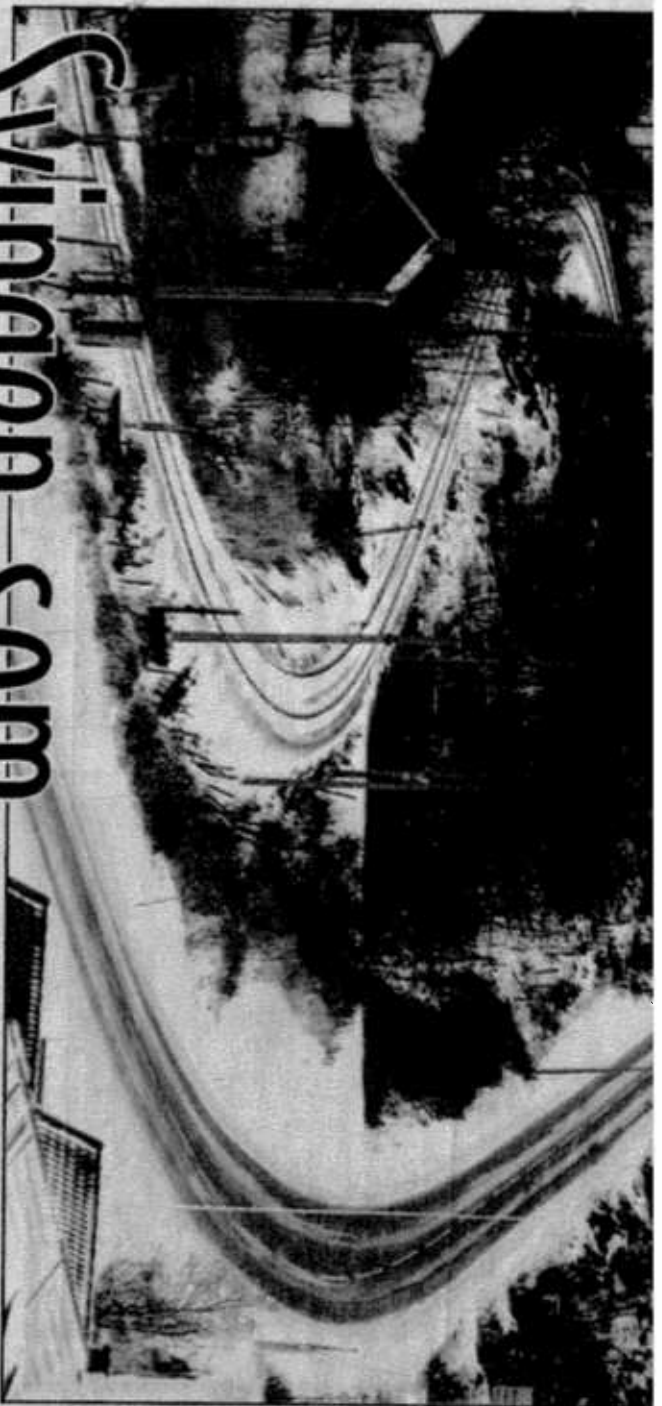




Svingen som

TRYGT OG PENL: Klotolde-svingene svinger seg på en naturlig måte gjennom landskapet – og gjør at veien blir tryggere å kjøre på. Foto: Aftenposten

red der

■ En matematisk formel fra 1696 gjør at du kan kjøre trygt på svingete veier.

Det var den sveitsiske matematikeren Johann Bernoulli som først studerte *klotolde* – en helt spesiell form for spiral.

Den dag i dag må ingeniørene lære seg klotolde-formelen før de får lov til å bygge veier. Klotoidene gjør veiene tryggere, mer komfortable og penere.

Klotoidene finner du der veien går fra en rett strekning og inn i en sving.

En vel uten klotolde vil fungere på samme måte som barnas Bråto-togbane: Den vil gå direkte fra en rett strekning og inn i en sving med bestemt radius.

Sidesleng

Hvis bilen skal greie å følge en slik vei, må du holde rattet rett helt til du kommer inn i svingen, og så må du plutselig vri det helt momentant. Passasjerene i bilen vil bli slengt mot den ene siden.

Derfor bygges moderne veier med *overgangskurver*, en gradvis overgang

fra rett til sving. I denne overgangen blir svingen gradvis krappere, slik at du har tid til å vri på rattet. Og når svingen er nesten slutt, blir den gradvis slakere – helt til veien igjen er rett.

Det er her den gamle klotolde-formelen kommer inn. Den viser seg å være omtrent perfekt for å beregne en god overgangskurve.

– Hvis du følger bilens hjulspor gjennom en tilfeldig sving, vil du se at de følger omtrent en klotolde, sier sjefingeniør Tor Smeby i Vegdirektoratet.

Klotoidene er litt plundrete å regne for hånd. Vi begynte å bruke dem da vi innførte EDB-verktøy på 1960-tallet. Men det aller meste av veier her i landet er jo bygget etter det, sier Smeby.

Prøving og felling

Overgangskurver finnes nok også på eldre veier, men de er heller laget ved prøving og felling ute i terrenget.

Siden omtrent alle veier i dag har overgangskurver, er det ikke mulig å sjekke statistisk om de virkelige er sikrere enn veier som ikke har det.

Men alt tyder på det. Forsøk viser at en bilfører som nærmer seg en veisnitte med overgangskurve,

vil begynne å vri på rattet noen meter før svingen egentlig begynner. Dermed vil bilen legge seg inn mot midten av veien gjennom svingen, med høyere risiko for møteulykker. De første vel-klotoidene finnes på amerikanske «parkways» fra 1930-tallet. Disse veiene regnes som noen av de vakreste i verden.

Klotoidene gjør at innfjøringen blir mykere og penere, og at veien kan bli bedre tilpasset til terrenget, forteller professor Asbjørn Hovd ved NTNU.

Men aller først ute var jernbanene. Tunge tog som dundret inn i svinger uten overgangskurve, var en enorm belastning for skinnegangen. Risikoen for avsporinger var også større akkurat her.

Derfor har norske jernbaneingeniører strevd med spiralformler og beregnet overgangskurver helt fra 1880-tallet.

– Men for vi fikk EDB, brukte vi tredjegradsparabler i stedet for klotolde. De er litt enklere å regne for hånd, og i praksis tilnærmet like, oppklarer teknisk sjef Finn Holm i Jernbaneverket.

E-post: oyvind.engan@vg.no

AV ØYVIND ENGAN