

# ESTETISK VÄGUTFORMNING KONTROLL AV VÄGENS INRE HARMONI

David Sandegård, doktorand, Gunnar Lannér, universitetslektor  
Institutionen för väg- och trafikplanering  
Chalmers tekniska högskola (CTH)  
S-412 96 Göteborg

Tel +46 31 772 2399; Fax +46 31 18 97 05; E-mail david.sandegard@road.chalmers.se;  
gunnar.lanner@road.chalmers.se

## 1 Introduktion

Den väggeometriska forskningen med inriktning på estetik har under senare tid varit svag, såväl nationellt som internationellt. De starkaste ledstjärnorna inom området är de klassiska Tunnard och Pushkarev [1], Appleyard och Lynch [2], Lorenz [3] och senare Hubendick [4] och Varming [5].

Det finns idag många erkänt goda vägprojektörer, som utformat vägar där både den yttre harmonin - vägens inpassning i landskapet, och den inre harmonin - vägens linjeföring i plan och profil är utan anmärkning.

För vägens linjeföringsparametrar finns en uppsättning gränsvärden men dessa har i allmänhet en kördynamisk bakgrund. Det är således upp till den enskilde projektören eller projektgruppen att inom ramen för normerna välja de faktiska parametrarna, horisontal- och vertikallradier, kurvängder, klotoidparametrar etc.

Även om kunskaper och erfarenheter finns hos enskilda personer, så finns den inte strukturerad och publicerad. I syfte att ta tillvara erfarenheter och göra dem tillgängliga för unga projektörer stöder den svenska Kommunikationsforskningsberedningen (KFB) ett forskningsprojekt vid institutionen för väg- och trafikplanering, CTH, genom att finansiera en PhD-studerande samt handledning under tre år.

Forskningsuppgiften grundar sig på Hellers teori om vägens yttre och inre harmoni samt Tunnards mening att den inre harmonin är den viktigaste. Projektering av en väglinje med kontinuerlig första och andra derivata, som Broman [6] föreslagit, bestämd av ett femtegradspolynom är med dagens datorkapacitet fullt möjlig men eftersom den konventionella vägen fortfarande består av raklinjer, horisontal- och vertikallradier samt klotoider kommer endast denna typ väglinje analyseras. Grupper av försökspersoner dels ur den professionella kåren av vägfolk men också vanliga bilförare/passagerare kommer att utnyttjas i forskningen.

Den del av projektet som beskrivs i detta paper, behandlar en ansats att med datorstöd ge projektören ett verktyg att

- 1) kontrollera vissa element i vägens inre harmoni
- 2) välja ut sektioner på vägen där linjeföringen bör studeras närmare.

Senare kommer ytterligare kontrollfunktioner att definieras och slutligen illustreras i en katalog med goda och mindre goda vägmiljöer där resultatet av kontrollerna visas.

## 2 Problemformulering

### 2.1 Dagens vägar

De flesta av våra vägar som har byggts under de senaste årtiondena har en genomtänkt och god linjeföring där man kontrollerat och justerat vägens linjeföring just med tanke på harmonin. Detta är en anledning till att man normalt inte lägger märke till linjeföringen. Är den harmonisk stör den inte föraren som då inte heller reagerar över den.



*Figur Fejl! Ukendt argument for parameter. En harmonisk linjeföring med mjuka, svepande former*



*Figur 2 En disharmonisk linjeföring. Knycket i väglinjen drar till sig uppmärksamheten*

