



# 2+1 vegur

Um útfærslu umferðarmikilla þjóðvega í grennd við höfuðborgarsvæðið



Júní 2001  
Haraldur Sigbórsson  
Sigurður Örn Jónsson



Línuhönnun  
verkfræðistofa





**Athuga ber að þegar rætt er um óhöpp í þessari greinargerð er átt við öll óhöpp, bæði óhöpp með eignatjóni og meiðslum á fólki, banaslys þar meðtalin. Hugtakið slys er notað ef átt er við óhöpp með meiðslum á fólki eða banaslys.**

**Einnig skal bent á að kostnaðartölur þær sem nefndar eru í sambandi við framkvæmdir, eru einungis til viðmiðunar um stærðargráður og umfang, en ekki niðurstöður ítarlegra kostnaðargreininga.**

**Varðandi breytingu í óhappamynstri, fækkun slysa og slysasparnað er miðað við slysaögn 1995-1999 og mati höfunda á áhrifum aðgerða.**

Yfirlstur f.h. Vegagerðarinnar: Rögnvaldur Jónsson, frkvstj. Tæknisviðs.

#### Orðalisti

óhapp	öll umferðaróhöpp, bæði með og án meiðsla, banaslys meðtalin
slys	óhapp með meiðslum á fólki, banaslys meðtalin
óhappatiðni (ÓHT)	fjöldi óhappa á hverja milljón ekna kílómetra (fyrir gatnamót reiknast fjöldi óhappa á þann fjölda ökutækja sem aka inn í gatnamótin)
slysatíðni (SLT)	fjöldi slysa á hverja milljón ekna kílómetra (sambærilegt við ÓHT)

Skilgreining á miklum meiðslum (heimild: Umferðarráð)

Beinbrot, heilahristingur, innvortis meiðsl, kramin líffæri, alvarlegir skurðir og rifnir vefir, alvarlegt lost (taugaáfall) sem þarfnast lækni meðferðar og sérhver önnur alvarleg meiðsl sem hafa í för með sér nauðsynlega dvöl á sjúkrahúsi.

Sú flokkun á miklum meiðslum sem notuð er á Íslandi hér er alþjóðleg flokkun ECE (Economic Commission for Europe)

---

Áður útkomnar (og væntanlegar) skýrslur og greinargerðir um svipað og skylt efni, skv.:

- verklagsreglu Vegagerðarinnar nr. TÁ-004 um eyðingu svartra bletta á þjóðvegum landsins
- reglum á fylgiblaði TÁ-0001 um lagfæringu á slysastöðum.

Ágúst 1998 Eyðing svartra bletta. Verkfræðilegar aðgerðir til að auka umferðaröryggi – erlendar heimildir og áætlun fyrir Ísland.  
Haraldur Sigþórsson

Desember 1999 Lagfæring slysaáða (úttekt) á Suðurlandi og Reykjanesi.  
Bergþóra Kristinsdóttir, Haraldur Sigþórsson og Rögnvaldur Jónsson

Nóvember 2000 Lagfæring slysaáða (úttekt) á Höfuðborgarsvæðinu.  
Haraldur Sigþórsson, Rögnvaldur Jónsson og Sigurður Örn Jónsson

Væntanlegt:

(Júlí 2001) Lagfæring slysaáða (úttekt) á Vesturlandi og Vestfjörðum.  
Bergþóra Kristinsdóttir, Haraldur Sigþórsson og Rögnvaldur Jónsson

(Sumar 2001) Lýsing þjóðvega utan þéttbýlis.

(Sumar 2001) Virkt umferðareftirlit í þágu umferðaröryggis á umferðarmiklum þjóðvegum.

(Haust 2001) Lagfæring slysaáða (úttekt) á Norður- og Austurlandi.

## Efnisyfirlit

Formáli/verklýsing.....	3
Inngangur og kynning.....	4
Umferðarrýmnd og flutningsgeta.....	6
Áætlun um fækkun slysa.....	8
Reynsla erlendis.....	10
Svíþjóð.....	10
Þýskaland.....	13
Kanada og Frakkland.....	15
Dæmi um notkun.....	17
Hugmynd um notkun í nágrenni höfuðborgarsvæðisins.....	22
Samantekt/Lokaorð.....	23
Heimildir.....	25
Viðauki A	Tafla 4 í fullri stærð
Viðauki B	Nokkrar myndir úr heimild /Lamm, Psarianos & Mailaender/
Viðauki C	Samantekt nýjustu skýrslu VTI í Svíþjóð um 13m vegi og 2+1 lausn (sbr. /Carlsson et al., 2001/)
Viðauki D	Dæmi um þversnið Svía fyrir 2+1 vegi
Viðauki E	Þversnið skv. þýskum leiðbeiningum í vegstaðli RAS-Q



## Formáli/verklýsing

Alvarlegustu afleiðingar umferðarslysa verða þegar bílar aka hvor framaná annan (oft kallaðir “frontal” árekstrar). Samkvæmt rannsóknarnefnd umferðarslysa þá verða þessi slys þegar ökumenn missa stjórn á ökutæki - oft vegna hálfu eða snjóá, sofna við stýri, eða einbeiting við aksturinn er ekki nógu mikil. Þess vegna geta þessir svartblettir verið hvar sem er á þjóðvegum en líkurnar eru mestar þar sem umferðin er mest. Svíar hafa undanfarin ár gert tilraunir með svokallaða 2+1 vegi en það eru vegir sem auðvelda framúrakstur og hindra ákveðnar gerðir árekstra með því að aðskilja akbrautir með víraleiðara. Þessar tilraunir Svía hafa gengið framur vonum og nú hafa Norðmenn einnig hafið tilraunir með 2+1 vegi. Það þarf ekki að fara mörgum orðum um kosti þess að byggja vegi þar sem “frontal” árekstrar verða ekki og einnig er kostnaður við byggingu slíkra vega um þriðjungur af byggingu hraðbrautar samkvæmt reynslu Svíanna.

Til að skýra þessi mál fól Vegagerðin Línuhönnun hf. að gera úttekt á eftirtöldum þáttum:

- Afla upplýsinga um reynslu Svía af 2+1 vegum
- Afla upplýsinga um og leggja mat á flutningsgetu tveggja akreina, þriggja akreina og fjögurra akreina vegar (hraðbraut).
- Afla upplýsinga um og leggja mat á slysatíðni tveggja akreina, þriggja akreina og fjögurra akreina vegar.
- Skoða arðsemi endurbyggingar tveggja akreina vegar í þriggja akreina veg með víraleiðara á milli akbrauta annars vegar og hraðbrautar hins vegar. Reikna skal dæmi fyrir vegarkafli þar sem upplýsingar eru tiltækar um kostnað og slys.
- Á grundvelli þessarar skoðunar leggja mat á hvaða vegarkafli á þjóvegum myndu henta sem 2+1 vegir.

Efni skýrslunnar, þar með talið forsendur, ályktanir og tillögur, eru alfarið á ábyrgð höfundar.

