



BANTEKNIK

Innehållsförteckning	sid 2
1 Allmänt	4
2 Banan	4
3 Banunderbyggnad	5
3.1. Grundförstärkning	5
3.2. Dränering	5
3.3. Frostisolering	6
3.4. Broar, tunnlar och trummor	7
3.4.1. Broar	7
3.4.2. Tunnlar	8
3.4.3. Trummor	9
4 Banöverbyggnaden	9
4.1. Banöverbyggnadens uppgift	9
4.2. Råler	9
4.3. Ultraljudundersökning	10
4.4. Befästningar	11
4.5. Sliprar	12
4.5.1. Träsliprar	12
4.5.2. Betongsliprar	13
4.6. Spårväxlar	14
4.7. Ballast	16
4.7.1. Grusballast	16
4.7.2. Makadamballast	17
4.7.3. Ballastskuldror	17
4.7.4. Sidostabilitet	18
5. Krafter i spår	19
5.1. Hjulplattor	21
6. Tågspår	22
7. Sidospår	22
8. Spår på broar	22
9. Skarvspår	23
10. Skarvfritt spår	24
10.1. Grunläggande principer	24
10.2. Spänningar och krafter	24
10.3. Bantekniska krav	25
11. Underhållsarbeten	26
12. Spårsvetsning	27

2.1. Skarvsvetsning	27
12.1.1. Brännsvetsning	27
12.1.2. Termitsvetsning	27
12.1.3. Formsvetsning	27
12.2. På- och Reparationssvetsning	27
13. Besiktning	28
14. Spårgeometri	29
14.1 Allmänt	29
14.2. Spårvidd och spåravstånd	29
14.3. Horisontalgeometri	30
14.3.1. Cirkulärkurva	30
14.3.2. Rälsförhöjning	32
14.3.3. Övergångskurva och Ramp	33
14.4. Vertikalgeometri	33
14.4.1. Lutning	33
14.4.2. Vertikalkurva	33
14.5. Dokumentation	34
15. Spårlägeskontroll	35
15.1 Allmänt	35
15..2 Mätfordon	35
15..3 Mätning	35
16. Fritt utrymme utmed banan	38
16..1 Normalnormalfordonet	38
16..2 Normallasten	38
16..3 Normalsektion för fria rummet	39
16..4 FOMUL	40
17. Plankorsningar	41
17.1 Plan-, profil- och siktförhållanden	41
17.1.1. Plan	41
17.1.2. Profil	41
17.2. Siktröjning	42

1. Allmänt

Banteknik innebär arbete med en del av en spåranläggning. En spår-anläggning är, enligt Järnvägslagen, spår och övriga fasta anordningar som behövs för spårens bestånd, drift eller brukande.

Sådana är t. ex. signal- och säkerhetsanläggningar, trafiklednings-anläggningar samt anordningar för elförsörjning av trafiken.

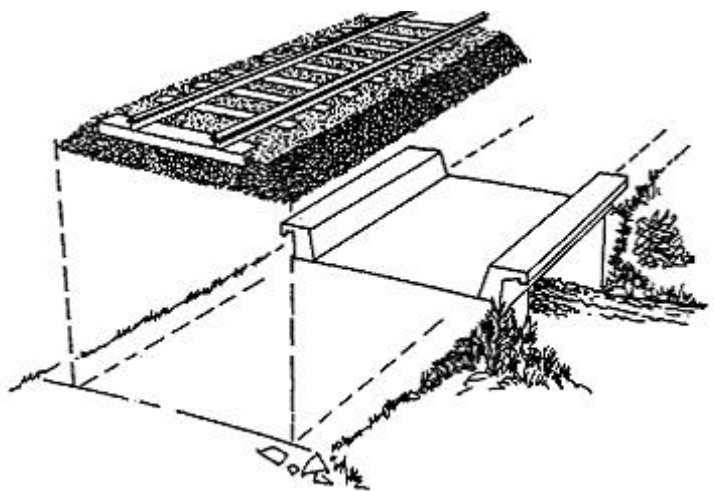
Tillsammans utgör de järnvägens *infrastruktur*.

Spårbyggande är ett precisionsarbete. Kontaktytorna mellan fordon och spår är mycket små och måste, för trafiksäkerhetens och bekvämlighetens skull, kontinuerligt bibehållas i lägen i förhållande till varandra, som inte kan tillåtas variera särskilt mycket. Om hastigheten är hög och/eller axellasterna stora ökar kraven på noggrannhet ytterligare.

2. Banan

I byggnadshänseende utgörs en järnväg (bana) av *överbyggnad* och *underbyggnad*.

Banöverbyggnad =
ballast, sliprar, räler med
befästningsanordningar,
rälsvandringshinder, skarvar
samt växlar



Banunderbyggnad =
allt som erfordras för att bära
upp banöverbyggnaden d.v.s.
bank, broar, trummor etc.

3. Banunderbyggnaden

Banunderbyggnaden omfattar allt som erfordras för överbyggnadens uppbärande och har även till ändamål att utjämna terrängens ojämnheter. Den består i allmänhet av en jordkropp som endast avbryts av broar, bergskärningar och tunnlar.

Underbyggnad av jordkropp besitter en viss elasticitet och medverkar därför till en mjuk gång hos fordonen.

Innan en bana byggs företas geoteknisk undersökning för att fastställa markens bärighet och eventuella behov av grundförstärkning. Genom en allmän rekognosering fastställs de områden på den blivande bansträckningen, som bestämt kan sägas vara riskfria

Frostaktiva - tjälskjutande jordarter får inte förekomma i banken såvida de inte hamnar på frostfritt djup. Innan ballast och spår läggs ut och spåret trafikeras skall bankroppen hunnit sätta sig. Härvid förhindras framtida sättningar i spåret.

Är jordlagren däremot av sådan beskaffenhet att det kan ifrågasättas om dessa lager kan uppbära den blivande banken och trafiken, måste noggrannare undersökning såsom t.ex. sondborring och provgrävning utföras. Visar det sig härvid att grundförstärkning behöver vidtas, avgörs det från fall till fall vilken metod som skall användas.

3.1. Grundförstärkning

En mycket vanlig stabiliseringsmetod som används vid dagens nyproduktion är förstärkning med kalkpelare eller kalkcementpelare. Ett annat vanligt alternativ är tryckbankar.

3.2 Dränering

För att erhålla ett stabilt spår är det nödvändigt att se till att vatten dräneras av från ballast, underballast och undergrund. Detta innebär att regnvatten måste tas om hand.

För underhålls- och upprustningsarbeten är det viktigt att ta hänsyn till de lokala geologiska och topografiska förhållande som råder.

Det är av största vikt att dräneringens funktion kontrolleras och att rensning utförs då igensättning uppstått.

Det är inte ovanligt med tjälskador i spår, framförallt i norra Sverige. Orsakerna till tjälskador beror på olika samverkande faktorer:

- jordartens beskaffenhet (frostaktiv eller frostpassiv)
- rådande fuktighetsförhållande och
- vinterklimatets stränghet
- otillräckligt frostskydd
- otillräcklig dränering

Då man inte kan lyfta och understoppa spåret på normalt sätt vintertid måste fel orsakade genom uppfrysning tillfälligtvis utjämnas med kilning - en metod som är kostsam, arbetskrävande och ger ett dåligt spårläge. Den kan framgångsrikt endast användas i spikat spår med träslipers. Andra metoder för att få bort uppfrysningar kan vara:

- dränering av bankroppen
- dränering kompletterad med utgrävning
- höglyft av spåret
- olika metoder för frostisolering av spåret

3.3 Frostisolering av spår

För rening av ballast och underbyggnadsmassor används en ballast-reningsmaskin vilken röjer ur och renar makadammen, i samband med rening lägger man ut isolerskivor (cellplast t ex Styroform, Styrodur) och slutligen återförs den renade makadammen till spåret. Komplettering med ny makadam samt spårriktning utförs efter att rening är slutförd.

3.4 Broar, tunnlar och trummor

Broar, tunnlar och trummor ingår i begreppet konstbyggnader.

Med bro i ordets mest vidsträckt betydelse menas en konstbyggnad avsedd att föra en trafikled över ett hinder, som kan utgöras av vattendrag, dalgång, annan trafikled eller dylikt.

3.4.1. Broar

En bro utgör en del av banunderbyggnaden. Detta gör att bron måste utformas så att den utgör så liten störning för spårkonstruktionen eller avvikelse från bankroppen i övrigt som möjligt

För att undvika olika sättningar mellan rälerna vinkelrät spåret, vilket kan medföra en krängning i tåget, skall övergången mellan bro och bank utföras vinkelrät.

Vid dubbelspår skall så långt det är möjligt med hänsyn till ekonomiska och tekniska konsekvenser, överbyggnaden utformas som två separata brohalvor för att förenkla framtida reparationer, lagerbyten och överbyggnadsbyten.

Avgörande vid val av brotyp är vanligen erforderlig spännvidd, tillgänglig överbyggnadshöjd, produktionsmetoder och materialpriser. Även estetiska värden kan vara avgörande för vilken brotyp som väljs.

Endast i undantagsfall utförs broar utan ballast bland äldre broar är detta dock vanligt. Möjligheten att spårrikta är då begränsad.

En bro indelas i *underbyggnad* och *överbyggnad*.

Underbyggnaden har till uppgift att uppbära överbyggnaden och att överföra från denna kommande krafter till den naturliga undergrunden. Underbyggnaden utgöres av landfästen och pelare, vilka även kallas stöd.

Överbyggnaden har till uppgift att överföra på denna verkande yttre belastningar (trafiklast mm) till upplagen, varifrån de genom underbyggnaden föres ned till undergrunden.

3.4.2. Tunnlar

En tunnel definieras som Bergtunnel, Betongtunnel eller Ståltunnel beroende på vad det bärande huvudsystemet består av.

Tunneln utförs med minimisektioner enligt gällande föreskrifter (BVH 585.31). Sektionsförändringar i samband med eventuella förstärkningskonstruktioner utformas med utspetsning i vardera tunnelriktning.

Vid utformning av invändig tunnelkontur skall hänsyn tagas till följande:

- bergmekaniska förutsättningar
- inredning och installationer
- aerodynamiska effekter
- bankropp
- säkerhet vid användning
- brandskydd
- sammansatta byggplatstoleranser
- normalsektion för fria rummet (normalt bör sektion N3,5 enligt BVF 586.20 väljas)

Tillägsstandard

I det fall räddningstjänsten inte har räddningsfordon som är spårbundna bör ballastsektionen utföras körbar med gummihjulsburna räddningsfordon. Om räddningsfordon ej kan mötas och vändas var som helst i tunneln anordnas vändfickor i form av förstorade nischer varje 1000 meter.

För banans bildande utarbetas särskilda normer s.k. *typsektioner för banan*. Dessa anordnas med hänsyn till banans karaktär med föreskrivna mått på:

- krönbredd
- bankettbredd
- ballastskuldrans bredd
- ballastdjup
- lutningar för skärnings-, dikes och bankslänter

Båda sidor av tunneln skall förses med handföljare och preparerad gångväg. På tunnelns ena sida kan gångytan utgöras av makadamballast klass II. För tunnlar som skall trafikeras med högre hastighet än 160 km/h skall makadamballast klass I användas. På den andra sidan skall asfaltsbeläggning eller jämn överyta till kabelgrav anordnas för gångtrafik.

Tillägsstandard

Vid utförande med två parallella enkelspårstunlar skall förbindelsetunlar finnas med ett största inbördes avstånd av 1000 meter.

3.4.3. Trummor

I befintligt spår finns trummor av olika material. Såsom sten, betong, stål och plast. Stentrummor anlagda vid banornas byggande dominerar. Stentrummor består normalt av murverk av stora block med rektangulär sektion.

För många äldre stentrummor har murverkets fogar dragits isär med inläckande fyllningsmaterial och nedsatt funktion som följd. Dessa kan repareras genom exempelvis kramling av fogar, injektering av fogar och instickningstrummor.