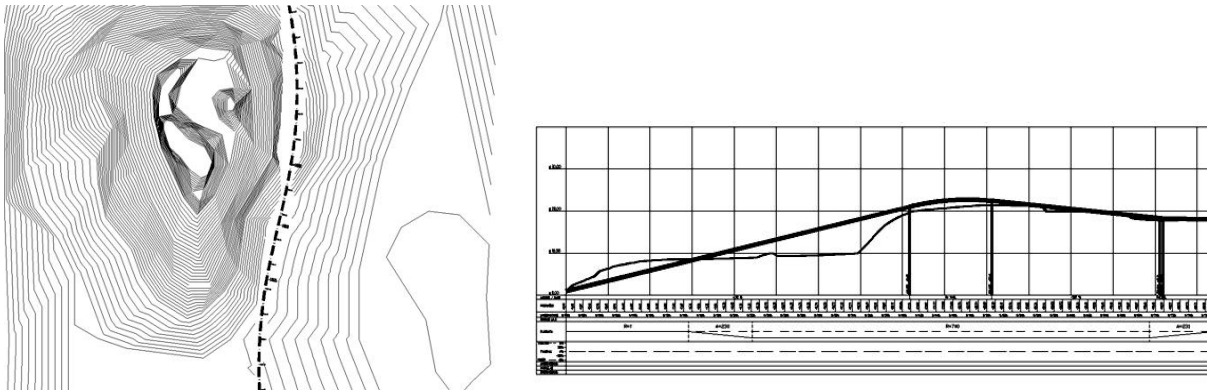
Det är först när någonting hos vägen ser underligt ut som föraren reagerar. En väg genom ett omväxlande och vackert landskap ger trafikanterna en positiv upplevelse och minskar den tröttande känsla som kan smyga sig på föraren efter en längre tids körning. Är sedan vägen i sig harmoniskt gjord påverkas helhetsintrycket i positiv riktning.

Det finns alltså anledning att fortsätta lägga vikt vid linjeföringens harmoni vid projekteringen. Kan man underlätta för projektörerna att hitta en harmonisk linjeföring kan vi kanske få ännu vackrare vägar i framtiden.

## 2.2 Vägprojektering

När man projekterar vägens sträckning, det som kallas linjeföring, arbetar man i två steg. Det första man gör är att bestämma var någonstans i landskapet vägen skall gå. Här kan projektören skissa upp vägen på ett kartunderlag och bestämma var kurvor och raksträckor skall ligga. Detta kallas vägens linjeföring i plan eller horisontalgeometri.

När vägen är bestämd i plan tas en profil ut av terrängen i väglinjen. Med denna terrängprofil som underlag börjar arbetet med att bestämma hur vägen skall dras i profil, vägens vertikalgeometri. I detta moment bestäms var det skall vara uppförs- eller nedförsbacke, lutningarnas storlek och de konvexa och konkava vertikalkurvornas radie.



Figur 3,4 Plan- och vertikalgeometri. I profilformuläret används förställd höjdskala, vilket gör att terrängen ser väldigt kuperad ut.

Först när både plan och profil är bestämda är vägen helt bestämd i läge och det är först då som projektören med hjälp av datorberäknade perspektivbilder kan studera vägens utseende. Projektören med lång erfarenhet av denna projekteringsgång kan relativt väl föreställa sig vägens utseende redan vid arbetet med plan och profil, men för en oerfaren kan det vara svårt. En korrekt bild av vägen kan endast fås genom att studera perspektivbilder.

Om projektören eller beställaren inte är nöjd med resultatet vid studium av perspektivbilderna måste vägen justeras i plan eller profil eller kanske båda. Sedan måste perspektiven beräknas om och projektören / beställaren återigen studera vägen. Detta kan upprepas några gånger tills alla är nöjda. Det hela tar ganska mycket tid och pengar i anspråk och risken finns att man nöjer sig med ett halvbra alternativ på grund av tidsbrist.

## 2.3 Framtida vägprojektering

Med största säkerhet kommer det att gå väldigt snabbt och lätt att generera perspektiv av vägen. Man kommer att kunna arbeta med profilen samtidigt som man kan betrakta vägen i perspektiv från valfri punkt. En fullständig 3D-modell genereras med en knapptryckning och projektören kan enkelt studera det färdiga resultatet av väg och terräng.

Hur snabbt och lätt det än går i framtiden måste det ändå vara någon som subjektivt bedömer vägens utseende från dessa perspektiv eller modeller. Är denna person slarvig, okunnig eller oerfaren riskerar man ändå att få en linjeföring som inte är harmonisk.