Júní 2001

Rögnvaldur Jónsson

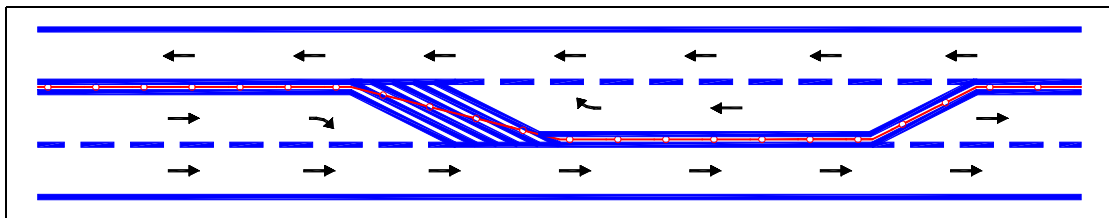
# Tveir-plús-einn vegur

## Inngangur og kynning

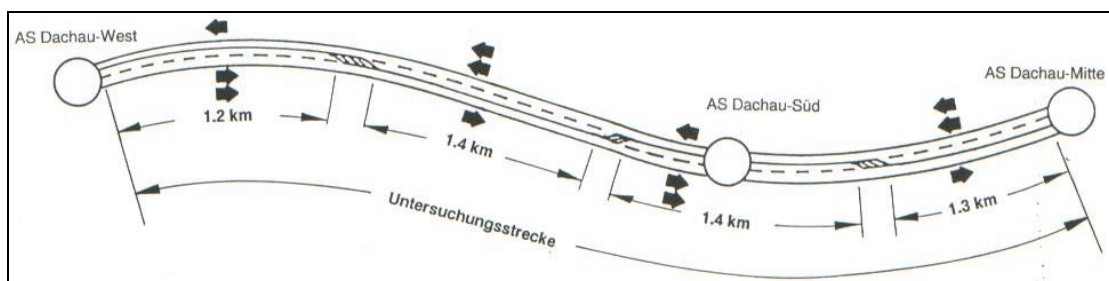
Með aðgreiningu umferðarstefna má koma í veg fyrir ákveðnar gerðir óhappa og slysa, sem og fækka öðrum gerðum þeirra. Með fjölgun akreina má auðvelda framúrakstur, gera hann öruggari og auka flutningsgetu vegarins. Séu allir þessir eiginleikar lagðir saman má álykta sem svo að til að auka umferðaröryggi og gera framúrakstur auðveldari og öruggari á hefðbundnum tveggja akreina þjóðvegi (1+1 vegur), skuli því tvöfalda hann, þ.e. hafa tvær akreinar í hvora stefnu (2+2 vegur). En þessum markmiðum má einnig ná með svokölluðum 2+1 vegi. Hér verður gerð grein fyrir helstu eiginleikum, útfærslum og möguleikum er varða 2+1 vegi, sem erlendis hafa á síðustu árum verið teknir í notkun með góðum árangri. Þegar umferðarrýmd (flutningsgeta) er ekki vandamál, en umferðaröryggi ábótavant, er þetta að mörgu leyti hagkvæm lausn, þar sem kostnaðurinn við að breyta 1+1 vegi í 2+1 er aðeins um þriðjungur af því að breyta í 2+2 (tvöföldun) og ýmsir þættir rekstrarkostnaðar eru álíka og fyrir 1+1 veg.

Útfærsla 2+1 vegar er í aðalatriðum þannig:

- Tvær akreinar eru í aðra áttina og ein akrein í hina.
- Með u.þ.b. 1-1,5 km millibili er akreinafjöldanum víxlað milli akstursstefna (sjá mynd 1 og 2).
- Til að aðgreina akstursstefnurnar og auka þannig öryggi, eru settir víraleiðarar á milli akstursstefna (sjá myndir 1, 3 og 7)



Mynd 1: Skýringarmynd 2+1 vegar. Tvær akreinar í aðra áttina, ein í hina. Víxlast á rúmlega 1 km fresti. Víraleiðari aðgreinir akstursstefnur (rautt). Öryggissvæði er milli akstursstefna þegar akreinum fækkar úr tveimur í eina.



Mynd 2: Skýringarmynd 2+1 vegar í Þýskalandi /Meewes et al./





Mynd 3: Viraleiðarinn, stikur og festingar. Mynd frá Svíþjóð.

Með þessu móti er framúrakstur mögulegur annan hvern kílómetra. Framúrakstri er þannig stýrt og hann gerður öruggari. Til að minnka afleiðingar við útafakstur er vegfláinn gerður með hallanum 1:6 til beggja hliða utan akbrautarinnar og nánasta umhverfi vegstæðisins lagfært (sjá mynd 4 og 5). Þessi frágangur hliðarsvæðanna er einnig í samræmi við svokallaða “Núllsýn” Svía (Nollvisionen) sbr. síðar. Frágangurinn er þó mun veigaminni en sá hliðarfrágangur sem þarf að gera við 2+2 veg til að ná samsvarandi öryggisávinningi, enda þarf sem dæmi að útbúa “miðræmuna” með mjög ákveðnum hætti til að lágmarka afleiðingar útafaksturs til vinstri, þ.e. inn á miðræmuna.



Mynd 4: Frágangur hliðarsvæða – I. Mynd frá Svíþjóð

Vegamót eru stefnugreind, en oftast ekki mislæg, enda gefur umferðarmagn yfirleitt ekki tilefni til þess. Þó er ekki útilokað að útbúa mislægar tengingar, en það hleypir kostnaði upp. Gróft áætlað kostar hver mislæg tenging um 200-350 milljónir. Til samanburðar má miða við að tengingar á 2+2 vegi kosti 300-500 milljónir.

Aukning umferðaröryggis við gerð 2+1 vega er veruleg. Búast má við allt að 30% fækkun á alvarlegum umferðarslysum, en hægt er að vonast eftir mun meiri fækkun ef vel tekst til, jafnvel allt að 50%. Svíar hafa fundið út, að á vegum með 5-10.000 bíla ÁDU, sé arðsemi 2+1 vegar fimm sinnum meiri en fyrir hraðbraut (2+2) og er þá miðað við fækkun látinna og alvarlega slasaðra. /Carlsson et al., 1999/



Mynd 5 Frágangur hliðarsvæða – II. Mynd frá Svíþjóð.