4. Banöverbyggnaden

4.1. Banöverbyggnadens uppgift

Banöverbyggnaden skall tjäna som farbana för den rullande materielen. Den skall därför ha tillräcklig bärförmåga för att kunna tåla belastningen från tågen, vilka skall tillförsäkras en så lugn och säker gång som möjligt. För att kunna fylla sin uppgift måste banöverbyggnaden dimensioneras så att de ingående delarna samverkar på bästa sätt och bildar en enhet, som bär tågen och överför belastningen till banunderbyggnaden

4.2. Räler

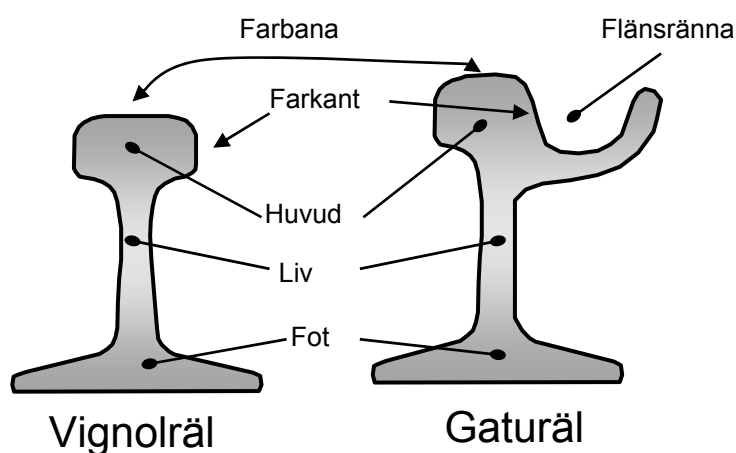
Den rälstyp som allmänt används kallas vignol- räl och har fått sitt namn efter den belgiske ingenjören Vignoles, vilken var verksam i England och som i mitten av 1800-talet introducerade denna, från början amerikanska, rälstyp i Europa. En vignol-räl består av ett huvud, ett liv och en fot.

En annan rälstyp är gaturälen där huvudet försetts med flänsrännor med hänsyn till att rälen är avsedd att ligga i spår med gatubeläggning. Denna hette ursprungligen Phönix nr.37 efter det tyska järnverk som började tillverka denna profil på 1870-talet

Räl	Vikt kg/m	Area mm ²	Höjd mm	Fot- bredd mm	Hu- vud- bredd mm	Hu- vud höjd mm	Liv- tjock- lek mm	Trög- hets- mo- ment cm ⁴	Böj- mot- stånd cm ³
BV 50	50,0	6370	155	133	72	36,0	14	2046	258
GATU 56	56,4	7390	182	150	52,5	32,9	11	3077	311
UIC 60	60,34	7686	172	150	72	37,5	16,5	3055	335,5
S54	54,5	6948	154	125	70	43,3	16	2073	262

Standardmodeller

I Trafikverkets standardsortiment ingår vignol-modellerna BV 50, UIC 60 samt GATU 56. SJ 43 förekommer endast som begagnad.



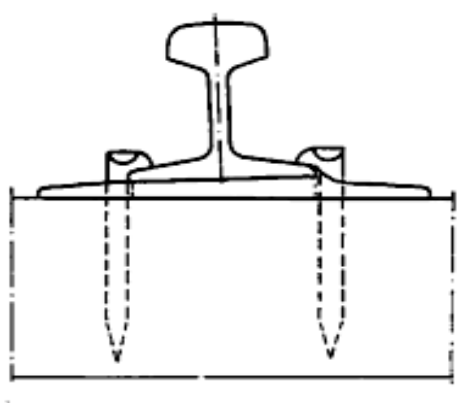
4.3 Ultraljudsundersökningar

Ultraljudståget Sperry undersökte år 2000 7500 km. Detta utgör 50 % av järnvägsnätet. Antal indikationer var ca 3500 varav 85 % verifierades sedan av ultraljudsperatorer.

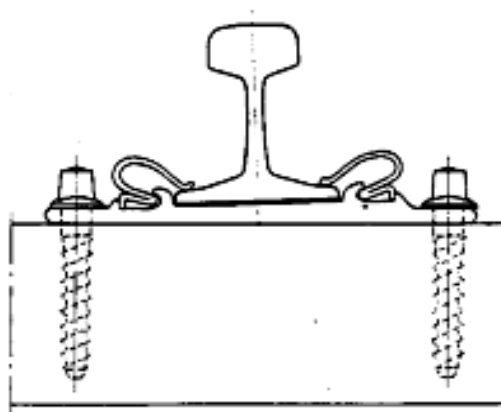
4.4 Befästningar

Rälsbefästningar fäster en räl vid underliggande sliper. Vidare uppgifter är att på ett betryggande sätt överföra krafterna från räl till sliper och vidare ner i banöverbyggnaden, att hålla spårvidden och att hindra vridning av rälen i förhållande till slipern. Rälsbefästningen bör ha *erforderlig klämkraft* samt utöva visst *rälsvandrings- och vridningsmotstånd*.

Rälsbefästningar förekommer i två olika typer; *direkt respektive indirekt* befästning. Ett exempel på ett direkt fäste är den vanliga rälsspikbefästningen. Där fästes rälen direkt i sliperns trä med ett antal spik. När rälen rör sig till följd av trafikbelastningen påverkas fästet omgående och klämkraften minskar. Ett exempel på indirekt fäste är Hey-Back-befästningen där en underläggsplatta skruvas fast i träslipern med fyra skruvar. I denna platta fästs rälen med två fjäderklämmor, dessutom läggs en gummiplatta in mellan räl och underläggsplatta. På detta sätt skapas en indirekt förbindelse mellan räl och sliper. När rälen rör sig till följd av trafikbelastningen påverkas fästet endast sekundärt då klämmor och gummi fungerar som dämpare och filter.

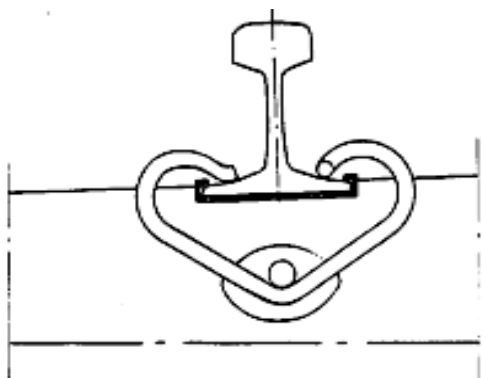


Spik-befästning

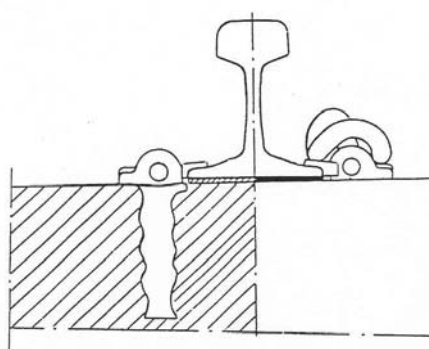


Hey-Back-befästning

Hey-Back befästning



Fist-befästning



Pandrol-befästning

4.5 Sliprar

Sliprarna skall överföra belastningen från rälerarna till ballasten och hålla de båda rälssträngarna så förbundna med varandra att föreskriven spårvidd hålls. För att fylla sin uppgift måste de:

- *vara tillverkade i ett passande material*
- *ha lämpliga dimensioner*
- *ligga på rätt inbördes avstånd*

Tidigare var trä vanligast som slipersmaterial men under de senare 3 till 4 decennierna har betongsliprar kommit att bli dominerande för i stort sett all användning.

Med hänsyn till användningsområde brukar man skilja mellan:

- *linjesliprar*
- *växelsliprar*
- *brosliprar*

4.5.1 Träsliprar

I Sverige är furusliprar vanligast. Bok och ek förekommer också, men i begränsad omfattning och då framförallt i spårväxlar.

Träsliprar har en begränsad livslängd. Furu är härvid sämst med en naturlig överlevnad i spår på endast 10-12 år i obehandlat skick. Impregnering med kreosot är dock effektivt på furu då motståndsförmåga mot röta och svampangrepp ökar kraftigt och impregnerade furusliprar överlever i drygt 25 år. Impregnerade boksliprar har en livstid på ca 35 år men är dyrare och har dessutom en tendens till både sprickbildning och deformation.

Normal längd för linjesliper av trä är 2,6 m.

Växelsliprar sågas i längder från 2,75 m i intervall om 0,25 m upp till en längd av 6,50 m samt i längder om 7,1 resp. 8,1 m.

Brosliprar har en större genomsnittsarea än övriga och sågas i längder från 3m till 4,5 m.

Träsliprar ger ett relativt elastiskt spår och kan dessutom ibland klara av skador vid urspårningar utan att behöva kasseras. Den begränsade livslängden och en relativt låg vikt, med klart sämre stabilitet än hos ett betongslipersspår som resultat, tillhör nackdelarna.

4.5.2 Betongsliprar

Sliprar av betong började serietillverkas i Sverige under mitten av 50-talet. Den första betongslipern, typ 101, bestod av två betongblock inbördes förbundna med ett betongfyllt stålrör. I detta rör fanns en genomgående armeringsstång som spändes med muttrar i vardera ändan. På så sätt blev betongen spännarmerad, något som ger större böjhållfasthet hos den färdiga slipern. Betongsliper typ 101 var 2,3m lång och vägde ca 190 kg.

Tvåblockssliprar visade sig ha svagheter då spårriktmaskiner introducerades under 1960-talet. Sliprarna böjde sig vid spårriktning och det uppkom svårigheter att hålla spårvidd och räslutning inom satta toleranser. Efter en provperiod under 60-talet övergick man 1970 därför till 2,3m långa förspända enblockssliprar, s.k. monoliter.

Dessa ersattes i mitten av 70-talet av enblockssliprar med längden 2,5 m. Sedan slutet av 80-talet är de helt avpassade för Pandrol-befästningen. En kontinuerlig utveckling av betongsliperstekniken har skett med bl.a. förfining av både armering och betongkvalitet. Denna utveckling har lett till att betongsliprar idag är mera ekonomiska än träslipers och i princip all nybyggnation av tågspår sker idag med betongsliprar.


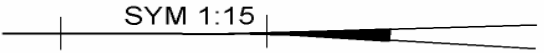

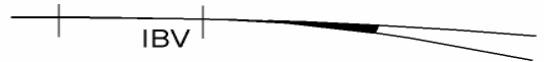
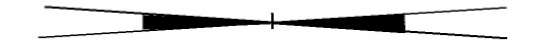

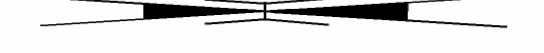



Sedan 1970 tillverkas också betongsliprar för användning i spårväxlar. På detta område tillhör Sverige pionjärerna och den tillverkningsteknik som används här har exporterats till många andra länder.

Betongsliprarnas stora nackdel är deras obefintliga förmåga att klara mekanisk åverkan. En urspårning förstör sliprarna totalt. En låg böjhållfasthet och ett klart stummare spår än med träsliprar är också nackdelar. En stor egenvikt ger dock i kombination med starka befästningar ett mycket ramstyvt och stabilt spår och just dessa egenskaper har vunnit respekt för betongslipersteknologin när kraven på stora axellaster och höga hastigheter har ökat.

