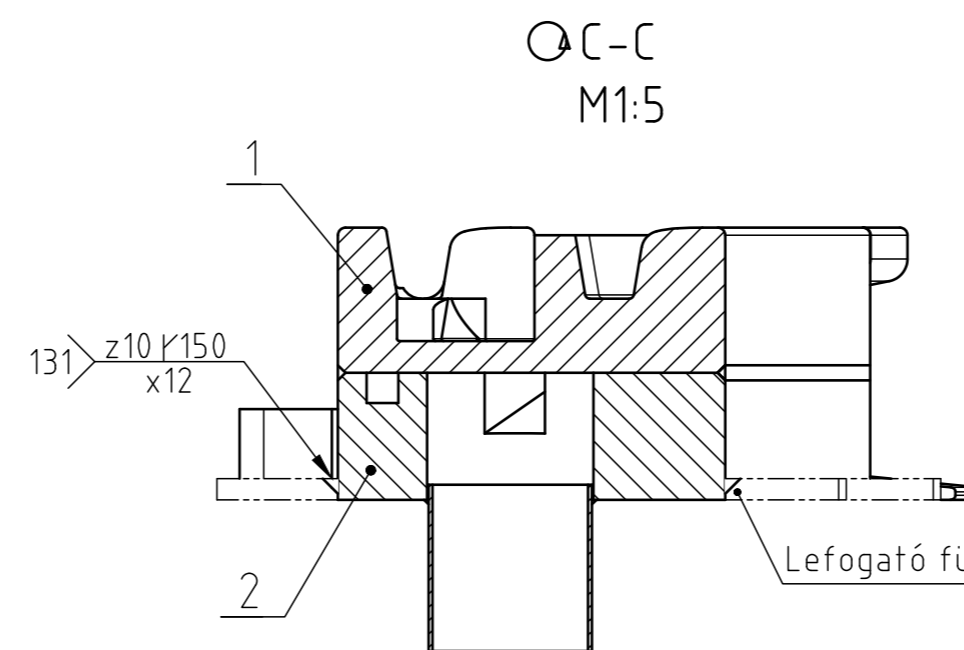
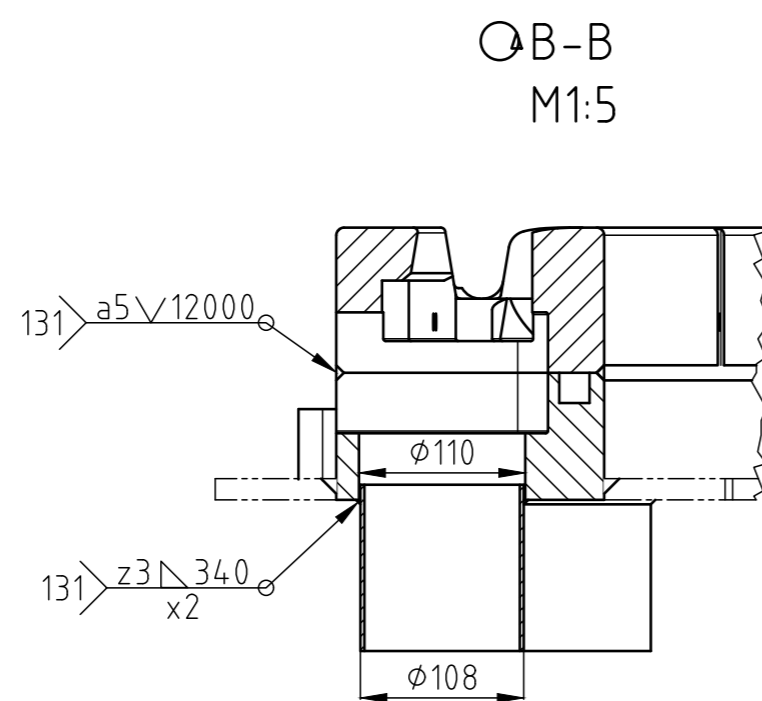
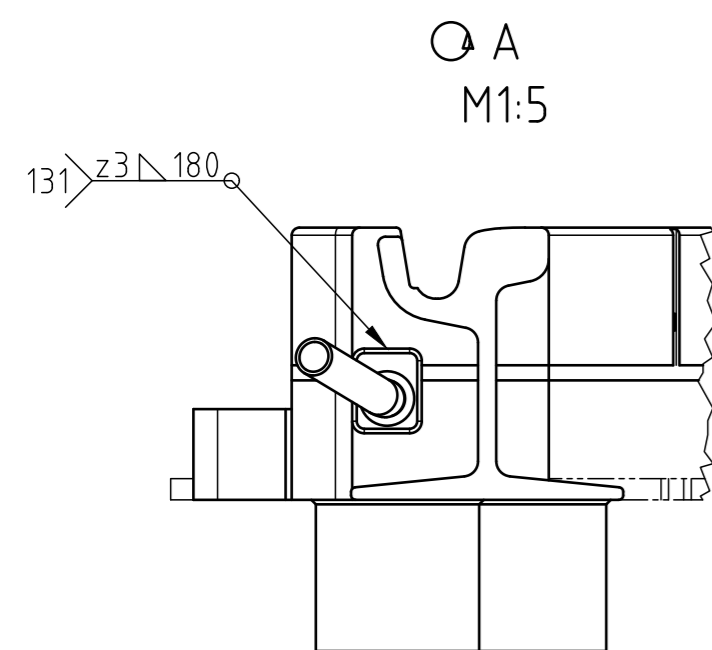