### Umferðarrýmnd og flutningsgeta

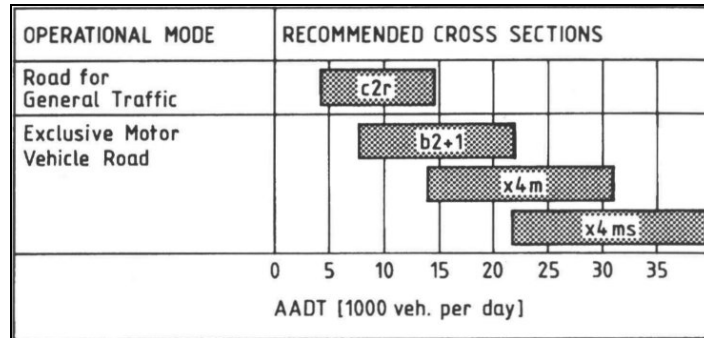
Samkvæmt /Thagesen/ um viðmiðanir við hönnun vega, þjónustustig og umferðarrýmnd (flutningsgetu) má reikna út að 2+1 vegur geti annað allt að 20 þúsund ökutækjum á dag (ÁDU). Til samanburðar annar 1+1 vegur í mesta lagi 15 þúsund og 2+2 getur flutt allt að 65 þúsund ökutæki á dag. Þetta er miðað við veg utan þéttbýlis og “hæfilega langt” milli vegamóta, auk þess sem eitthvað er um bann við framúrakstri og 10-20 % umferð þungra bíla. Umferðarþyngstu þjóðvegir á Íslandi út frá þéttbýli hafa ÁDU á bilinu 3-7 þúsund ökutæki, þannig að 2+1 gæti dugað um allnokkra framtíð á slíkum vegum.

Hér skal þó bent á, að við þjónustustig það sem miðað er við (LOS C<sup>1</sup>) og fulla nýtingu umferðarrýmndar, eru akstursgæði mun lakari á 1+1 en á 2+1 og 2+2. Við fulla nýtingu verður framúrakstur allt að því óframkvæmanlegur á 1+1, enda nokkuð þétt umferð í báðar áttir, og bílar í sömu akstursstefnu svo að segja allir á sama hraða. Á 2+1 mun framúrakstur enn vera framkvæmanlegur við fulla nýtingu, og á 2+2 er enn nokkuð “frelsi til athafna”, þótt það sé takmarkað:

*“Freedom to maneuver within the traffic stream is noticeably restricted at LOS C, and lane changes require more care and vigilance on the part of the driver” /TRB, bls. 3-9/*

Í nýlegri viðamikilli handbók um hönnun vega og umferðaröryggi eftir /Lamm, Psarianos & Mailaender/ (hérefir kallað Lamm et al. í texta) er nokkuð fjallað um 2+1 vegi (án víraleiðara). Mynd 6 sýnir eina meginniðurstöðu þeirrar umfjöllunar.

<sup>1</sup> sjá t.d. HCM (Highway Capacity Manual) útg. af bandaríska samgöngumálarannsóknarráðinu /TRB/



Mynd 6: Gerð vega sem mælt er með miðað við umferðarmagn (mynd 25.4 úr /Lamm, Psarianos & Mailaender/) Sjá viðauka B, myndir B1 og B4 til útskýringar veggerða

Þar er mælt með notkun 2+1 vegar (nefnt b2+1) fyrir umferðarmagn á bilinu u.þ.b. 8-22 þúsund bílar á dag (ÁDU). Á þessa útfærslu er litið sem arðbæra (cost-effective) lausn þegar umferðarmagn ekki kallar á fulla tvöföldun. Þar kemur einnig fram að möguleiki á öruggum framúrakstri á 2+1 er verulega góður, og eins þarf ekki eins langa sjónlengd og fyrir 1+1. Þá er góðu viðhorfi vegfarenda til vegarins lýst:

*“Based on the possibility of systematic passing maneuvers, not only could improvements in traffic safety be noted, but also improvements in the quality of traffic flow and acceptance by road users.”*

og enn

*The need for sufficient passing sight distance, as required for all other two-lane cross sections, is not needed here, since passing maneuvers are possible at low risk. / Lamm et al. bls. 25.25/*

Einnig kemur fram að kostnaður vegna óhappa og slysa er verulega lægri en á öllum tveggja akreina vegum og óhappatíðni jafnvel lægri en á 2+2. Alvarleiki óhappa er mun lægri en á 1+1 og 2+2 án aðgreiningar akstursstefna. Sjá mynd B2 í viðauka B. Niðurstöður hljóma svo á þá lund að 2+1 vegir...:

*“... have been proven to improve operational and safety performance of high-volume two-lane rural highways as long as type, location, and layout are used appropriately. Therefore, these road types represent sound low-cost solutions as long as upgrading to four-lane divided motorways is not economically feasible” /Lamm et al. bls.25.38/*

Í viðauka B má sjá skýringarmyndir fyrir nokkrar útfærslur vega, þversnið þeirra og fleira.

## Áætlun um fækkun slysa

Ætla má að samsetning umferðaróhappa breytist með því að breyta 1+1 í annaðhvort 2+1 eða 2+2. Tafla 1 sýnir tölur sem gefa til kynna hugsanlega fækkun óhappa og eru þær samsettar úr gögnum um reynslu Svía<sup>2</sup>, umferðarverkfræðilegum forsendum og mati nokkurra sérfræðinga (höf. o.fl.) á áhrifum aðgerðanna. Forsendur fyrir því sem fram kemur í töflunni eru þessar helstar:

- Miðað er við sama ökuhraða og væri á 1+1 vegi, þ.e. ekki er mælt með að leyfður hraði sé aukinn á 2+1. Ekki er heldur miðað við aukinn leyfðan hraða á 2+2, enda ætlunin að meta fækkun atvika m.v. fyrirliggjandi söguleg gögn, án þess að breytingar á hraða komi inn, enda fylgja meiri hraða alvarlegri afleiðingar en ella.
- 2+1 lausnin er, eins og í grunnlausn Svíanna, ekki með bundnum öxlum (13 metra breið slitlagskróna), en fláar eru mjög aflíðandi (1:6) og nánasta umhverfi lagað til að minnka afleiðingar útafaksturs. Þó má gera ráð fyrir að axlir megi klæða og breikka, eins og til stendur hjá Svíum.
- Í 2+2 lausninni er miðað við 11 metra miðdeili án leiðara, auk þess sem fláar eru aflíðandi (sams konar og í 2+1 lausn) og neyðarrein (klædd öxl) allt að 3 metrar

Í sumum tilfellum dettur tegund óhappa alveg út, í öðrum minnkar fjöldinn en eignatjónsóhöpp aukast eitthvað á móti. Slíkt er ekki óeðlilegt, enda fækkar alvarlegum slysum töluvert í kjölfar aðgerðanna, en heildarfjöldinn minnkar ekki eins mikið, og þannig fjölga eitthvað eignatjónum, þ.e. óhöppum þar sem enginn meiðist. Taflan sýnir áætluð áhrif á ákveðnar tegundir óhappa þegar 1+1 vegi er breytt í 2+1 (með víraleiðara) annars vegar og 2+2 hins vegar.

Eitthvað verður um það að ekið sé á víraleiðarinn, en í þeim tilfellum yrði undantekningarlítið um minniháttar óhöpp að ræða og oftast en ekki yrðu afleiðingar mun alvarlegri án leiðara.