4.6 Spårväxlar

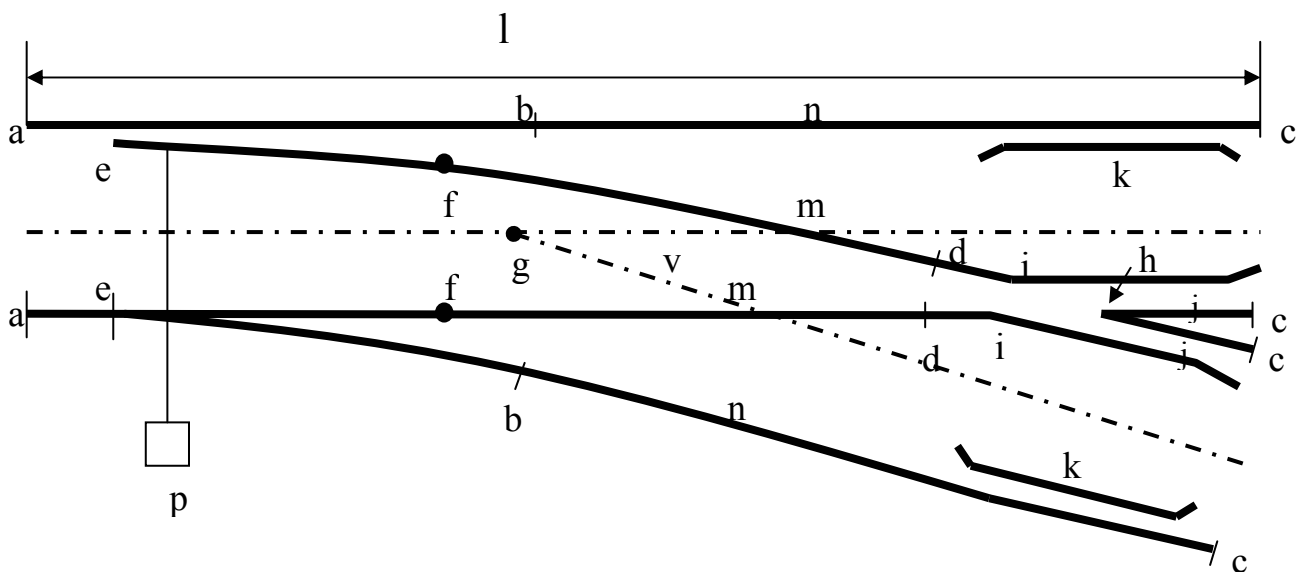
Beroende på antal spårförgreningar skiljer man på *enkla och sammansatta växlar*. I enkla växlar finns *två* förgreningar. I sammansatta växlar finns *minst tre* spårförgreningar. Till sammansatta växlar räknas tredeliga-, korsnings- och kryssväxlar.

En korsningsväxel används där två spår korsar varandra under sned vinkel och där man vill ha en förbindelse mellan de olika spåren. Det finns två typer, enkel och dubbel korsningsväxel. En kryssväxel utgör en korsande förbindelse mellan två parallella spår.

	Rak växel, UIC60, vinkel 1:12, nr 540
	Symmetrisk (SYM)
	Osymmetrisk (SYM)
	Krökt växel, IBV alt. YBV
	Spårkorsning
	Enkel korsningsväxel
	Dubbel korsningsväxel
	Kryssväxel
	Tredelig växel åt olika håll, V, H
	Tredelig växel åt samma håll, H, H

En enkel spårväxels huvuddelar består av:

- Tunganordning (tunga och stödräl)
- Växelkorsning (enkelspetsad i enkla växlar, dubbelspetsad i vissa sammansatta växlar)
- Moträler (i de mest avancerade växlar saknas moträler då de är utrustade med omlägningsbar korsningsspets)
- Mellanräl (mellan tunganordningens bakända och växelkorsningens framända)
- Farräl (de yttersta rälerna)
- Växelomläggningsanordning (finns mekanisk, elektrisk, pneumatisk och hydraulisk)
- Sliperssats (finns i trä och betong, unik sats för varje växeltyp)



a = FSK Främre stödrälsskarv
 b = BSK Bakre stödrälsskarv
 c = BKS Bakre korsningsskarv
 d = FKS Främre korsningsskarv
 e = Tungspets
 f = Tungrotsskarv
 g = MKP Matematiska korsningspunkten
 h = MKS Matem korsningsspetsen

i = Vingräler
 j = Spetsräler
 k = Moträler
 l = Växelns längd
 m = Mellanräler
 n = Farräler
 v = Växelvinkel
 p = Omlägningsanordn

4.7 Ballast

Ballasten är ett fundament för spåret som skall kunna ta upp belastningar från trafiken utan att förstöras, samt fördela dessa så att banunderbyggnaden inte sviktar. Ballastmaterialet måste vara beständigt och solitt och ballastdjupet tillräckligt, så att trycket fördelas jämnt över underbyggnaden.

Ballasten skall ge slivrarna ett fast och stabilt läge både i höjd – och sidled och dessutom ha sådana egenskaper att ett bra spårläge kan bibehållas. För att tåggången skall bli mjuk och bekväm, samt för att skona spårkomponenter och fordon bör ballasten vara något elastisk, men inte så mycket att den deformeras av trafikbelastningarna.

Ballast måste ha goda dräneringsegenskaper eftersom en hög vattenhalt påverkar bärighet och dessutom ger upphov till problem med uppfrysningar vid kyla. Ballastmaterial skall vara hårt, slitstarkt och frostbeständigt samt vara fritt från föroreningar, framförallt av organiska material, eftersom detta kan göra ballasten alltför tät.

4.7.1 Grusballast

Grusballast var länge ett dominerande ballastmaterial i Sverige, men allt efter som kraven på högre hastigheter och axellaster ökat har grusballast alltmer ersatts av krossat stenmaterial.

Grusballast består av ett brett spektrum av material från relativt finkornig sand till grövre grus samt en del okrossat stenmaterial. Generellt sett har grusballast därför sämre dräneringsegenskaper och lägre intern friktion än krossat stenmaterial, vilket resulterar i större risk för uppfrysningar samt i en lägre spårstabilitet då materialets förmåga att bibehålla spårets läge är beroende av friktionen.

Positivt är att grusballast i allmänhet ger ett mindre stumt underlag för spåret, men mätningar i befintliga grusspår har visat att detta drastiskt förändras då temperaturen sjunker. Skillnaden i stumhet mellan sommar – och vinterförhållanden är större i ett grusspår än i ett spår med krossat stenmaterial.

Denna skillnad ökar också i takt med att ballastmaterialet nöts ner, något som sker snabbare i ett grusspår än i andra spår.

Grusballast kan inte sägas uppfylla de krav som man måste ställa på ballastmaterial för spår med höga hastigheter och höga axellaster. I dagsläget förekommer grusballast framför allt på läns – och godsbanor.

4.7.2 Makadamballast

Makadamballast uppfyller i hög grad de sammansatta krav som ställs på ballastmaterial till banor med snabb och tung trafik. Makadamballast bibehåller även vintertid sin elasticitet och har överlägsna dräneringsegenskaper. Makadam krossas fram ur finkristalliska bergarter så som diabas och granit och levereras till Trafikverket i olika fraktioner.

Ballastpartiklar skall vara skarpkantade och kubiska, med stora, skrovliga sidor vilka ger hög friktion mellan partiklar och sliprar, vilket är till fördel för spårstabilitet och elasticitet. Dessutom ger sådana partiklar stora hålrum i ballasten vilket underlättar dränering och också ger stort utrymme för det finkorniga material som bildas när ballasten slits ner.

Makadam klass I

Utgör den vanligaste fraktionen och är avsedd för linjebruk. Färdig produkt skall ha kornstorlek 32-63 mm.

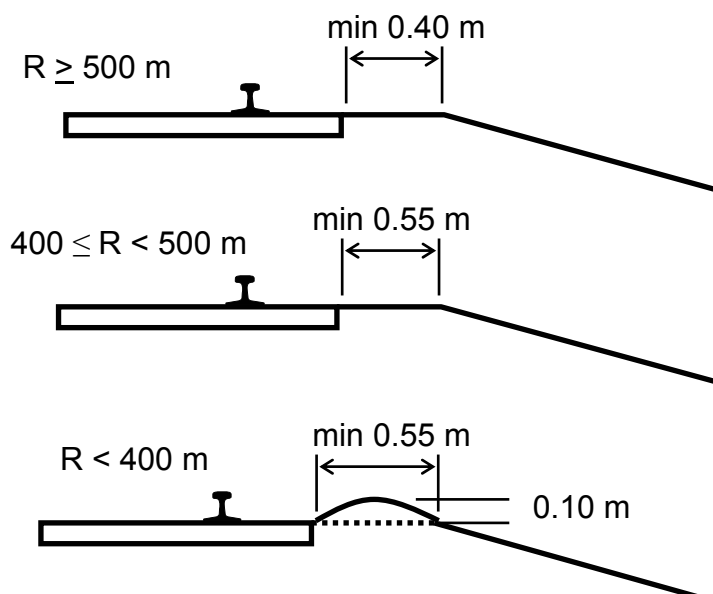
Makadam klass II

Utgör en finare fraktion framför allt avsedd för bangårdar och ställen där personal skall förflytta sig i spår, och skall ha följande kornstorlek 11-32 mm

Leveransbestämmelser för makadam finns samlade i BVS 585.52 Makadamballast för järnväg.

4.7.3 Ballastskuldror

Ballastskuldrorna utanför slipersändarna har stor betydelse för spårets stabilitet och för att tillförsäkra tillräcklig ballastprofil för ett varaktigt spåräge. Minimimått för ballastskuldror skall vara enligt figurer nedan:



4.7.4 Sidostabilitet

Ballasten har en avgörande betydelse för ett spårs sidostabilitet. Normalt kommer 60 – 70 % av ett spårs motstånd mot utknäckning från ballasten. Det är inte bara mängden ballast som har betydelse, lika viktig är ballastens komprimeringsgrad. Sidomotståndet i ett nyballasterat spår med full ballastprofil är endast 40 – 50 % av ett fullt stabiliserat spår. I takt med att ballasten skakar samman ökar sedan stabiliteten.

Varje ingrepp i ett spår som medför att ballasten luckras upp medför att sidostabiliteten reduceras till den hos ett nyballasterat spår. Detta är särskilt viktigt att hålla i minnet i perioder med stark och ihållande värme då de i rälerna verkande längskrafterna är stora. Alla åtgärder för att öka ballastens komprimeringsgrad efter ett spårarbete är av godo. Att under varma perioder förlägga spårarbeten till nätter kan ge en falsk trygghet. När temperaturen stiger under följande dag är spåret fortfarande destabiliserat.

Den traditionella metoden att stabilisera ett spår är att utnyttja de vibrationer som trafiken framkallar för komprimering av ballasten. Vanligen handlar det om en period med nedsatt hastighet efter ny- eller ombyggnad av ett spåravsnitt. I takt med att hastigheter och axellaster ökat och att kraven på att minimera driftstörningarna också skärpts är detta inte längre en acceptabel metod.

Dynamiska spårstabilisatorer (DSS) och ballastkomprimerare (BKM) är maskiner som stabiliserar spår med hjälp av vibrationer framkallade hydrauliskt. Den huvudsakliga skillnaden mellan de båda maskinerna är att en DSS har ett nivelleringsystem liknande det som finns på spårriktmaskiner och den kan därför sänka och stabilisera ett spår med bibehållen spårgeometri.

Det är svårt att exakt fastställa hur mycket trafik ett spår kräver för en full stabilisering. Olika undersökningar har givit vid handen att den nödvändiga trafikmängden ligger mellan 500 000 och 1500 000 bruttoton. Internationellt brukar en stabilisering motsvarande 100 000 bruttoton trafik vara tillfyllest för att tillåta trafikering med full hastighet efter ett spårarbete. I realiteten ger denna trafikmängd 80 – 90 % stabilisering.

En genomkörning med en DSS motsvarar 50 000 bruttoton. En genomkörning med en BKM motsvarar 25 000 bruttoton. Båda maskinerna förkortar perioden av hastighetsnedsättning efter spårarbete.

5. Krafter i spår

Under trafik påverkas banan, till följd av samverkan mellan fordon och bana, av ett flertal krafter med olika riktning och storlek. Samspelet mellan fordon och bana är komplicerat och ständigt föremål för forskning. Utformningen av banan, fordonet och deras komponenter är av stor vikt i sammanhanget.