## 2.4 Projekteringsstöd

Vad som saknas är en bedömning av perspektiven av någon erfaren och tålmodig person som alltid finns tillhands för projektören. Förhoppningsvis kan experten delvis ersättas av ett datorprogram som



*Figur 5 Det är först när man gjort datorberäknade perspektiv man ser det färdiga resultatet.*

har en erfaren bedömares krav på vägens utformning inbyggt. Ett sådant program skulle kunna underlätta för projektörerna genom att de kan testa flera olika alternativ och koncentrera sig på avsnitt som programmet ej godkänner.

Programmet skall enbart vara en hjälp för att få en första bedömning av vägen, en väckarklocka för projektören om vilka avsnitt av vägen som bör kontrolleras noggrannare, till exempel med hjälp av perspektiv.

## 3 Hypotes

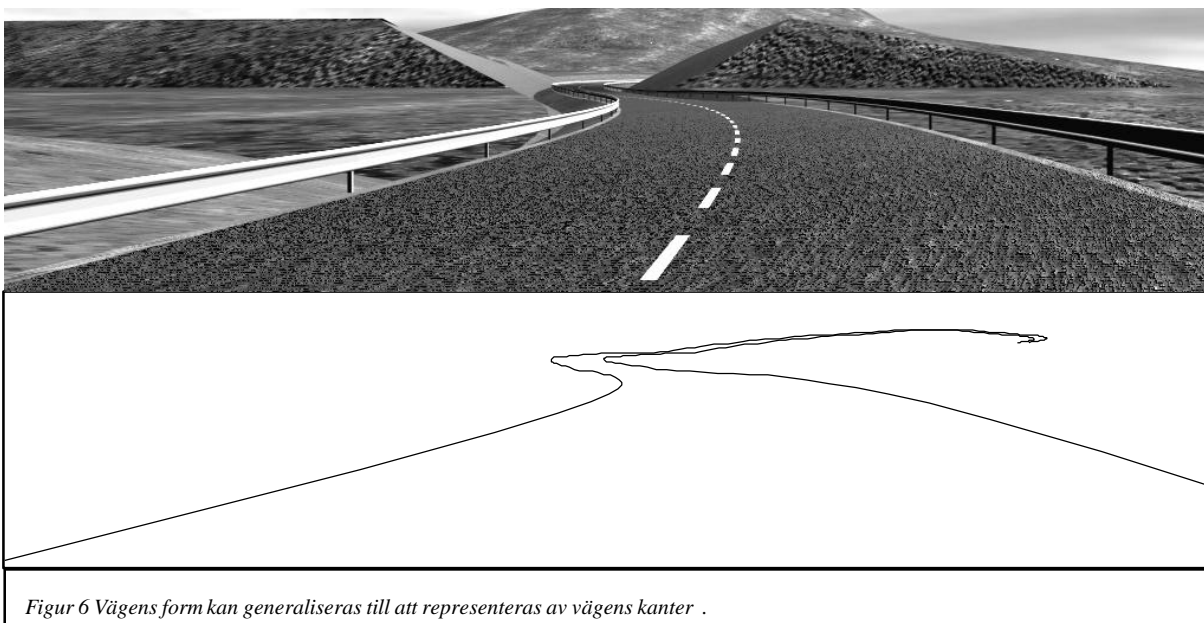
### 3.1 Harmonisk linjeföring eller vägens inre harmoni

Många trafikanter lägger egentligen inte märke till vägens linjeföring och har väldigt svårt att bedöma den som bra eller dålig ur estetisk synvinkel. De som verkligen tittar på linjeföringen är ofta insatta i vägprojektering och studerar av yrkesmässigt intresse linjeföringen på vägen de kör. Dessa professionella bedömare har höga krav på linjeföringens harmoni. Ordet harmoni är grekiska och betyder samklang, överensstämmelse, i detta fall mellan de former av vägen vi ser när vi betraktar den, vägens inre harmoni. Generellt för vägestetik gäller samklang mellan alla de former man ser; vägen tillsammans med landskapet, den yttre harmonin. [1]