Hvað varðar alvarleika óhappa og hraða, skal bent á viðtekin samhengi milli hraðaaukningar og aukins alvarleika. Í einfaldaðri mynd eykst fjöldi slysa (þ.e. óhöpp með meiðslum) með hlutfallslegri hraðaaukningu í öðru veldi. Banaslysum er á svipaðan hátt talið fjölga, en með hlutfallslegri hraðaaukningu í **fjórdða** veldi! Sjá formúlur:

$$fjöldi\_slysa_{eftir} = fjöldi\_slysa_{fyrir} \cdot \left( \frac{hraði_{eftir}}{hraði_{fyrir}} \right)^2$$
$$fjöldi\_BANAslysa_{eftir} = fjöldi\_BANAslysa_{fyrir} \cdot \left( \frac{hraði_{eftir}}{hraði_{fyrir}} \right)^4$$

Sjá t.d. /Nilsson/, en sams konar líkingar má finna víða í heimildum. Þetta má setja fram með einfaldri setningu, jafnvel má kalla það slagorð: Meiri hraði – meiri skaði!

<sup>2</sup> Reynsla Svía fyrstu 30 mánuðina á tilraunaköflum, sbr. /Carlsson et al., 2001/ og /Carlsson & Brüde/

Tegund óhapps (flokkur)	2+1 m.v. 1+1	2+2 m.v. 1+1	aths..
“Frontal” árekstrar <b>A</b>	-100%	-95%	Árekstur þar sem bílar rekast hvor framan á annan í mismunandi akstursstefnu. Þessi gerð óhappa hefur (einna) hæsta tíðni banaslysa miðað við einstakar óhappagerðir
Útafakstur hægra megin <b>B</b>	+20%	-10%	Hér er reiknað með örlítilli fjölgun á 2+1. Þessi viðbót miðast við grunnútfærslu Svíanna og tengist óhöppum sem hefur mátt rekja til að ökumenn missi bifreið út fyrir malbiksbrún, skv. reynslu Svía. Með sams konar aðgerðum og nú liggja fyrir hjá Svíum, um frekara bundið slitlag á öxlum, mætti þó reikna með að <i>útaf hægri</i> geti haldist hér í svipuðum farvegi og nú er m.v. gefnar forsendur. Þó má hugsa sér að eitthvað færist yfir frá <i>útaf vinstri</i> og bílar hafi þá þegar farið í víraleiðara, en þá væru afleiðingar sjálfs útafakstursins veigaminni. Á 2+2 lækkar fjöldinn eitthvað þar sem þeir sem aka á vinstri akrein hafa þá hægri “upp á að hlaupa” ef þeir missa bílinn til hægri.
Útafakstur vinstra megin <b>C</b>	-100%	-40%	Detur út að miklu leyti á 2+1 en lendir í öðrum flokkum, sérstaklega í flokknum <i>vegbúnaður</i> (F) í kjölfarið, enda er ekið á víraleiðara, eins munu einhverjir enda utan hægra megin. Á 2+2 snarminnkar alvarleikinn enda svæðið milli akbrauta þannig gert, auk þess sem þeir sem aka á hægri akrein hafa þá vinstri upp á að hlaupa missi þeir bílinn til vinstri.
Gatnamót/vegamót (M þýðir við mislæga útfærslu) <b>D</b>	~0% (-100%M)	-100%M	Ýmiss konar árekstrar og pústrar við plangatnamót. Reiknað með að eiginleg gatnamótaóhöpp falli alveg út við mislægar lausnir.
Aftanákeyrslur og óhöpp við framúrakstur <b>E</b>	-50-70%	-80-90%	Hér er átt við aftanákeyrslur “á fullri ferð” oft í tengslum við framúrakstur. (ekki sem sagt “venjulegar” aftanákeyrslur við gatnamót o.þ.h.)
Ekið á vegbúnað <b>F</b>	+40%	~0%	Aðallega þegar ekið er á víraleiðarann eða vegrið. Sérstaklega skal minnst á þá árekstra sem án leiðara (eða miðdeilis af öðrum toga) hefðu getað endað með “frontal” árekstri eða <i>útaf vinstri</i> en afleiðingar þá mun alvarlegri
Ekið á ljósastaura <b>G</b>	-50%	-15%	Við 2+1 detta allir árekstrar við staur vinstra megin út, en annar hvor hægra megin að jafnaði, enda sé lýsing aðeins öðru megin. Við 2+2 er lýsing beggja vegna og því ekki ósvipaður fjöldi og fyrir 1+1 (lýsing öðru megin). Tilfellum fækkar þó aðeins, enda hafa þeir sem aka á vinstri akrein á 2+2 þá hægri upp á að hlaupa missi þeir bílinn til hægri.

Tafla 1: Áætluð breyting í einstökum tegundum óhappa með því að breyta 1+1 í 2+1 eða 2+2 veg.

## Reynsla erlendis

### Svíþjóð

Svíar hafa sett sér ýmis háleit markmið hvað varðar umferðaröryggi. Eitt þeirra er að fækka banaslysum um helming á ákv. tímabili og útrýma þeim til langs tíma titið ("Nollvisionen"). Einnig skoða þeir aðferðir við að breyta vegum með háa óhappa- og slysatíðni með hagkvæmum og arðbærum hætti. Þeir telja sig ekki hafa efni á því að byggja upp vegi með fjórum akreinum (2+2 vegi) alls staðar, enda sé ekki þörf á tvöföldun vegna umferðarrýmdar, t.d. þar sem umferð er á bilinu 10-15 þúsund bílar á dag. Þeir hafa nú um nokkurra ára skeið breytt breiðum 2 akreina vegum (13 metra breið króna) í 2+1 vegi með víraleiðara. Eftirtalin atriði hafa sér í lagi verið til skoðunar:

- finna rétta veggerð sem tekur bæði tillit til fækkunar slysa og kostnaðar.
- þróa bestu viðhalds- og þjónustuaðferðir og finna kostnað við þær.
- skoða afkastagetu, umferðaröryggi og umhverfisþætti.
- athuga viðhorf vegfarenda.

Mjög góð reynsla er af þessum vegum í Svíþjóð og er stöðugt verið að bæta við köflum með þessari útfærslu. Í janúar 2001 voru alls rúmlega 200 km af 2+1 vegum með víraleiðara í Svíþjóð. Árekstrar við víraleiðara hafa hvorki orðið margir né alvarlegir. Tiltölulega fáir árekstrar hafa orðið þegar tveimur akreinum fækkar í eina og er það að þakka góðri og markvissri skiltun og yfirborðsmerkingum. Á aðaltilraunakaflanum norðan Gävle (Evrópuvegur E4) varð aðeins eitt óhapp með meiðslum (fótbrot) fyrstu 18 mánuðina eftir að vegurinn var tekinn í notkun með nýja laginu. Afliðandi fláar og bætt umhverfi vegarins hefur enn fremur aukið líkur á að vel fari, þegar ekið er útaf. Áður en veginum var breytt var þónokkuð um slyss, t.a.m. voru 2,6-3,7 slyss með alvarlegum meiðslum eða bana á þeim vegarkafla miðað við sambærilegt tímabil (/Carlsson & Brüde/, bls. 2).