En schematisk sammanställning av de krafter som förekommer följer nedan

- *sidokrafter*
friktions-
rikt-
centrifugal-
sinusgång-
dessa kallas gemensamt för förningskrafter
- *lodräta krafter*
axellaster – statiska och dynamiska
hjulaster – statiska och dynamiska
slag ifrån hjulplatta
- *längskrafter*
beroende av fordon – broms- och accelerationskrafter
temperaturberoende längskrafter

En åkande får, av komfortskäl, inte utsättas för mer än en begränsad del av de krafter som uppkommer vid trafik. För att hålla nere slitaget på spår och fordon och av rena trafiksäkerhetsskäl måste också dessa krafter begränsas.

Krafter upplevs som obehagliga av resenärer innan de har fått en storlek som markant ökar slitaget. På samma sätt ökar slitaget innan krafterna fått en storlek som äventyrar trafiksäkerheten.

Det är således många olika krav som skall tillfredställas vid projektering, byggande och underhåll av en bana. Behovet av begränsningar av spårkrafterna av olika skäl måste hela tiden vägas mot kostnaden för att åstadkomma detsamma. Kraven bör anpassas till den typ och mängd av trafik som en bansträckning har.

De uppkomna förningskrafterna i kurva beror i hög grad på fordonets egenskaper, såsom hjulupphängningens konstruktion och skick, hjulringens form och slitningsgrad och ramverkets flexibilitet, men även på den aktuella kurvradien. Den snedslitning av kurvräler som är så vanligt förekommande, orsakas främst av förningskrafter.

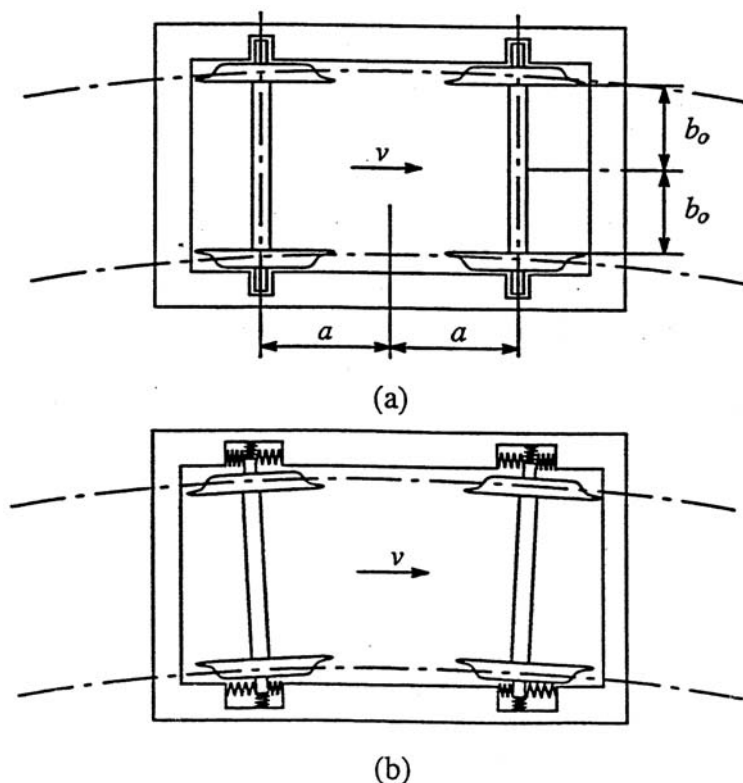
I spår verkar dessutom längskrafter, dels trafikberoende såsom broms- och accelerationskrafter men också sådana som kommer av temperaturförändringar i rälen.

Om rälsbefästningarnas motstånd mot längsförskjutning är otillräckligt, kan rälerna förskjutas längs med spåret, s. k rälsvandring, vilket förändrar tryckförhållanden i spåret. Spårets normaltillstånd förrycks och längskrafterna i spåret kan därvid bli ohållbart stora vid t.ex. varmt väder, vilket kan resultera i att solkurvor uppstår.

De krafter som förekommer i ett spår har stort inflytande på hur ett spår utformas och på hur banöverbyggnaden dimensioneras.

Moderna lok och vagnar är försedda med en mjuk boggikonstruktion där axlarna kan ändra läge radiellt allt efter kurvradien. Detta minskar väsentligt rikt och friktionskrafterna och därmed räls slitaget.

Den "mjuka boggin" används på de flesta typer av personförande tåg bl.a. i förortståget X10 och snabbtåget X2000



Ett annat sätt att reducera friktionen och därmed slitaget i kurvor är att smörja rälen. Detta görs idag framför allt med hjälp av fasta smörjapparater, s.k. Clic-o-matic apparater som placeras ut strategiskt i kurvor och spårväxlar. De utvecklades för ca 20 år sedan i samband med att äldre, läckande lok uttrangerades. Moderna lok spiller inte alls på samma sätt som äldre typer vilket ledde till att spåren på kort tid blev "torrare" än tidigare.

Även annan smörjteknik tillämpas i begränsad utsträckning. Smörjning av räler har under de senaste decennierna blivit en naturlig del av underhållet.

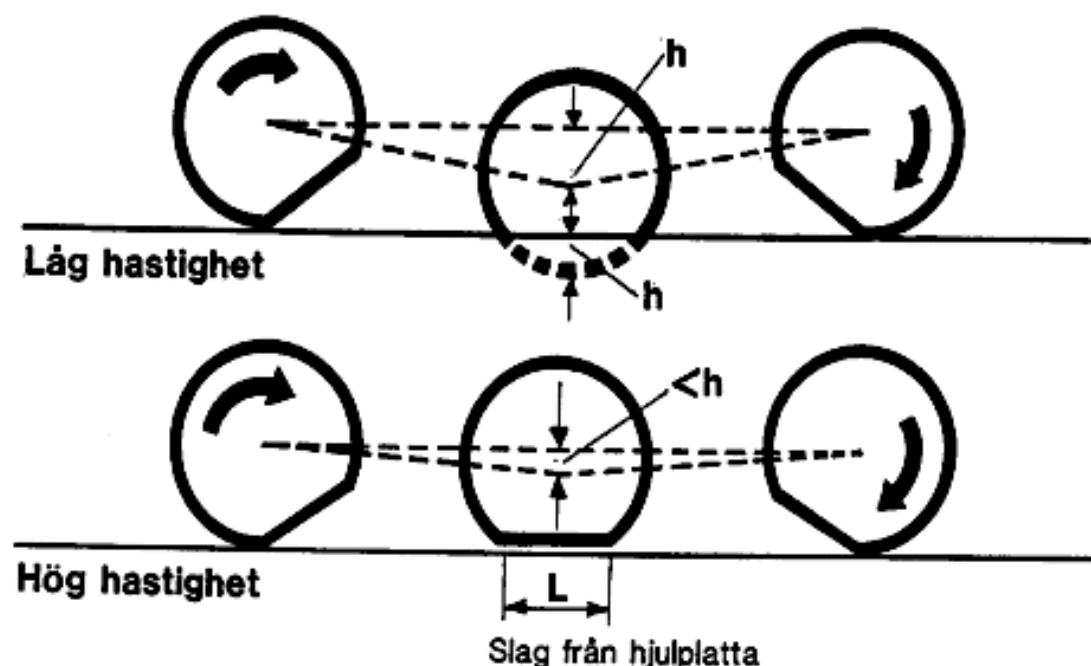
5.1. Hjulplattor

Hjulplattor uppstår huvudsakligen vid s. k tjuvbroms dvs. ett när hjulpar av olika orsaker låser fast och inte längre rullar runt. En "platt" yta uppstår då på hjulringen och denna kommer under vissa omständigheter att med stor kraft slå mot rälen. En 100 %-ig ökning av belastningen på rälerna i detta ögonblick är ett realistiskt mått på den påfrestning detta innebär.

Det har även visat sig att slaget från en hjulplatta är beroende av storlek men framför allt av hastighet. I hela hastighetsområdet 15 – 45 km /h blir slagen kraftiga, allra farligast är hastigheter runt 30 km/h.

Hjulplatta i kombination med låga temperaturer ger en akut risk för att rälen helt enkelt slås av på ett eller flera ställen då rälsstål blir sprött vid minusgrader. Nästan varje år förekommer tillfällena då ett långsamt tåg med hjulplatta förorsakar dussinvis med rälsbrott, vid något tillfälle har antalet brott räknats i hundratal.

Ända ligger den stora kostnaden för hjulplattor i det långsiktiga perspektivet då de kan förorsaka förtidiga utmattningsskador och därmed väsentligt förkorta livslängden hos rälsmaterialen.



6. Tågspår

- Rälerna skall vara av typ UIC 60 eller SJ/BV50, nya eller begagnade sort I.
- Sliprar skall normalt vara betong. Slipersavstånd skall vara högst 65 cm.
- Rälsbefästningar skall vara fjädrande med stor och beständig hållkraft, vridstyvhet och motståndsförmåga mot längskrafter.
- Ballasten skall vara makadam klass I. Full ballastsektion enligt norm.
- Kurvradier skall normalt vara större än 500 m.
- Spårväxlarna som ligger i genomgående skarvfritt spår skall ha fjädrande tungor eller svetsade fjädertungor. Sådana växlar är mest lämpade att överföra längskrafterna i skarvfritt spår.
- Isolerskarvar skall kunna motstå de största förekommande längskrafterna i spår.

7. Sidospår

De för huvudspår gällande kraven skall vara vägledande. Dock accepteras lägre standard i vissa fall.

8. Spår på broar

I skarvfritt spår skall rälerna normalt vara svetsade även på broar.

På betongbroar, där spåret ligger i ballast, gäller samma krav som på spåret i övrigt.

9. Skarvspår

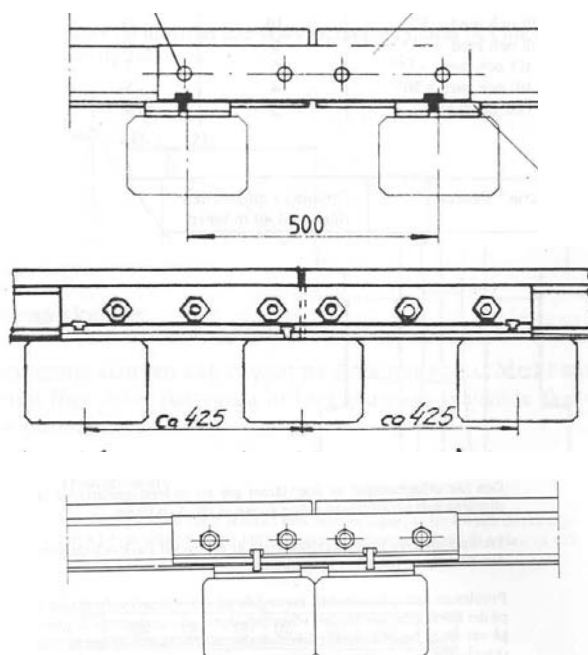
I skarvspåret kopplas rälerna till varandra med ett skruvförband. Förbandet kallas allmänt för "öppen rälskarv". I skarven hålls rälen samman med rälskarvjärn och rälskarvskruv med mutter och fjädering. Skruvskallen monteras normalt in mot spårmitt.

För att rälernas rörelse vid temperaturvariationer inte skall påverka spåret byggs skarven med en skarvöppning. Trafikverkets standardskarvkonstruktioner medger maximalt 20 mm skarvöppning när all rörelsemöjlighet utnyttjas.

Skarven är spårets svagaste punkt. En dålig skarv påskyndar rälets förslitning och ger dålig tåggång. Dålig tåggång ger i sin tur dåligt spåräge och leder till snabbare förslitning av både spår och rullande materiel.