Man kan anta att det finns vissa typer av former, beträffande själva vägen, som de flesta personer håller för mindre tilltalande än andra. Det kan här bli frågan om ”omvänd bevisföring”; Upplevs vägens form som konstig eller ful är linjeföringen inte harmonisk, annars är den det. Här blir det frågan om vilkas åsikter om vägen eventuella harmoni, som skall vara gällande. Man kan vidare anta att om en väglinjeföring kan anses som harmonisk av de personer som har de högsta kraven, de ”professionella” bedömare, kommer samma väg även av ”normaltrafikanter” klassas som harmonisk. Det är däremot långt ifrån säkert att en väg som ”normaltrafikanter” kallar harmonisk skulle få det epitetet av de ”professionella” bedömare.

### 3.2 Hur man uppfattar vägen

Detta projekt har en begränsad omfattning av vägestetik. Vi koncentrerar oss på vägen, utan hänsyn till landskapets karaktär. Vi är av den uppfattningen att om vägens form görs mer tilltalande, harmonisk, blir även helhetsintrycket bättre. Många vägar som anses som vackra, till största delen beroende på landskapet de går igenom, skulle kunna bli ännu vackrare om väglinjen gjordes om till att bli harmonisk utmed hela sträckningen. Det man uppfattar av vägens form när man färdas längs vägen kan generaliseras till att bara bestå av två kurvor som utgörs av vägens kanter.

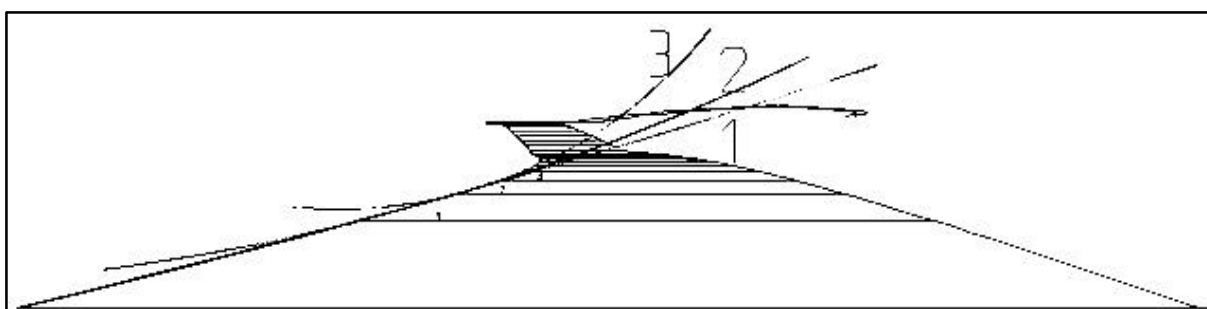


Figur 6 Vägens form kan generaliseras till att representeras av vägens kanter .

### 3.3 Det går att matematiskt analysera harmonin

Skulle man försöka sig på att ge generella direktiv för hur vertikal- och horisontalgeometri skall förhålla sig till varandra, avseende radier, lutningar och inte minst tangeringspunkter, ställs man inför ett oändligt antal varianter och det hela blir omöjligt att överblicka. Det är därför vedertaget i vägprojekteringen att studera perspektiven för den slutgiltiga kontrollen av vägens utseende.

Att analysera vägen utgående från perspektivet är ett sätt att dels analysera det man kommer att se av vägen samtidigt som man då kan täcka in både vertikal- och horisontalgeometrin samtidigt, vilket föreslagits av Springer och Huizinga [7]. De två kantlinjerna på vägen sedda i perspektiv kan betraktas som två kurvor i ett plan. Kurvorna i sin tur kan förenklas till att bestå av ett ändligt antal radier. Harmonin ligger i dessa radiers förhållande till varandra samt avståndet mellan de två kantlinjerna.