Í nýlegum gögnum, þar sem teknir eru fyrir fyrst 30 mánuðirnir frá opnun fyrsta tilraunakaflans, er árangurinn helstan að telja þennan (eins og fram kemur í nýjustu skýrslunni, /Carlsson et al., 2001/ sjá enn fremur viðauka C):

- 77 óhöpp alls, þar af 14 óhöpp með meiðslum (24 aðilar)
- þar af eru 2 slyss með alvarlegum meiðslum<sup>3</sup> (alls 4 aðilar slasaðir – í báðum tilvikum var um útafakstur að ræða, þ.e. eins bíls slyss)
- ekkert banaslyss
- engir frontal árekstrar
- alvarlegum slyssum vegna útafaksturs hefur fækkað allverulega (s. *kraftigt reducerats*)

Flest tilfelli útafaksturs verða með þeim hætti, að ökumaður missir bíl útaf malbiki hægra megin og missir stjórn á honum í kjölfarið. Hér er bæði um að ræða tilfelli þar sem ekið er á köflum með einni og tveimur akreinum. Á þessu má ráða bót að einhverju leyti með því að breikka og klæða axlir, eins og gert verður við alla tilraunakafla Svíanna, en því er lokið á hluta þeirra.

<sup>3</sup> alvarleg meiðsl eru miðuð við beinbrot, alvarleg innvortis meiðsl o.fl. skv. evrópskum viðmiðum um slyssaskráningu, sjá titilsíðu.

Þau tilfelli, þar sem ekið er á víraleiðara, eru innan þeirra marka sem ráð var fyrir gert í upphafi, og tíðni þeirra fer ennfremur fallandi, enda eru ökumenn að læra á veggerðina. Ekki hafa verið alvarleg meiðsl samfara því að ekið er á víraleiðarann, og í tveimur af hverjum þremur tilfellum hefur bifreið lent á víraleiðara eftir að ökumaður missti stjórn á bifreiðinni af ýmsum öðrum orsökum, og þannig hafi víraleiðarinn “gripið” bílinn og komið í veg fyrir alvarlegri afleiðingar. Aðeins 7% af ákeyslum á víraleiðara varð þar sem akreinum fækkar úr tveimur í eina. Til samanburðar skal nefnt að sá hluti vegarins þar sem akreinum fækkar úr tveimur í eina er um 10% af lengd hans.

Sé tekið heildarviðmið af þessum vegum eins og þeir voru áður og sambærilegt tímabil, eru nú 4 alvarlega slasaðir, miðað við 9 slasaða eða látna áður, eða rúmlega helmingi fækkun. /Carlsson et al., 2001/



Mynd 7: 2+1 vegur með víraleiðara. Mynd frá Svíþjóð.

Svíar leyfðu ennfremur hærri hámarkshraða á sumum 2+1 vegunum eftir nokkurn tíma, hækkuðu hann úr 90 í 110 km/klst. Raunveruleg aukning meðalhraðans hefur mælst um 2 km/klst á vegum með 90, en 7-12 km/klst við leyfðan hraða 110. Almenn er talið að meðalhraði aukist um á bilinu 2-4 km/klst fyrir hverja 10 sem hækkun leyfilegs (skiltaðs) hámarkshraða nemur. Hraðaaukningin er, eðli málsins samkvæmt, mest vegna hraða á framúrakstursreinum.

Ekki er lagt til að hér á landi yrði leyfilegur hámarkshraði hækkaður, kæmi þessi gerð vegar til álita. Þegar bornir eru saman valkostir í þessari skýrslu er gengið út frá því að ökuhraði sé sá sami og áður, sem og að stuðst er við raunveruleg slysaögn og hvað þau tilvik hefðu haft í för með sér við aðrar aðstæður.

Umfjöllun um aðgerðir Svíanna er m.a. að finna í skýrslum sænsku vegagerðarinnar /Carlsson et al., 1999 og 2001/ og /Carlsson og Brüde/. Einnig hefur birst grein um þetta málefni í Framkvæmdafréttum Vegagerðarinnar hér á Íslandi /Rögnvaldur Jónsson/ reyndar eins og fram kemur annars staðar í þessari greinargerð.

Vegagerðin sænska hafði af því nokkrar áhyggjur í upphafi, að erfitt væri að fullnægja kröfum til vetrarþjónustu. Hingað til hefur þessi þjónusta gengið vel, en þar sem lítil umferð er á framúrakstursreinunum, hefur þurft að gæta þess vel að ekki myndist þar hálka. Víraleiðarinn er hannaður þannig að mjög fljótlegt er að gera við hann eftir árekstur. Þegar þessi gerð af víraleiðara var ákveðin, gerðu menn sér grein fyrir að hann myndi ekki stöðva þyngstu vörubíla við árekstur. Hingað til hefur þó víraleiðarinn haldið í öllum árekstrum. Kannanir á viðhorfi ökumanna sýna einnig, að ökumenn kjósa veg með leiðara, fremur en breiðan veg án leiðara og eru almennt mjög jákvæðir gagnvart þessari útfærslu með leiðaranum. Mengun hefur aukist samfara meiri ökuhraða, en saltnotkun hefur verið svipuð. Búist var við meiri notkun salts í upphafi.

Svíar hafa skv. reynslu sinni af helstu tilraunaköflum áætlað að 2+1 geti vel annað um 1600 bílum á klst. í aðra áttina sem svarar til a.m.k. um 17 þúsund bílum á dag (ÁDU) (/Carlsson et al., 2001/ og /Thagesen/). Eins hafa þeir komist að því að breytingin úr 1+1 í 2+1 nemur um 3-5 milljónum sænskra króna (SEK<sup>4</sup>) fyrir hvern kílómetra, en að breyta í 2+2 kosti um 10 M SEK/km.