Csatlagozó sínek hegesztésének kialakítása

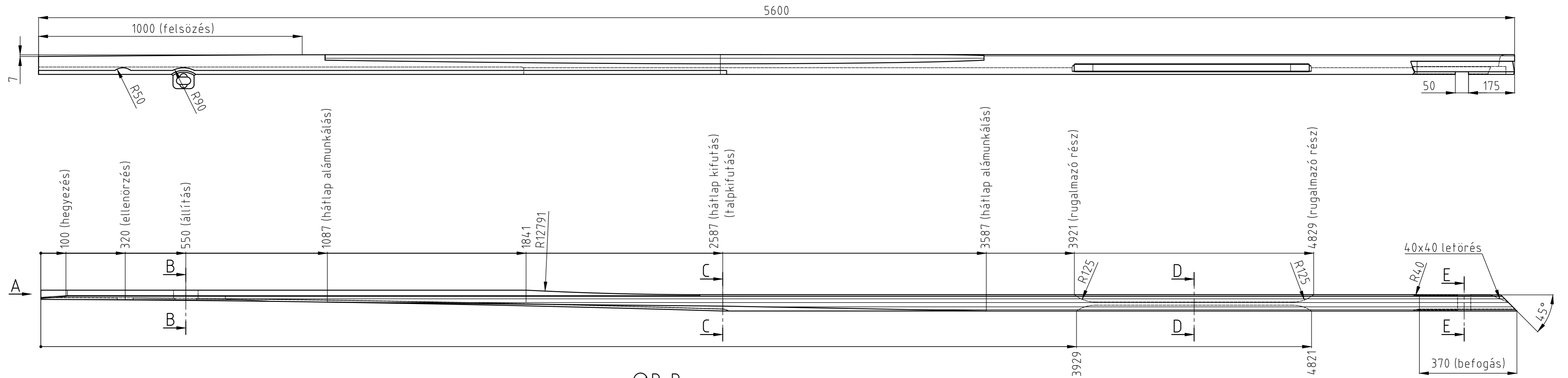


Megjegyzés:

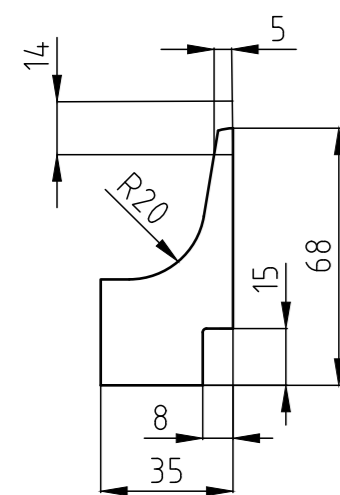
1. Általános mérettűrések az MSZ ISO 2768-mK szerint.
2. A kétpont vonallal jelölt tételek nem képezik a gyártmány részét.
A lefogató fülek hegesztése csak keresztaljakra történő lekötés esetén szükséges.