Figur 7 Kurvorna som representerar vägens kanter kan sägas bestå av ett antal radier.

### 3.4 Harmonin ligger inom vissa gränser

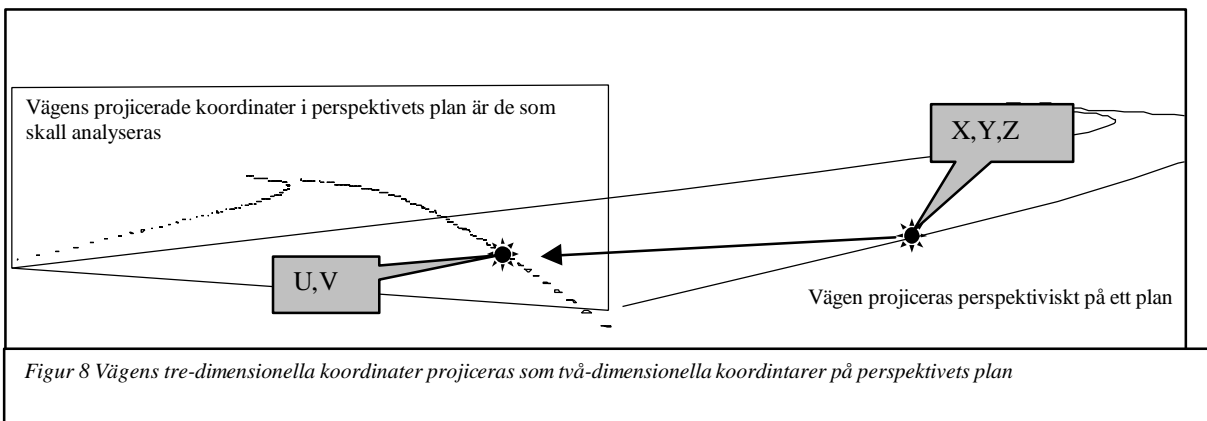
Betraktar man figur 7 ovan kan man urskilja en liten knyck i linjeföringen och då speciellt på vänster kantlinje. En mer matematisk beskrivning skulle kunna vara att radierna i papperets plan vid backens början är små i förhållande till radierna innan och i backen. Analyserar man vänster kantlinje från betraktelsepunkten och framåt kan man tänka sig en mjuk förändring av kurvans radie fram till backens början, radierna 1,2,3 osv. Vid backen minskar radien kraftigt och centrumunkten för radien hamnar dessutom till höger om vänster kantlinje. I backen övergår radien till att bli väldigt stor, nästan en raklinje, för att vid backkrönet återigen bli väldigt liten. Det är dessa snabba och stora förändringarna av radier i papperets plan som uppfattas som icke harmoniska.

Vi tror att man matematiskt kan sätta gränser för hur snabbt radien får ändras längs kantlinjen i förhållande till avståndet mellan kantlinjerna för att vägen skall kunna uppfattas som harmonisk. Dessa gränser är beroende av vem som analyserar vägen men de hårdaste kraven på harmoni kan troligtvis accepteras av de flesta.