---

<sup>4</sup> Gengi SEK 19.júní 2001: 1 SEK = 10 ISK



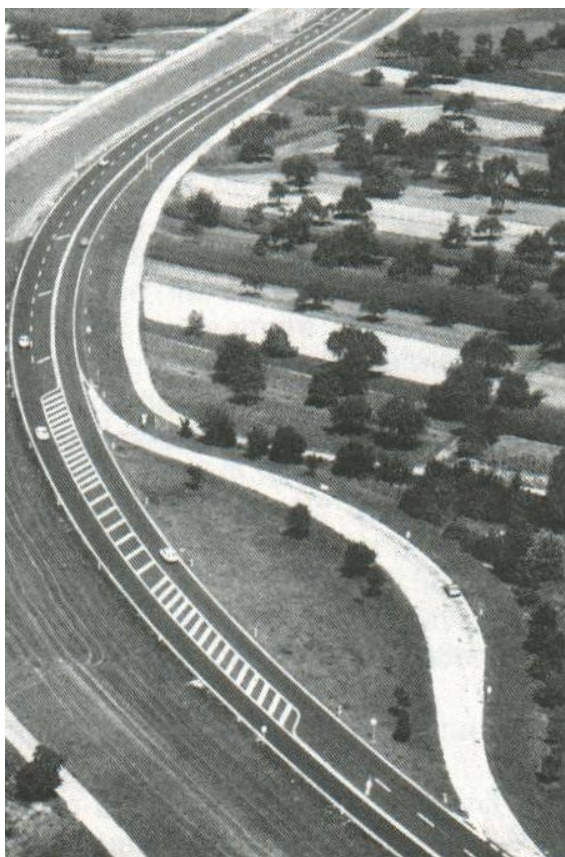
## Þýskaland

Í hinu virta þýska verkfræðitímariti Straße+Autobahn, hefti 3/91 (sjá /Meewes et al./), er fjallað um vegi sem áður voru 1+1 með breiðum öxlum. Þeim var breytt í 2+1 vegi (ath.: **án víraleiðara**) og kemur fram að þegar skoðuð voru tvö aðskilin þriggja ára tímabil, hvort sínu megin við aðgerðirnar, mátti sjá mjög greinilega aukningu umferðaröryggis. Sér í lagi fækkaði óhöppum með meiðslum, en fram kom allt að helmings fækkun. Ástandið batnaði mest við góðar aðstæður, en eitthvað minna við erfið veðurskilyrði og í hálku, en batnaði þó einnig þar verulega.

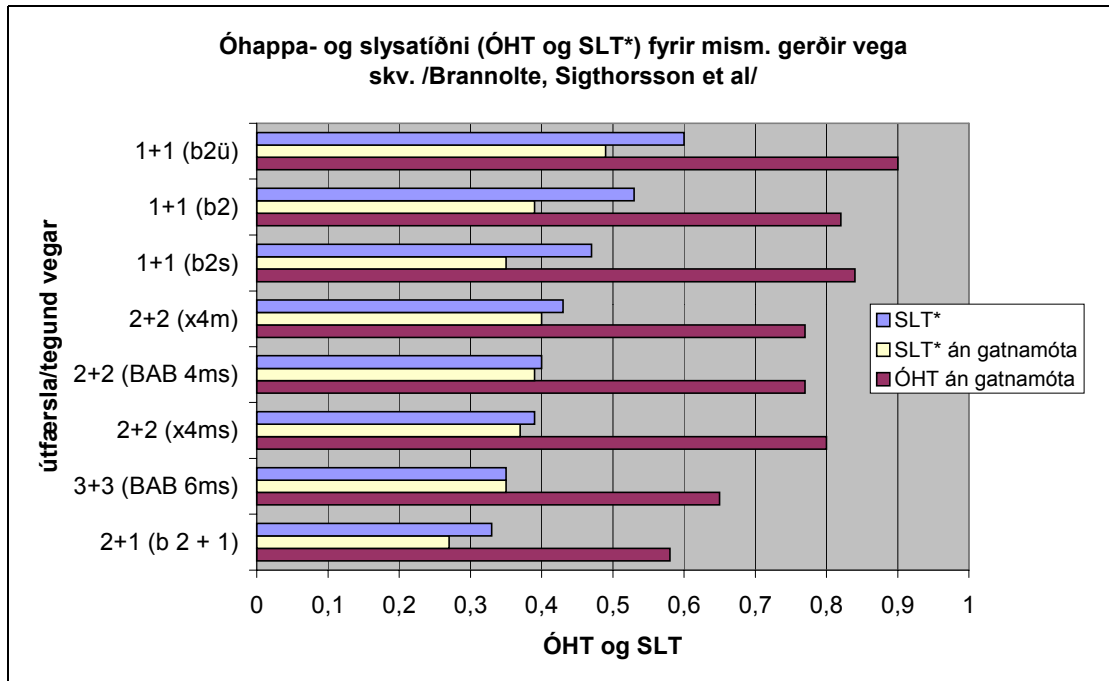
Í skýrslu frá þýsku vegagerðinni (BAST) kemur í ljós eftirfarandi:

*“The accident cost rates, calculated for each type of cross section based on the accident severities determined for the various road segments, reveal that the three lane road on “b 2 + 1” type cross section, where the centre lane functions as an overtaking lane, appears to be the most favourable solution as far as the risk of accidents is concerned” /Brannolte, Sigthorsson et al., bls. 5/*

Í skýrslunni eru skoðaðir sjö kaflar í 2+1 útfærslum án víraleiðara. Umferð á þessum vegum var á bilinu 12-23 þúsund ökutæki á dag (ÁDU). Meðalgildi óhappátíðni á þessum vegum var 0,58. Til viðmiðunar var óhappátíðnin hærri fyrir allar aðrar gerðir vega sem athugaðar voru, eins og sést á Mynd 9. Innan sviga er getið tegundarkóða þýsku vegagerðarinnar, en um er að ræða mismunandi útfærslur 1+1 og 2+2 vega, hvað varðar miðdeili, flokkun og útfærslu axla. (Tafla 2)



Mynd 8 Mynd af tilraunakafla Þjóðverja, Þjóðvegur B33.



Mynd 9 Samanburður á óhappa- og slysatíðni\* á þýskum vegum. Tafla 2 útskýrir tegundirnar. Unnið upp úr /Brannolte, Sigthorsson et al./ Sjá viðauka B, myndir B1 og B4 til útskýringar á veggerðum.

\* sérstakt form slysatíðni notað af Þjóðverjum, inniheldur einnig mikil eignatjón

Mynd 9 sýnir að 2+1 vegurinn hefur lægstu óhappa- og slysatíðni þeirra veggerða sem athugaðar voru. Jafnvel hefðbundinn 2+2 vegur kom lakar út í þessari athugun. Sú gerð sem verst kom út af þeim sem taldar eru upp hér, er *b2ü*, sem er 1+1 með sérlega breiðum akreinum (allt að 5m).

tegund vegar <sup>5</sup>	vegamót (M/P)	aths.	leyfður hraði
1+1 (b2ü)	P	2 akreinar með mjög breiðum akreinum	100 <sup>6</sup>
1+1 (b2)	P	2 akreinar	100
1+1 (b2s)	P	2 akreinar með öxlum	100
2+2 (x4m)	P & M	4 akreinar með miðeyju	100
2+2 (BAB 4ms)	M	Hraðbraut (4 akreinar., miðeyja og axlir)	ÓT <sup>7</sup> 130R
2+2 (x4ms)	P & M	4 akreinar með miðeyju og öxlum	100
3+3 (BAB 6ms)	M	Hraðbraut (6 akreinar., miðeyja og axlir)	ÓT 130R
2+1 (b 2 + 1)	P	2+1 án víraleiðara	100

Tafla 2: Skýringar á tegundum þýskra vega sbr. /Brannolte, Sigthorsson et al./

P = planvegamót, M = mislæg; ÓT = Ótakmarkaður hraði. R = ráðlagður hraði  
Sjá einnig myndir B1 og B4 í viðauka B til útskýringar.

<sup>5</sup> Eftir að skýrsla Brannolte & félagi kom út, hafa þversniðum verið gefin ný nöfn í Þýskalandi, og eru nú nefnt eftir heildarkrónubreiddinni. Nánari útfærslur er að finna í þýskum vegstöðlum (RAS-Q) en nokkur dæmi eru sýnd í viðauka D.