Tendens till rälsvandring skall i tid motverkas genom anbringande av tillräckligt antal rälsvandringshinder.

Den öppna skarven kan byggas på flera olika sätt. Med hänsyn till skarvsliparnas läge delas skarvarna in i tre grupper, svävande skarv, treslipersskarv och dubbelslipersskarv.



10. Skarvfritt Spår

10.1 Grundläggande principer

Ett skarvfritt spår är ett spår där rälerna svetsats samman till kontinuerliga rälssträngar utan öppna skarvar.

Ett spår med skarvar medför stora påkänningar både på banöverbyggnadens komponenter och på den rullande materielen. Ett helsvetsat spår utan skarvar reducerar underhållskostnaderna för spår och fordon och ger dessutom passagerarna en mycket högre komfort.

Räler strävar efter att ändra sin längd med temperaturens växlingar i enlighet med bestämda fysikaliska lagar. I ett skarvspår sker temperaturberoende längdändringar utefter rälerens hela längd och skarvöppningarnas storlek anpassas så att längdändringarna pga temperaturvariationer över året, helt eller delvis, (beroende på räls längd) kan tas upp.

I ett skarvfritt spår hindras rälerens strävan att ändra längd genom att de fästs vid slipern så starkt att rörelse räl/sliper förhindras. Dessa sliprar "bäddas" sedan ner i tung, väl komprimerad ballast av makadam. Detta ger ett högt längdförskjutningsmotstånd för varje sliper. Görs detta kontinuerligt blir rälererna till slut helt rörelsehindrade till priset av stora axiella kraftvariationer i spåret.

Längdändring förekommer endast i rälssträngarnas yttersta ändor, t.ex. vid övergång till skarvspår, vid dilatationsanordning etc. i dessa partier de s.k. *ändningszonerna* kommer spåret i viss mån att röra sig, "andas", med temperaturen medan det centrala partiet är helt rörelsehindrat.

10.2. Spänningar och krafter

Inom det centrala, rörelsehindrade, området hos rälererna i ett skarvfritt spår uppträder tryck- och dragspänningar, som ändrar sig lagbundet med 2,4 MPa ($2,4\text{N/mm}^2$) för varje grads temperaturändring från utgångstillståndet.

I en BV 50 räl motsvarar detta en kraftändring med ca 15 kN (1,5 ton) per grad temperaturändring och i en UIC 60 räl 18kN (1,8 ton) per grad. Då det är önskvärt att de maximala tryck- och dragspänningarna (och därmed längskrafterna i spår) minimeras, bör spänningsfritt tillstånd råda vid en *neutraltemperatur*, som ungefär motsvarar medelvärdet mellan högsta och lägsta förekommande *rälstemperatur* under året.

För att kunna uppnå ett fullgott arbetsresultat vid justering av spårläget med t ex spårriktmaskin, bör som neutraltemperatur väljas en temperatur som är *några grader högre* än medeltemperaturen. Härigenom minskar även risken för solkurvor.

Av byggtekniska skäl måste några graders marginal tillåtas kring neutraltemperaturen, *neutraltemperaturområdet* vilket blir ett arbetsintervall för spårbyggnad.

När rälerna slutgiltigt fästes vid sliparna är det icke nödvändigt att rådande rälstemperatur är inom neutraltemperaturområdet. Det väsentliga är, att rälerna då *har den längd som svarar mot spänningsfrihet* vid neutraltemperatur. Vid temperaturer utanför neutraltemperaturområdet måste därför rälerna förlängas till rätt längd.

Den faktiska rälstemperaturen, inom neutraltemperaturområdet, som rälen har vid den slutgiltiga befästningen kallas *befästningstemperatur* och den är avgörande för all framtida underhållsverksamhet på det helsvetsade spåret.

10.3. Bantekniska krav

De stora krafter som kan uppstå i ett skarvfritt spår ställer stora krav på spåret som helhet och på ingående material. Fullgod säkerhet mot spårförskjutning och stora rälsbrottsöppningar måste alltid finnas, men också mot andra spårlägesstörningar.

Ett skarvfritt spår skall dimensioneras för en rälstemperatur på minst +55°C och en största rälsbrottöppning på 50 mm. Säkerheten skall baseras på följande kriterier:

Banunderbyggnaden skall vara stabil utan nämnbara sättningar eller uppfrysningar

I spåröverbyggnaden ingående material skall uppfylla gällande komponent- och systemstandard och vara i gott underhållstillstånd

Spåret skall byggas så att rälerna är spänningsfria inom fastställt neutraltemperaturområde

Underhålls- och reparationsarbeten får ej utföras så att extra spänningar tillförs eller vid tidpunkt då höga spänningar råder i rälerna

11. Underhållsarbeten

Det är gällande befästningstemperatur för varje spåravsnitt som bestämmer hur underhållsarbete får bedrivas. Temperaturintervall för underhållsarbete skall därför meddelas personal innan arbete får påbörjas. *Arbeten som rubbar eller försvagar spårets läge i ballasten (lyftning, stoppning, baxning, slipersbyte, kabelgrävning) eller rälerernas befästning på sliprarna samt påsvetsning av rälererna får endast göras inom temperaturintervallet - 25 till +15 grader kring känd befästningstemperatur.*

Om befästningstemperaturen inte med säkerhet är känd gäller att rälstemperaturen inte får vara högre än +30°C eller lägre än -5°C. För påsvetsningsarbeten gäller dock minimitemperaturen 0°C. Arbetena skall avbrytas innan högsta tillåtna rälstemperatur uppnåtts när det visar sig att flera sliprar än normalt följer med vid redan små lyfthöjder, eller sidolägesförändringar uppstår, samt om man vid spårriktning inte kan uppnå önskade baxvärden. I dessa fall finns skäl att anta att stora spänningar föreligger i rälererna. Ansvarig chef skall då snarast underrättas.

För att möjliggöra spårriktning kan det vara nödvändigt att kapa rälererna och därmed medge rörelsemöjlighet i spåret under arbetet. Efter avslutad spårriktning skall spåret neutraliseras.

Under den varma årstiden skall arbetena påbörjas så tidigt på dygnet, att spåret är iordningställt och fullt ballasterat när rälstemperaturer enligt ovan uppnås.

Efter sådant arbete skall banans sth sättas ned enligt reglerna i BVF 540.33 Tillåtna hastigheter efter spårarbeten. (kan vara ner till 40 km/h)

Om höga rälstemperaturer uppstår innan 100 000 bruttoton passerat över ett spåravsnitt (kan variera från några dagar till någon vecka) där ett stabilitetsnedsättande arbete utförts skall hastighetsnedsättning återinföras även om spåret under svalare perioder efter arbetet trafikerats med full hastighet.

12. Spårsvetsning

Med spårsvetsning menas både skarvsvetsning, på- och reparationssvetsning av sliten spårmaterial.

12.1. Skarvsvetsning

Skarvsvetsning avser hopsvetsning av räler av lika eller olika rälsmodeller och stålsort, och utförs med tre olika metoder: brännsvets, termitsvets och formsvetsning.

12.1.1 Brännsvetsning görs idag endast i Trafikverkets stationära anläggning i Sannahed. Vanligtvis svetsas 40 till 60 och 80 meters räler ihop till 420 meters längd.

12.1.2 Termitsvetsning som är den vanligaste metoden går till så att man noga riktar rälsändarna mot varandra med ett avstånd på 26-26 mm och placerar formar av härdad sand kring svetsstället. Monterar en degel fylld med pulver av järnoxid, lämpliga legeringsämnen och aluminium. När rälsändarna uppvärmts tillräckligt antänds svetsportionen, som under en häftig reaktion och värmeutveckling (ca 2000°C) omvandlas till stål och aluminiumoxid (slagg)

12.1.3 Formsvetsning innebär metallbågsvetsning och används till skarvsvetsning av gaturäler, övergångar mellan olika rälsprofiler och i trånga utrymmen i växlar där termitsvetsning är svårt att utföra.

12.2. På- och Reparationssvetsning

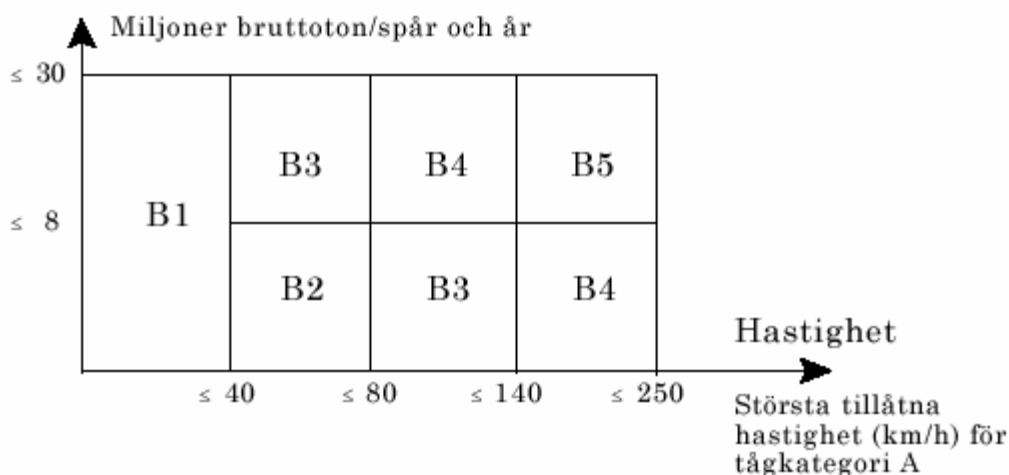
Genom påsvetsning ersätts skadat eller slitet material med nytt. Påsvetsning skall göras innan nedslitning av spårmaterial gått så långt att utbyte måste göras. Manuell metallbågsvetsning, eller halvautomatisk svetsning med rörelektrod är användbara metoder.

13. Besiktning

Utdrag ur BVF 807 Besiktningsskasser

Alla delar av Trafikverkets linjenät skall placeras in i någon av nedanstående besiktningsskasser.

Trafikbelastning



Inom Trafikverket utförs rutinmässigt två typer av besiktning:

- *Säkerhetsbesiktning*, vilket är en trafiksäkerhetskontroll som krävs enligt Järnvägssäkerhetslagen och utförs flera gånger per år i de flesta fall, och:
- *Underhållsbesiktning*, vilket är en omfattande, detaljerad kontroll vars främsta syfte är att skapa ett underlag för kort- och långsiktig planering av underhållsarbetet. Underhållsbesiktning så som Banverket utför den är inte lagstadgad utan en intern utveckling.

Från 2001-04-01 får Säkerhetsbesiktning inom Trafikverket endast utföras av den som genomgått behörighetsprövning med godkänt resultat. Behörigheten gäller i två år och måste därefter förnyas.

14. Spårgeometri

14.1 Allmänt

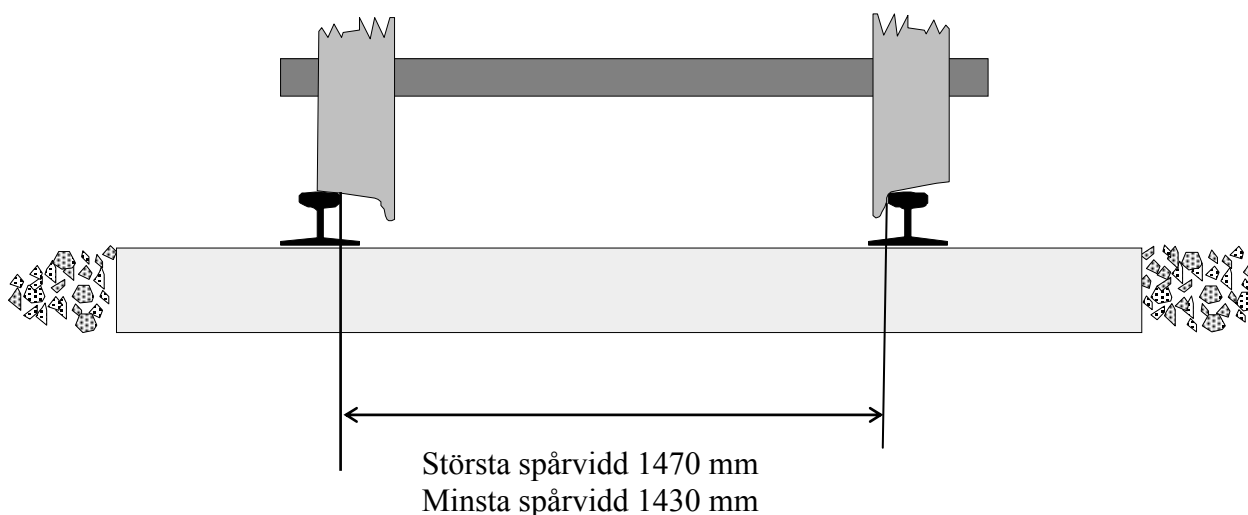
Reglerna i BVH 586.40 (Spårgeometrihandboken) anger de krav som ställs på spårets geometriska form. Med hänsyn tagen till denna bestäms vilken hastighet som kan medges, hur passageraren upplever komforten och de krafter och den förslitning som spåret utsätts för.