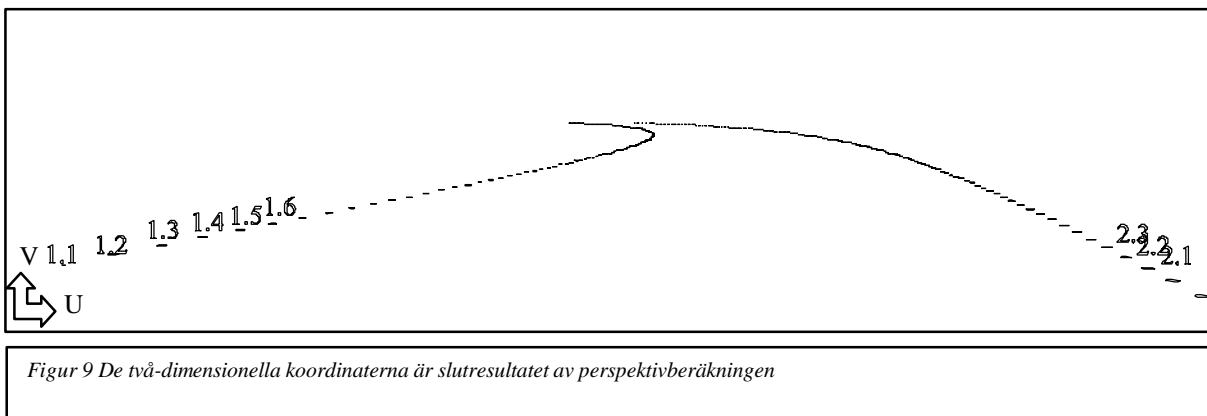
## 4 Metodik

### 4.1 Analys av vägen i perspektiv

En förutsättning för analysen är att vägens horisontal- och vertikalgeometri samt skevning finns lagrad i digital form;. Med hjälp av ett program beräknas perspektiv från förarplats längs vägen. Dessa perspektiv skall i första hand användas av programmet för den matematiska analysen, i andra hand som ett grafiskt hjälpmedel för projektören. Då det är främst för databehandling som perspektiven beräknas kan de bestå av punkter, inte nödvändigtvis linjer, vilket är normalt vid perspektivbilder.



Dessa perspektiv skall genereras med jämna intervall längs vägen, lämpligtvis 1 meter. För varje generering skall de perspektiviska koordinaterna analyseras och lagras.



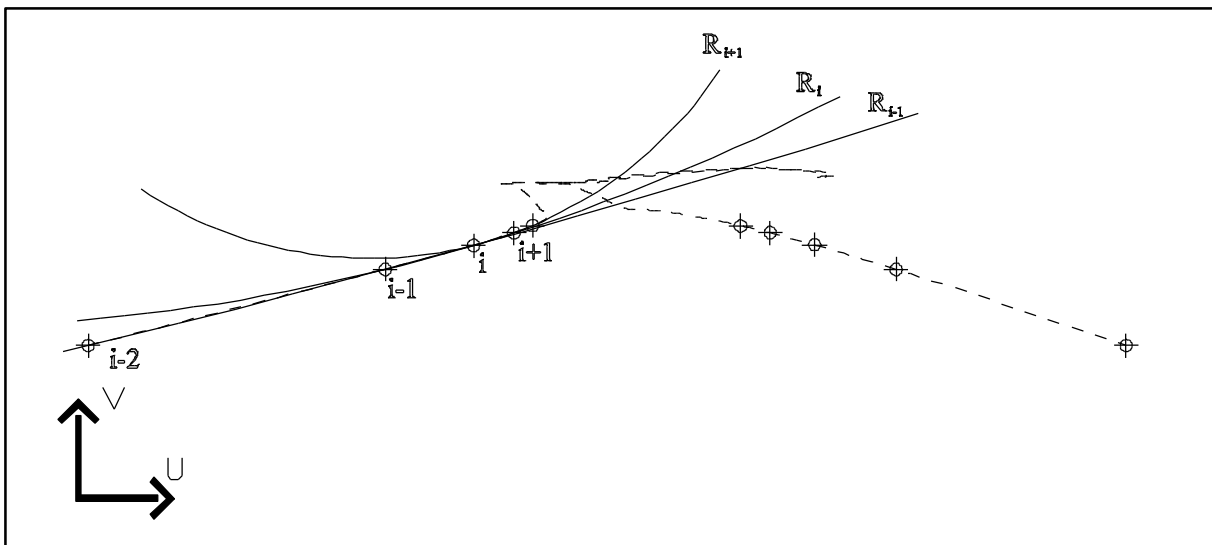
När nu vägen finns lagrad i ett perspektiv för varje meter, i perspektivkoordinater, kan den matematiska analysen börja.