<sup>6</sup> Í dreifbýli er yfirleitt leyfðir 100 km/klst, en 80 km/klst við sérstakar aðstæður á 1+1, svo sem þar sem mikið er af húsum meðfram vegi, eða vegamót eru í nánd.

<sup>7</sup> Ekki er lögbundinn hámarkshraði á hraðbrautum (Autobahn) en víða er lækkaður hámarkshraði t.d. af umhverfisástæðum (100 eða 130 km/klst). Ráðlagður hraði er hér 130 km/klst.

Segja má með sanni að 2+1 vegurinn hafi komið best út af þeim vegum sem athugaðir voru. Þess ber að geta, að samkvæmt reynslu og hönnunarforsendum eru 2+2 og 3+3 vanalega öruggustu vegirnir í þessu tilliti, en mjög hár umferðarhraði á þýskum vegum og hraðbrautum gæti verið áhrifamikill þáttur í hárrí óhappa- og slysatíðni. Þannig koma 2+2 og 3+3 allir verr út en 2+1 í þessari athugun.

Í /Brilon et al./ er fjallað um aðgerðir við að breyta hættulegum tveggja akreina vegum í 2+1 og er nefndur sem dæmi þjóðvegur B57, kaflinn milli Rheinberg og Kalkar, en honum var breytt í lok árs 1997. Ekki liggja fyrir niðurstöður úr samanburði fyrir- og eftirtímabila þegar þetta er ritað.

### Kanada og Frakkland

/Lamm et al./ fjalla um reynslu í Kanada og Frakklandi. Þar kemur m.a. fram að 2+1 lausnin sé góður umhverfisvænn og “ódyr” kostur miðað við að breikka í 2+2:

*Passing lanes offer a low-cost, environmentally friendly alternative to a major reconstruction of two lane roads or “twinning” to a four-lane divided standard. Passing lanes are used as an intermediate level of road improvement on highway sections which may not warrant four lanes but exhibit deteriorating levels of service and periods of reduced speeds, increased time spent travelling [...] and passing demands which exceed passing opportunities.*

og enn

*Based on the safety analysis [...] passing lanes in Canada are considered to provide safety benefits [...] and] change the distribution of accident severity by reducing the number of collisions within its effective length.*

/Lamm et al. bls. 25.27/

Í Frakklandi hafa 2+1 vegir, eða svipaðar útfærslur með framúrakstursreinum, gefið góða raun og umsögnina “*On the average they are less dangerous!*” /Lamm et al. bls. 25.28/. Gefa verður og gaum að halda í og tryggja ýmis útfærsluatriði eins og góða skiltun, taka eðlilegt tillit til vegamóta, haga öxlum og fláum þannig að öryggi sé tryggt.



## Dæmi um notkun

Til að skýra notkun 2+1-vegar er tekin sem dæmi Reykjanesbraut milli Hafnarfjarðar og Reykjanesbæjar. Hún er valin með tilliti til þess að um hana finnast greinargóðar upplýsingar um umferð, slys, valkosti, framkvæmdakostnað og önnur atriði er málið varða.

Reykjanesbraut er einmitt vegur, sem þarfnast ekki breikkunar vegna umferðarmagns og flutningsgetu (umferðarrýmdar). Hins vegar má hæglega benda á, að hlutverk brautarinnar, öryggi og þægindi vegfarenda, mæla sterklega með breikkun. Hefðbundin breikkun í tvær akreinar í hvora átt (2+2) myndi auka umferðarrýmð mjög mikið, en auk þess auka öryggi umtalsvert og auka þægindi við akstur. Ekki má þó gleyma að slíkum aðgerðum mun eðli málsins samkvæmt fylgja aukinn umferðarhraði nema verulegar hraðatakmarkandi aðgerðir aðrar fylgi í kjölfarið. Auknum umferðarhraða fylgja öllu jöfnu verri afleiðingar þeirra slysa sem þó verða.

Reykjanesbrautin hefur ekki óvenjuháa óhappatíðni og ekki er mikið um minniháttar óhöpp á brautinni. Alvarleiki þeirra óhappa sem þó verða er jafnan mikill og er skýringuna að finna í háum umferðarhraða og hættulegs nánasta umhverfis vegarins. Nýleg athugun hjá Vegagerðinni /Auður Þóra Árnadóttir/ (m.a. kynnt í Morgunblaðinu 3. janúar sl.) sýnir til að mynda að bæði Vesturlandsvegur við Úlfarsfell og Suðurlandsvegur um Hellisheiði milli Reykjavíkur og Hveragerðis hafa hærri eða í það minnsta sambærilega óhappa- og slysatíðni og Reykjanesbraut. Athugunartímabil þeirrar rannsóknar er 1992-1998 en þess ber þó að geta að árin á undan og eftir voru óvenju slæm á Reykjanesbraut. Eins er Reykjanesbrautin slæm þegar alvarlegustu slysin eru skoðuð. Ekki var tekið tillit til tíma dags, árstíma, veglýsingar eða annarra atriða er tengjast birtuskilyrðum í þeirri athugun, en slíkt er í undirbúningi hjá höfundum þessarar skýrslu.

Mikil umræða hefur verið um umferðaröryggi Reykjanesbrautarinnar, og ýmsar aðgerðir nefndar í því sambandi. Bætt vetrarþjónusta, lýsing vegarins, aukið eftirlit og tvöföldun hennar hafa verið nefnd á síðustu árum. Tveimur fyrstnefndu atriðunum hefur þegar verið hrint í framkvæmd. Ekki leikur vafi á því að bætt vetrarþjónusta eykur öryggi þann hluta tímans sem aðstæður til hálfu er á veginum, en ekki eru augljósir umferðaröryggislegir kostir við að lýsa veginn upp. Einhver kynni að segja að fenginni reynslu síðustu þriggja ára (síðan lýsingu var komið fyrir) að ástandið hafi versnað, en slíkar fullyrðingar falla um sjálfar sig, enda ekki komin marktæk tölfræðileg reynsla á afleiðingar lýsingar brautarinnar. Bætt vetrarþjónusta og lýsing geta valdið auknum umferðarhraða. Meiri hraði þýðir meiri skaði í þeim óhöppum sem þó verða. Fremur fátítt er að þjóðvegir utan þéttbýlis séu lýstir upp, enda óvíst með eiginlega bót af slíkum aðgerðum. Athugun frá 1996 sýndi enn fremur, að í raun fengist enginn nettó-sparnaður með því að lýsa upp þjóðveg með þessum hætti. Sú öryggisbót sem myndi felast í lýsingunni svarar nokkurn veginn til þess kostnaðar sem hlýst af því þegar ekið er á ljósastaurana:

*About 6% of all accidents are therefore expected to involve vehicles colliding with lighting poles. This is about the same percentage as the safety gain from introducing road lighting. /Haraldur Sigþórsson, 1996/*

Skýrt skal tekið fram að ljósastaurar með brotflæti er skilyrði allrar þjóðvegalyásingar, enda “gamaldags” ljósastaurar mjög hættulegir þegar leyfður hámarkshraði er yfir 60 km/klst, eins og sagan sýnir og sannar.