Enkla geometriska lösningar eftersträvas.

- Sammansatta kurvor undviks.
- Växel bör läggas i rakspår.

14.2. Spårvidd och spåravstånd

- Spårvidden är det minsta avståndet mellan de båda räls huvudena inom området 0-14 mm under räls överkant.
- Spåravståndet är det vinkelräta horisontella avståndet från spårmitt till spårmitt mellan två spår.
- Spårviddens grundvärde är 1435 mm.
- Spåravståndets grundvärde är 4.5 m.



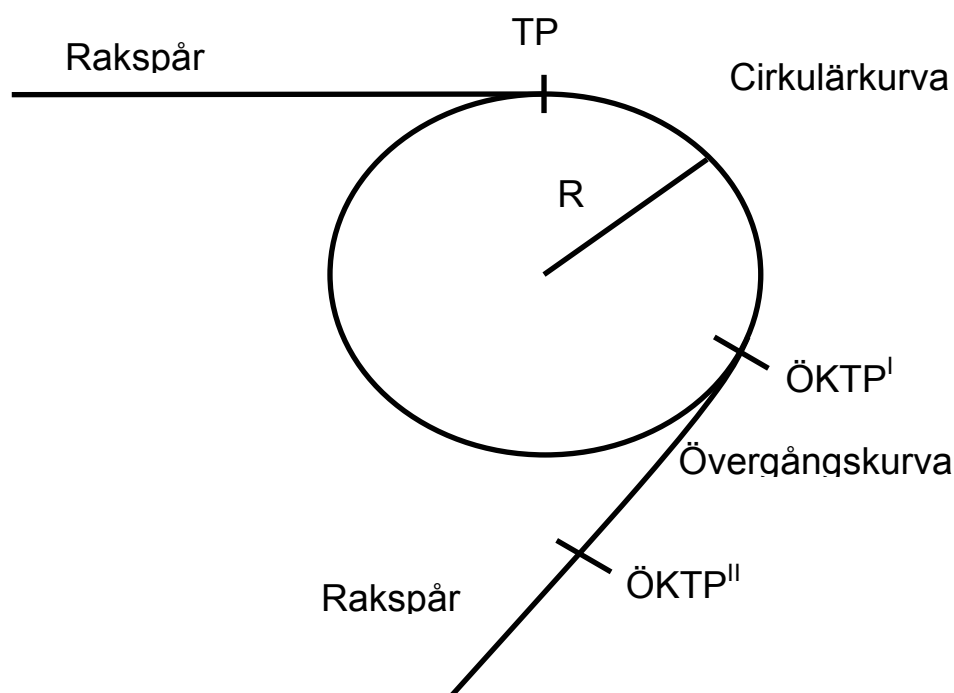
14.3. Horisontalgeometri

Rakspår eftersträvas. Där kurva erfordras eftersträvas enkla geometriska lösningar. Sammansatta kurvor undviks. Där spårväxel skall läggas in, anordnas om möjligt rakspår.

14.3.1 Cirkulärkurva

Cirkeln är en geometrisk figur. Avståndet från dess medelpunkt till periferin kallas radie och betecknas med R . Då en cirkel delas i sektioner genom sin medelpunkt blir radien alltid densamma. Cirkelbågen i en sådan här delsektion utgör en cirkulär kurva. En cirkulärkurva har en viss konstant krökning - eller en viss konstant radie. För att definiera kurva som höger eller vänster utgår man från längdmätningens riktning.

En cirkulärkurva kan förenas antingen med rakspår eller med övergångskurva. Den punkt i vilken föreningen sker kallas tangentpunkt (TP). I övergången mellan rakspår och cirkulärkurva blir det en plötslig radieförändring som påverkar såväl tåggången som hastigheten i kurvan. Därför kan denna kombination endast användas där hastigheten är låg eller där radien är mycket stor.

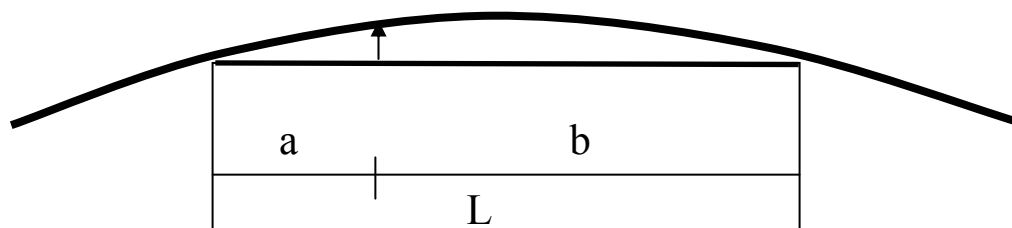
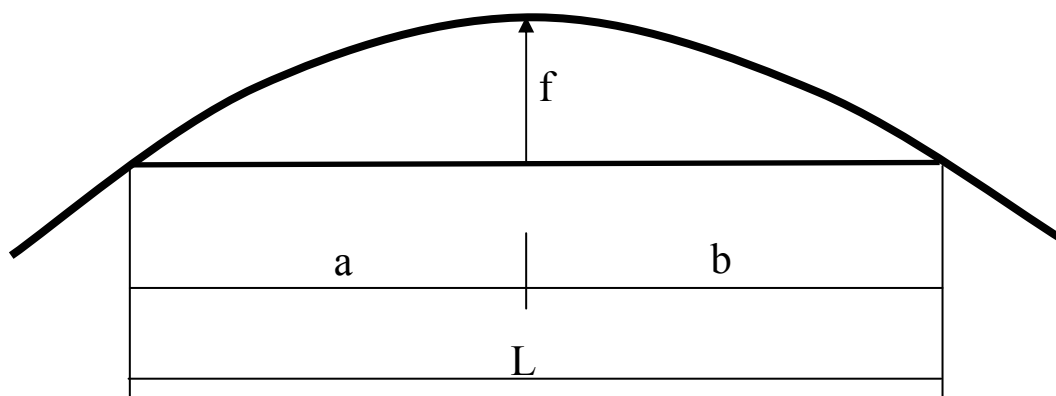


Samband pilhöjd – radie

Ett enkelt sätt att kontrollera geometrin i spåret är att pilhöjds mäta.

Pilhöjds mätning görs med hjälp av en ställlina som är 10 eller 20 m lång.

Linan fästes med speciella, isolerade hållare på kurvans yttre räil. Sedan mäts avståndet mellan linan och räilens färdkant på linans mitt. Mätningen skall börja ute på rakspåret, och göras med ett intervall av halva linans längd, genom kurvan och ut på nästa rakspår. Detta ger en mängd olika värden på pilhöjden (f). Vid mätning av en korrekt kurva fås nollvärden på rakspåret, ökande värden genom övergångskurvan och konstanta värden i den cirkulära delen. När man går ur kurvan är det minskande värden genom övergångskurvan och slutligen nollvärden när man är ute på rakspår igen.

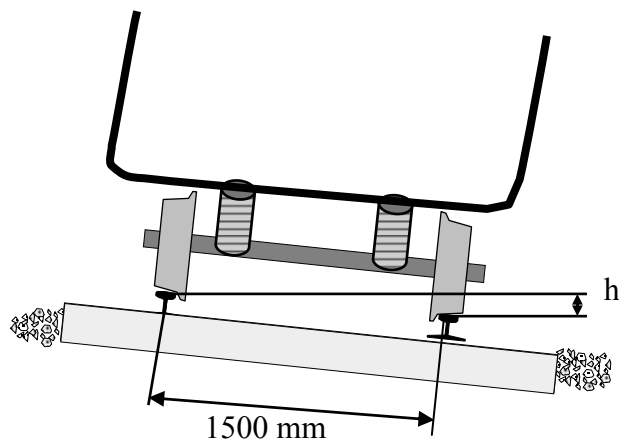


$$R = \frac{a \times b \times 1000}{2 \times f}$$

$$f = \frac{a \times b \times 1000}{2 \times R}$$

14.3.2. Rälsförhöjning

I kurva skall den yttre rälssträngen ligga högre än den inre. Anordnad höjdskillnad mellan rälerna kallas rälsförhöjning (h_a). Rälsförhöjning anordnas m h t hastigheter för de tågkategorier som enligt projekteringsdirektiven skall trafikera sträckan i heltalsmultipel av 5 mm.

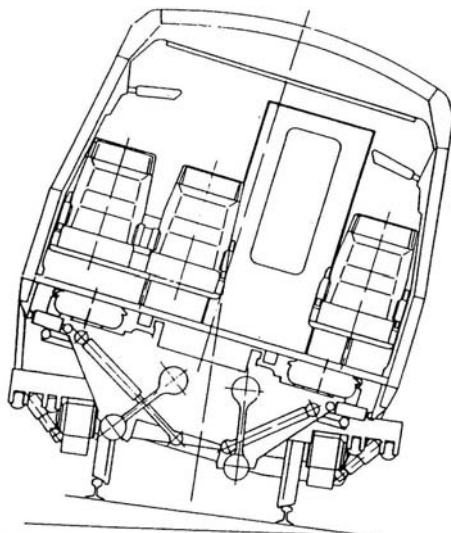


$$h_t = \frac{11,8 \times V^2}{R}$$

Rälsförhöjning anordnas normalt inte i spår med $V \leq 50$ km/h, och större rälsförhöjning än 150 mm anordnas inte.

Normalt anordnas 2/3 av den teoretiska rälsförhöjningen. På linjer med blandad trafik tas hänsyn både till de snabbare och de långsamma tågen.

I kurva vid plattform där de flesta resandetågen stannar bör minsta möjliga rälsförhöjning anordnas. Normalt inte större än 70 mm och aldrig större än 100 mm.



Korglutning X 2000

14.3.3 Övergångskurva och Ramp

Övergångskurva är en spårdel där krökningen kontinuerligt ökar eller minskar. Ramp är en spårdel där den anordnade rälsförhöjningen kontinuerligt ökar eller minskar. Dessa två två geometriska element skall sammanfalla.

Behov av övergångskurvans längd är en komfortfråga medan längden på rampen är en säkerhetsfråga.

14.4. Vertikalgeometri

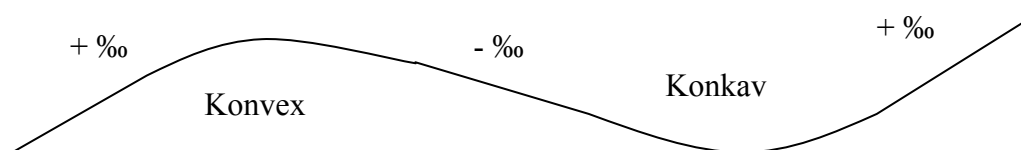
Enkla lösningar skall eftersträvas med långa spårdelar med konstant lutning och däremellan större riktningsförändringar med stora radier. Flera vertikalradier med varannan konvex och varannan konkav utan mellanliggande spårdel med konstant lutning skall undvikas.