## 4.2 Matematiska samband

### 4.2.1 Analys av enskilt perspektiv

Vägens kantlinjer i varje bild finns representerade som parvisa punkter med tvådimensionella koordinater, U och V. Punkterna är beräknade med, av användaren, givet intervall längs vägen. Antag att punkterna är numrerade med lägsta numret närmast betraktaren av bilden med olika nummerserie för varje kantlinje. Genom att jämföra varje punkt med före- och efterliggande punkt kan kantlinjerna analyseras med hänsyn till dess krökning.



Figur 10 Radie  $R_{i-1}$  är den radie som går genom punkterna  $i-2$ ,  $i-1$  och  $i$ , radie  $R_i$  går genom  $i-1$ ,  $i$  och  $i+1$  och så vidare

Antag att en radie,  $R_i$ , beräknas som den radie som går genom punkterna  $(i-1)$ ,  $(i)$  och  $(i+1)$ . Denna radie  $R_i$  jämförs i sin tur med radierna  $R_{i-1}$  och  $R_{i+1}$ . Storleken på radier och avstånd som används i analysen mäts direkt i perspektivbilden

Det som analysen syftar till är att hitta "knyckar" på kantlinjerna vilket matematiskt skulle kunna beskrivas som att skillnaden mellan  $R_{i-1}$ ,  $R_i$  och  $R_{i+1}$  är stor. Vad stor innebär i detta uttryck är något som ännu inte vet, men antag att  $R$  är 1000 gånger större än  $R_{i+1}$ . Detta skulle tydligt synas som en "knyck" i väglinjen. Eftersom upplevelsen av "knyck" är beroende av på vilket avstånd "knycken" befinner sig från betraktaren samt hur mycket man ser av vägbanan, blir också avståndet mellan kantlinjerna, det vill säga punkt  $i$  på vänster kantlinje och punkt  $i$  på höger kantlinje, av betydelse. Stort avstånd mellan linjerna betyder att punkt  $i$  är nära betraktaren och då är toleransen lägre för stora variationer i  $R$ . Av särskild vikt är de punkter där centrum för  $R_i$  byter sida om kantlinjen, en S-form i perspektivets plan.

#### 4.2.2 Ett första test

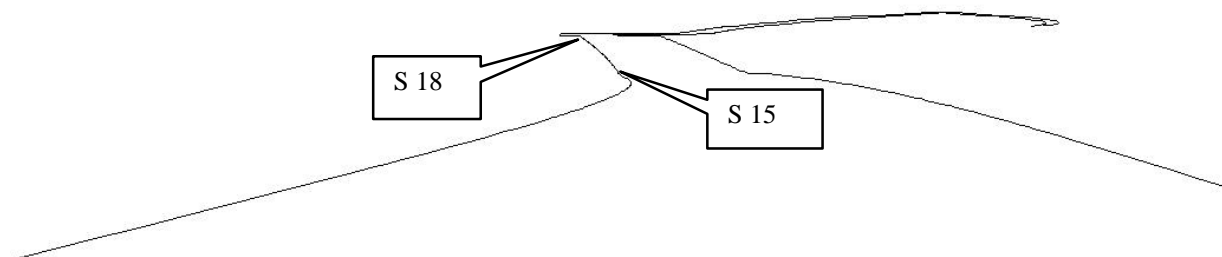
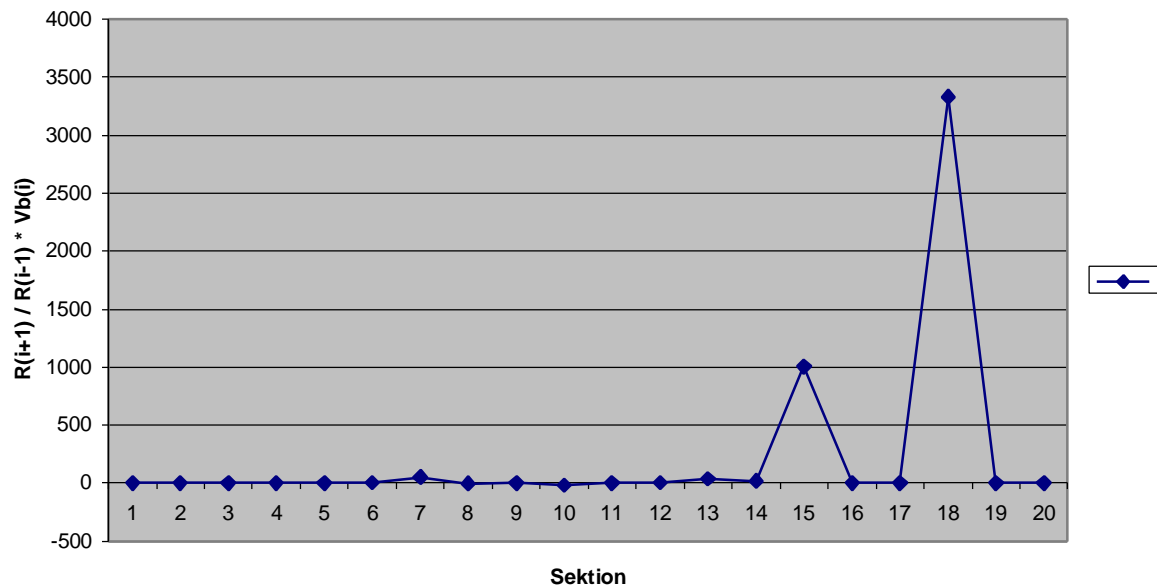
Perspektivet nedan har analyserats enligt ovan. Den analys som gjorts av radierna är enligt:

$$\frac{R_{i+1}}{R_{i-1}} * V_b$$

, där  $R_i$  är radien i punkt  $i$  och  $V_b$  är avståndet i  $u$ -led mellan kantlinjerna i samma punkt. Formeln uttrycker förändringen av radien kring punkt  $i$ .

Man kan här tydligt urskilja två sektioner, 15 och 18, vilka båda kan ses som knyckar vid backens början och slut.

Vänster kantlinje



### **4.3 Intervju av personer angående vägens inre harmoni**

Intervjuerna syftar till att undersöka olika grupper av människors krav på linjeföringens harmoni. Dessa grupper skall representera medelbilisten (1500 mil /år), yrkestrafikanter (handelsresande, chaufförer), oerfarna vägprojektörer ( mindre än två års projekteringserfarenhet) samt de erfarna projektörerna (mer än tio års projekteringsvana).

De intervjuade skall studera alternativa linjeföringar av samma väg, Det kan här bli frågan om att gradvis ändra en radie i linjeföringen tills den intervjuade anser att vägen inte längre är harmonisk. Resultatet av intervjuerna används sedan för att beräkna tillåtna gränsvärde beträffande tillåten ”knyckighet” på kantlinjerna.

## **5 Konklusion**

Av det första försöket till analys av ett perspektiv framgår att det är möjligt att matematiskt uttrycka eller ge ett mått på ”knyckigheten”.

Intervjuerna bör kunna ge en uppfattning om gränsvärdenas storlek.

## **6 Referenser**

1. Tunnard, C & Pushkarev, B (1967). *Man-made America Chaos or control?* 5:e rev uppl. USA: Yale University Press
2. Appleyard, D. & Lynch, K. & Meyer, J. R. (1964). *The view from the road*, USA: Massachusetts Institute of Technology
3. Lorenz, H. (1971). *Trassierung und gestaltung von straben und autobahnen*. Wiesbaden und Berlin: Bauverlag GmbH. ISBN 37-6250-445-8
4. Hubendick, P-E. (1976). *SRS Vägutformning*. Stockholm: SRS Förlag
5. Varming, M. (1970). *Motorveje i landskabet*. Köpenhamn: Statens Byggeforskningsinstitut. ISBN 87-5630-018-2
6. Broman, A. (1982) *Smooth alignment of roads*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola. Rapport nr 36
7. Springer, J.F. & Huizinga, K.E. (1975) *The road-picture as a touchstone for the threedimensional design of roads*. Haag: Government Publishing Office ISBN 90-12-00703-8