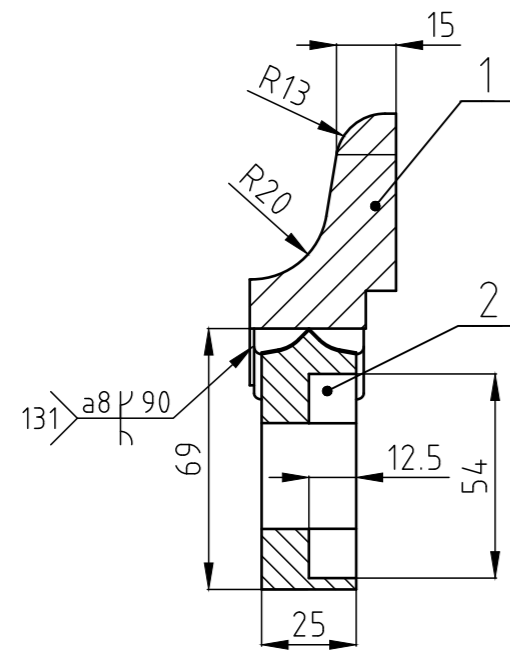
9	3	Nyomtávartó konzol	100x65x60	S275JR	MSZ EN 10025-2	
8	1	Fűtécso csomk	∅25x210	S275JR	MSZ EN 10025-2	
7	2	Vízcsö csomk	∅108x110	S275JR	MSZ EN 10025-2	
6	3	Záróbetét	93x39x10	S355N	MSZ EN 10025-2	
5	1	Csatlakozó sín 3	350x180x180	R290GHT	MSZ EN 14811	
4	1	Csatlakozó sín 2	350x180x180	R290GHT	MSZ EN 14811	
3	1	Csatlakozó sín 1	750x180x180	R290GHT	MSZ EN 14811	
2	1	Belső félváltó felső tömb	6100x353x96	Hardox 450		
1	1	Belső félváltó alsó tömb	6100x353x84	S235JR	MSZ EN 10025-2	
Tsz.	Db.	Megnevezés	Méret	Anyag	Szabvány	Rajzszám
Tervező	Tárgy		Méretarány	Intézet		
Korozs Gergő	Ph 100 MB Hegesztett belső monoblokk		1:20 1:5	MATE Műszaki Intézet		
Dátum	Veitési mód		Rajzszám			
2024.04.20.			10. számú melléklet			
Ellenőr	Anyag	Tömeg				
Bodnár Zoltán		1566 kg				



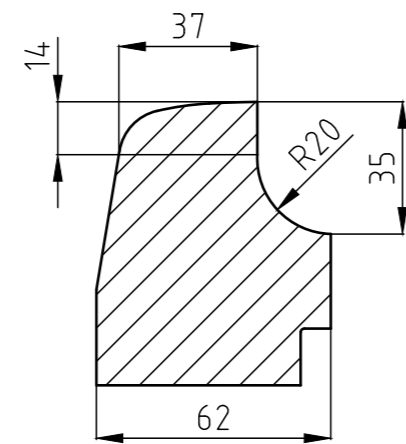
○ A
M1:2



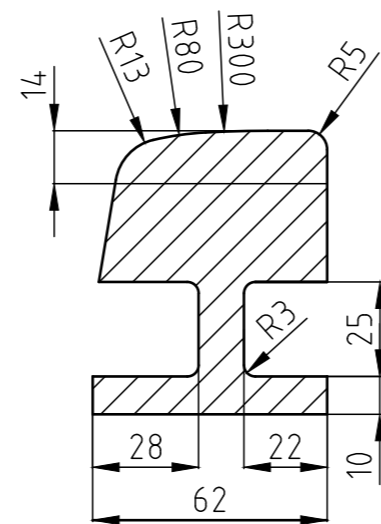
○ B-B
M1:2



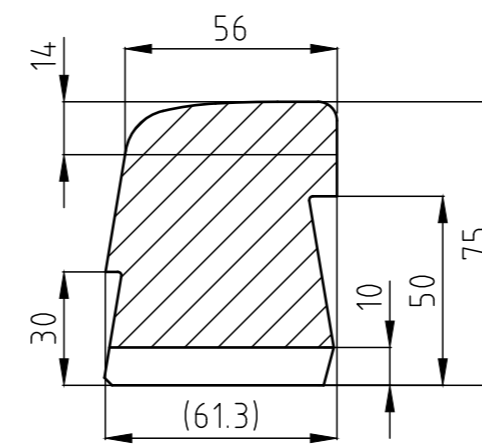
○ C-C
M1:2



○ D-D
M1:2



○ E-E
M1:2



Megjegyzés:

1. Általános mérettűrések az MSZ ISO 2768-mK szerint.

2	1	Csúcscsínfül	80x69x25	S355J2+N	MSZ EN 10025-2	
1	1	Egyenes csúcscsín	5600x75x62	Hardox 450		
Tsz.	Db.	Megnevezés	Méret	Anyag	Szabvány	Rajzszám
Tervező		Tárgy		Méretarány	Intézet	
Korozs Gergő		Ph 100 MB Hegesztett egyenes csúcscsín		1:10 1:2	MATE Műszaki Intézet	
Dátum		Tömeg		Verítési mód	Rajzszám	
2024.04.20.		141 kg			11. számú melléklet	
Ellenőr		Tömeg				
Bodnár Zoltán		141 kg				