14.4.1. Lutning

Hos spårets längdprofil skall små lutningar eftersträvas. Största lutning på spår som upplåts för eller kan komma upplåtas för tung godstrafik är 10‰. På station och hållplats och på andra ställen där tåg stannar skall spårsläggas med minsta möjliga lutning. Normalt mindre än 5‰. Spår som används för växling eller uppställning av vagnar läggs horisontellt ($\pm 2‰$). Stigande lutning i längdmätningens riktning betecknas som positiv. Och fallande som negativ.

14.4.2. Vertikalkurva

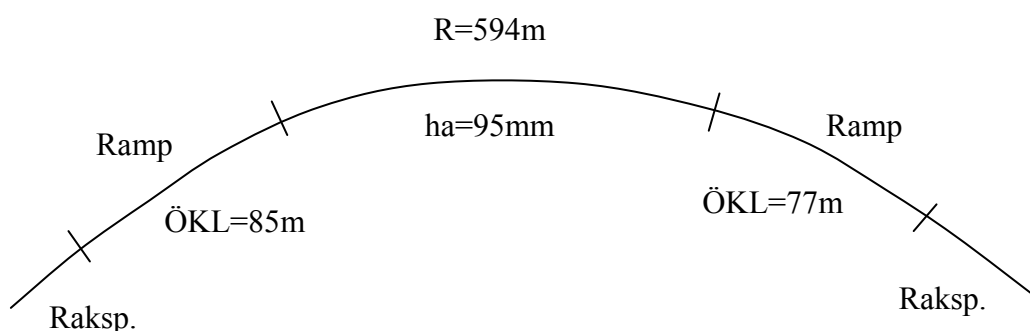
Brytpunkt i spårets längdprofil skall avrundas med vertikalkurva, som beskrivs som konvex eller konkav.



14.5. Dokumentation

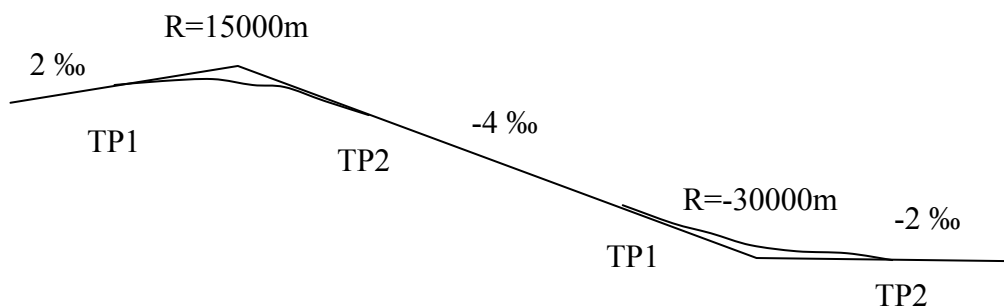
Plangeometri på förbindelse Båsö-Gve

Bdl	UNE	spår	Km	+m	spm*)/Lgd	Typ	Radie	Rf ha	ramp	Giltigt fr	Gm
628	E		193	113	62	rak					
628	E		193	175	85	ök		4,47	R		
628	E		193	260	191	ck	594	95		1985-09-01	N
628	E		193	451	77	ök		4,05	R		
628	E		193	528	276	rak					



Profilgeometri på förbindelse Ä-Åp

Bdl	UNE	spår	Km	+m	spm*)/Lgd	Typ	Lutn/Radie
922	E		217	502	119	Lutning	2
922	E		217	946	93	Vertikalkurva	15000
922	E		218	101	209	Lutning	-4
922	E		218	600	69	Vertikalkurva	30000
922	E		218	936	55	Lutning	-2



15. Spårlägeskontroll

15.1. Allmänt

Spårlägeskontroll kan utföras på två sätt, antingen manuellt med hjälp av en rälsförhöjnings/spårviddsmätare eller maskinellt med olika typer av mätfordon.

Användningsområde

- För att hitta allvarliga fel (säkerhetsrisker)
- För att bedöma var spårjustering behöver utföras.
- Att följa spårlägets utveckling under en längre tidsperiod och därmed kunna bedöma t.ex. var mer genomgripande spårunderhållsinsatser behöver genomföras.
- Kontrollera att kvalitetskraven uppfylls efter utförda arbeten

15.2. Mätfordon

Trafikverkets spår mäts idag på kontrakt av InfraNords mätenhet som har två olika typer av mätfordon för spårlägeskontroll.

Strix mätvagn kan mäta i upp till 160 km/h, den belastar och utsätter spåret för liknande krafter som en personvagn.

Mätdressin IMV 100 mäter spår upp till 100 km/h.

15.3. Mätning

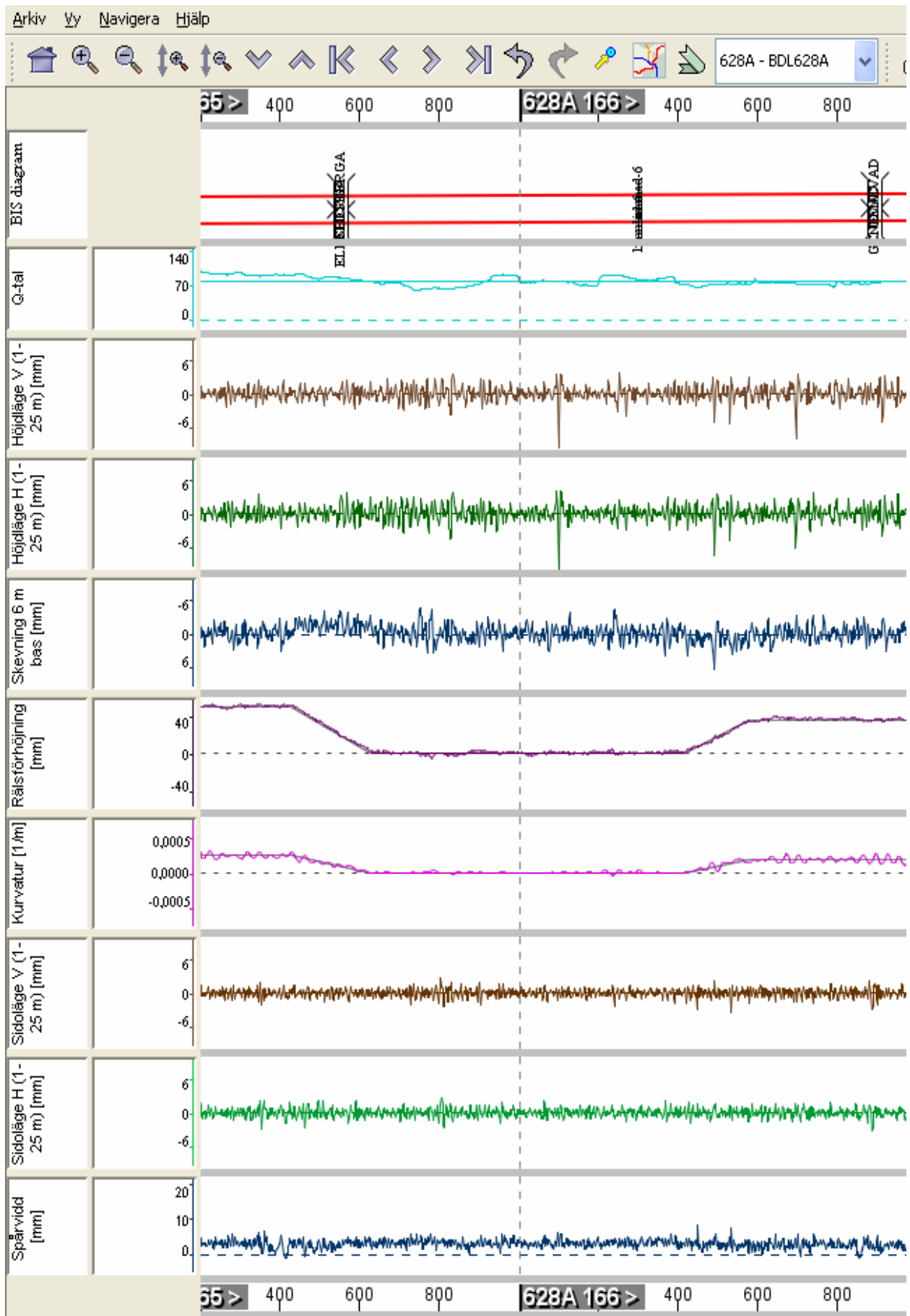
Ett spårlägesdiagram beskriver följande värden i spår:

Kontroll av spårets höjdläge, sidläge (bax), skevningsfel, rälsförhöjning samt spårviddsvärden.

Utöver spårläget mäts/kontrolleras

- Kontaktledning
- Rälsprofil
- Ballastprofil
- Korrugering
- Videofilmning
- Varmgångsdetektorer
- Lista över allvarliga fel

Uppföljning/tolkning sker bäst i Trafikverkets analysverktyg OPTRAM.



BANVERKET STRIX**C-FEL SPÅRLÄGE****Sid 1**

Bandel 628, Spår N,STSP,U,E,1-2 2011-11-18

Bandel	km + meter	Spår	Klass	Skevning		Spår- vidd (mm)	Övriga fel		Längd ¹ (m)	Åtgärdat datum
				3 m bas Ramptal (mm)	6 m bas Ramptal (mm)		Typ	Storlek (mm)		
628	164+ 693									Start bandel Gräns: ->
628	164+ 693									
628	166+ 99	N	0				HöjdKV	10	1	
628	166+ 99	N	0				HöjdKH	10	2	
628	169+ 844	N	0				HöjdKH	12	2	
628	169+ 844	N	0				HöjdKV	13	3	
628	170+ 930	N	0				HöjdKV	10	2	
628	172+ 234	N	0				HöjdKV	12	3	
628	172+ 235	N	0				HöjdKH	12	2	

Spåren bedöms i olika kvalitetsklasser som styrs av gällande sth på sträckan enligt tabellen nedan

Kvalitetsklass	Sth loktåg kat.A	Sth snabbtåg
	km/h	km/h
K0	145 -	185 -
K1	124 - 140	160 - 180
K2	105 - 120	135 - 155
K3	75 - 100	95 - 130
K4	40 - 70	-90
K5	-40	

16. Fritt utrymme utmed banan

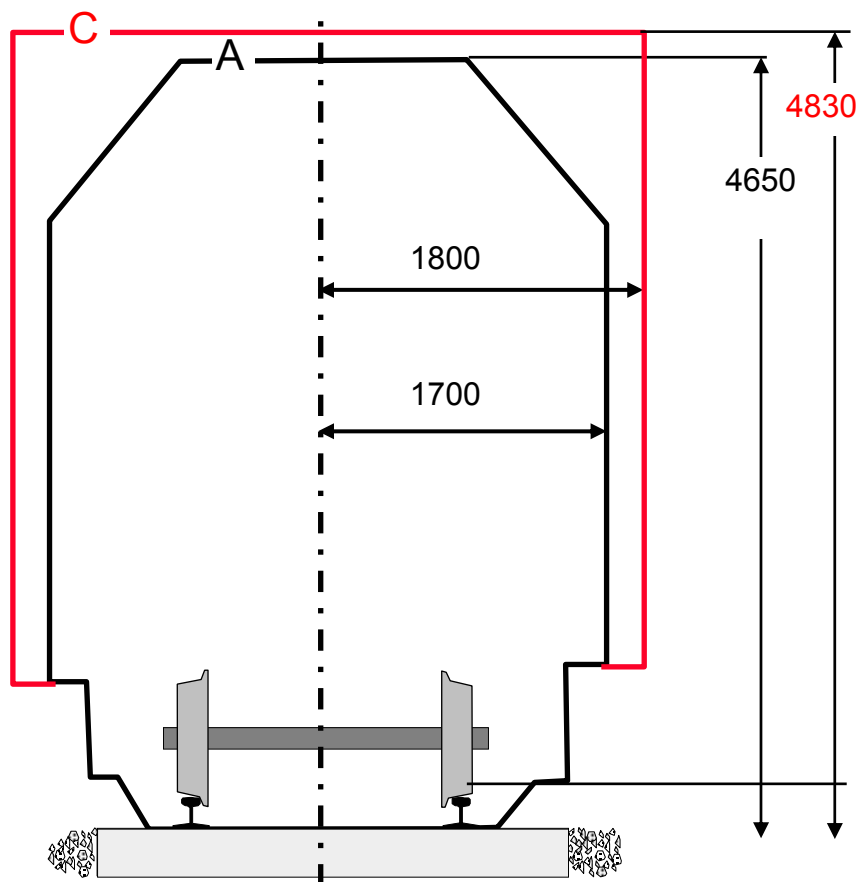
Med fritt utrymme utmed banan avses: Det utrymme utmed spåret, inom vilket fasta föremål med vissa angivna undantag inte får förekomma!

16.1. Normalfordonet

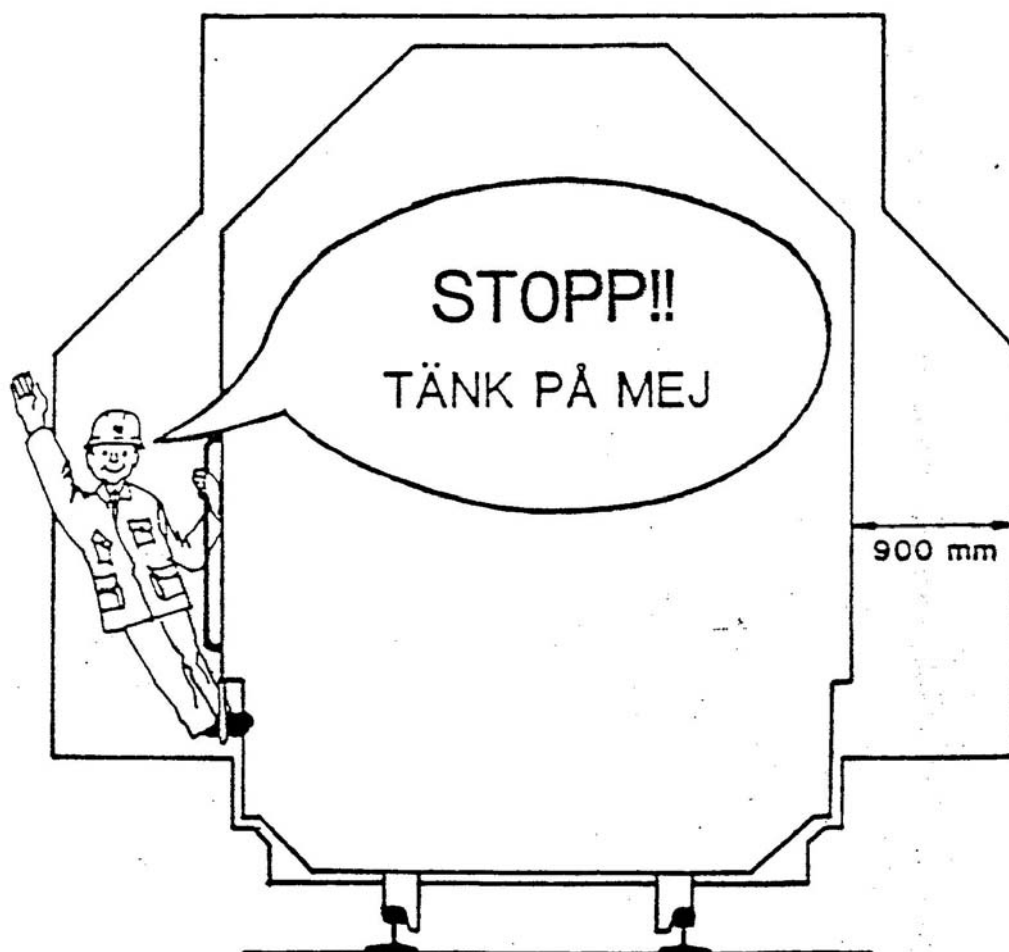
Som utgångspunkt för dimensionering av rullande materiel på Trafikverkets spår används normalfordonet. Det är ett ofjädrat fordon med tvåaxliga boggier och en längd på 24m, boggieavstånd på 18m samt ett axelavstånd på 2m i boggien.

16.2. Normallasten

Som utgångspunkt för dimensionering av laster på rullande materiel används normallasten. Denna är en last på ett fordon med de data, som anges ovan för normalfordonet.



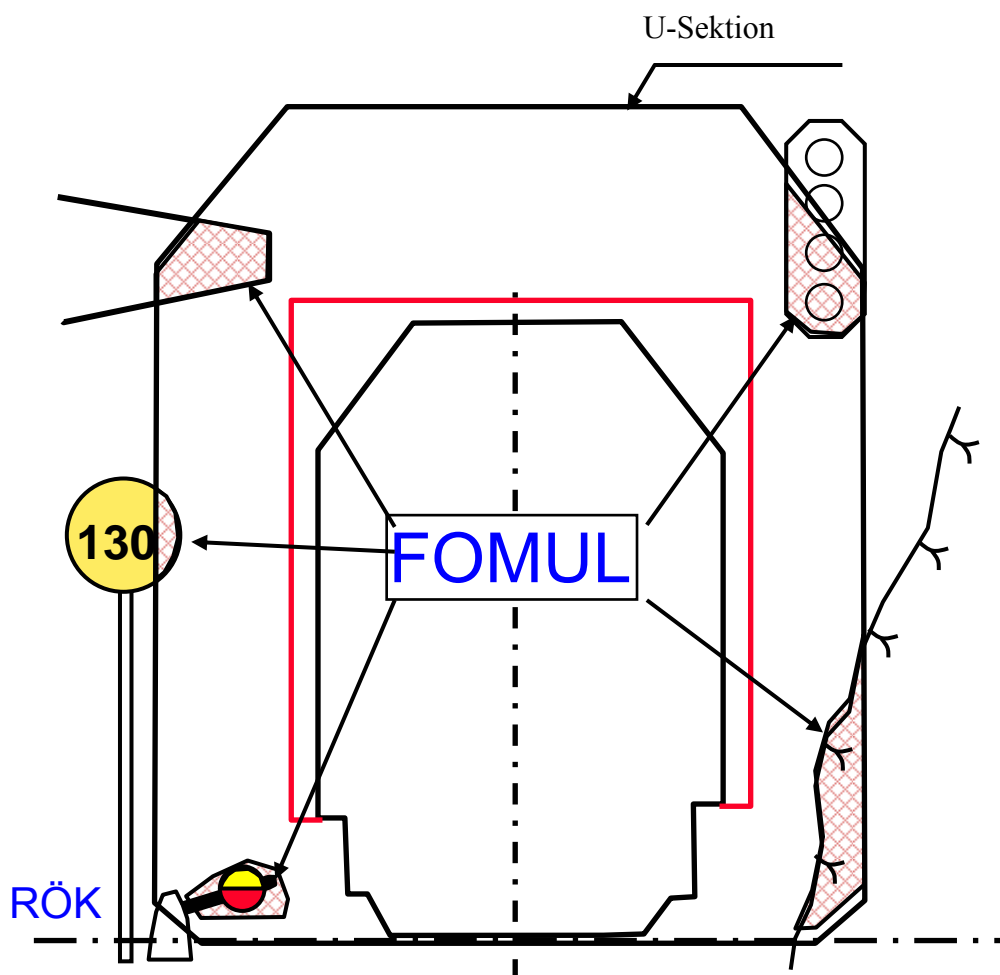
16.3. Normalsektionen för fria rummet.



16.4 Fomul

De föremål som ställer till problem vid framförandet av överskjutande laster kallas *FOMUL* och består av:

Fast objekt mellan undersökningssektion och lastprofils begränsningslinjer



Man strävar efter att successivt rensa bort så mycket FOMUL som möjligt.

Vid placering av fasta föremål:

- tavlor, märken och signaler
- kajer, plattformar och plattformstak
- rangerbromsar
- byggnader och upplag etc.

I och invid spår skall hänsyn tas till:

- normalsektionen för fria rummet och undersökningssektionen
- hinderfriheten för tågrörelse
- maskiners arbetsutrymmen

17. Plankorsningar

Järnvägsnätet innefattar ca 8500 (2012) plankorsningar med skydds-anordningar av varierande slag. Varje år byggs ett hundratals korsningar bort eller får ökat skydd.

Ungefär hälften av de tågolyckor som inträffar är kollisioner mellan tåg och motordrivna fordon vid plankorsningar. I de flesta fall beror dessa olyckor på att vägtrafikanten gjort något fel.

Plankorsningsolyckor kan få mycket allvarliga konsekvenser inte bara för vägtrafikanten utan även för tåget och kan resultera i mycket omfattande personella och materiella skador. Plankorsningarna måste därför betraktas som den största säkerhetsrisken vid järnvägen. Så många plankorsningar som möjligt bör därför slopas.

17.1. Plan-, profil- och siktförhållanden

Trafikverket svarar för utformning och underhåll av plankorsningarna så att tillfredställande plan-, profil- och siktförhållanden erhålles.

17.1.1. Plan

Under rubriken plan föreskrivs för olika typer av plankorsningar vad vägbredden skall vara - gäller även gångväg.

Vidare finns där bestämmelser om korsningsvinkel, var plankorsningar bör undvikas samt att vissa objekt ej bör ligga inom korsningsområde.

17.1.2. Profil

Vägens profil över plankorsning skall om möjligt vara sådan, att spåret inte bildar besvärande gupp eller puckel i vägbanan. Det bör finnas ett horisontalplan eller ett i det närmaste horisontellt plan.

Vägens profil skall utformas m h t rälsförhöjning i kurva för såväl enkel- som dubbelspår.

Väghållaren skall i god tid underrättas om sådan ändring av spår läget, som förändrar vägbanans kvalitet eller höjdläge.

I detaljplaner kan gatuhöjd vara angiven vid plankorsning. Detta måste beaktas vid spårarbeten.

17.2. Sikt, siktröjning

På grund av olycksriskerna är det angeläget att siktförhållandena är så bra som möjligt. De vanligaste siktförbättrande åtgärderna är röjning av träd, buskar och annan skymmande vegetation samt bortflyttning av skjul, staket, upplag o dyl. samt rivning av byggnader. Enstaka föremål kan stå kvar inom siktområdet.

Om säkerheten vid plankorsning bygger på närsikt minst 10 sekunder skall denna upprätthållas hela året.

När det finns vägskyddsanläggning eller enkel ljussignal, är kravet på kontinuerlig siktröjning inte lika starkt.

Siktskymmande föremål

Fasta kopplingskåp eller annat, som måste finnas i plankorsningens omedelbara närhet, skall placeras så att det inte blir siktskymmande. Samråd skall ske med Trafikverket.

Trafikverket skall övervaka att tillfälliga ved- och timmerupplag ej läggs upp vid korsning så att sikten försämras.

Även vid placering av rastkurar eller liknande skall siktförhållandena beaktas.



Underbyggnad

Vägen bör vara tjälskjutningsfri på en viss sträcka åt båda hållen utanför spårområdet. Om uppfrysning förekommer i spåret, skall så lång sträcka som möjligt på båda sidor om plankorsningen och genom denna göras tjälskjutningsfri, så att kilning inte skall behövas inom korsningsområdet.

Plankorsning bör dräneras väl.

Val av plankorsningsanordning beror på trafikbelastningen. Trafikverket godkänner vid tung biltrafik Storplan och Strail. Den förra utförs av betong och den senare av gummi.