Ekki er óeðlilegt að lýsa upp vegamót á þjóðvegum úti. Eins mætti hugsa sér aðgerðir til að lækka umferðarhraða enn frekar við vegamótin. Í dag er hámarkshraðinn gjarnan 70km/klst við vegamót (t.d. Reykjanesbraut við Vogaveg og Grindavíkurveg). Koma mætti fyrir skiltum sem sýna enn lægri leyfilegan hraða við vegamót (þá 50 km/klst), einungis þegar umferð er á viðkomandi tengivegi. Beita mætti fremur einföldum sjálfvirkum aðferðum með spólunemum og breytilegum hraðaskiltum. Þá kæmu til greina hraðamyndavélar til að fylgja slíkum aðgerðum eftir.

Nú er lýsing á Reykjanesbraut komin, vetrarþjónusta hefur verið aukin, og þá eru tveir flokkar aðgerða eftir, aukið eftirlit og einhverjar aðgerðir til breikkunar og aukningar umferðaröryggis. Varast ber þó að hvetja til aukins umferðarhraða, en slíkt er næsta óhjákvæmilegur fylgifiskur þess að búa til “hraðbraut”.

Miðað við núverandi umferð á Reykjanesbraut (um 7.000 ökutæki á dag - ÁDU) má reikna út hvenær vegurinn myndi mettast miðað við gefna árlega aukningu umferðarinnar. Tafla 3 sýnir niðurstöður slíkra útreikninga.

Útfærsla	Rýmd (bilar á dag)	Mettast eftir svo mörg ár*	Mettast árið	Umferð í dag sem % af rýmd**
1+1	10-15.000	21	2022	44%
2+1	15-20.000	28	2029	34%
2+2	50-65.000	58	2059	10%

Tafla 3: Umferðarrýmd vegar í þrenns konar útfærslu. Umferð 1999 = 6.600 ÁDU)

\* (m.v.4% árlegan vöxt, sbr. jafnaðarvöxt síðustu 10-20 ára)

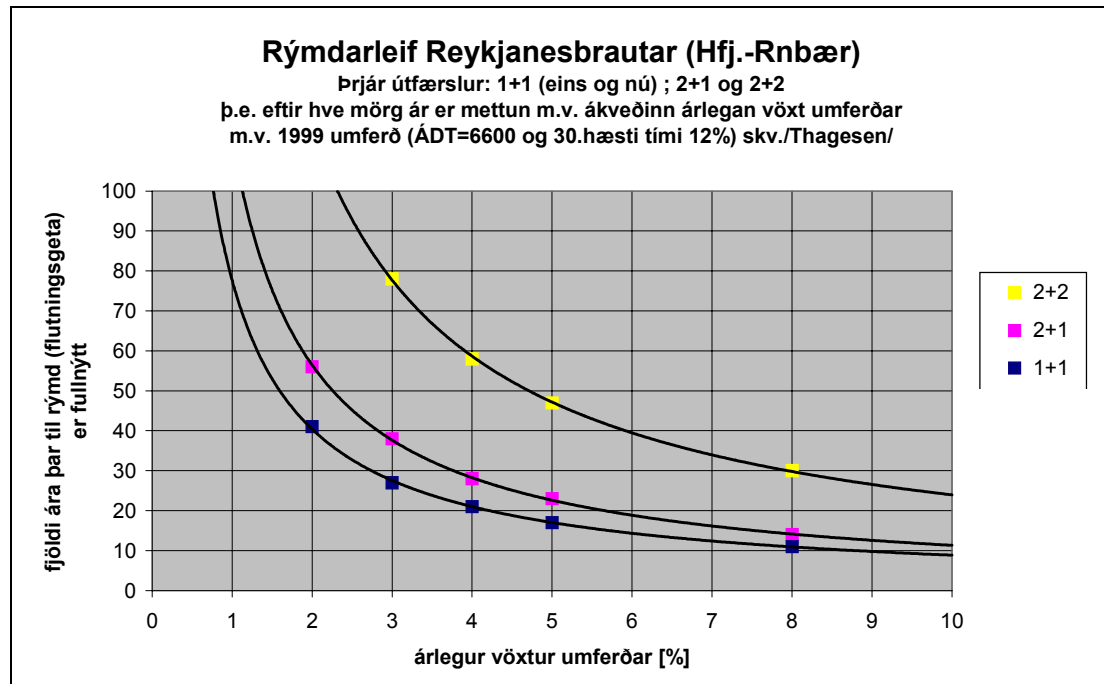
\*\* (m.v. efri mörk rýmdar)

Þessar upplýsingar (Tafla 3) má einnig sjá á Mynd 10. Þar er sýnt hve mörg ár eru eftir af umferðarrýmd Reykjanesbrautarinnar miðað við núverandi umferðarmagn og títtnefndar þrjár útfærslur brautarinnar (1+1, 2+1 og 2+2). Helstu forsendur eru :

- Miðað er við umferð árið 1999, um 6.600 ökutæki á dag.
- reiknað er inn að heil lína er víða á brautinni (e. *no passing zones*)
- hlutfall þungra ökutækja 12%
- Magngefandi klukkustund er 30. hæsti tími ársins, settur sem 12% af ÁDU

Mynd 10 sýnir að miðað við 2% árlegan vöxt nægir 2+1 í um 56 ár, en miðað við 5% vöxt, sem er mjög mikið, dugur 2+1 lausnin í vel yfir 20 ár til viðbótar. Undanfarin ár hefur umferðin vaxið um u.þ.b. 4% árlega, en ekki er gott að segja hvort sú þróun haldi áfram, hvort dragi úr vexti, eða vöxtur aukist. Varlegast er því að áætla að vöxturinn haldist sá sami og nokkuð jafn. 2+1 lausnin myndi skv. því duga hvað umferðarrýmnd og flutningsgetu varðar í um 28 ár.

Planvegamót í 2+1-launinni eru útfærð með sama hætti og nú er við Grindavíkurveg og Vogaveg, og yrðu þeim tvennum ekki breytt miðað við grunnlausnina.



Mynd 10 Umferðarrýmnd og leif hennar sem fall af árlegum vexti umferðar. Umferð 1999 á Strandarheiði til viðmiðunar (um 6.600 ökutæki á dag).

Mynd 6 mælir enn fremur sterklega með því að útbúa 2+1 veg á Reykjanesbraut, enda 2+1 talinn henta best fyrir umferð á bilinu 8-22.000 ökutæki á dag (ÁDU).

## Arðsemisathugun

Séu athuguð slysgögn árána 1995-1999 má sjá að 159 óhöpp urðu á kaflanum milli Hafnarfjarðar (Krisuvíkurvegur<sup>8</sup>) og Reykjanesbæjar (Víknaverur). Þar af voru 55 óhöpp með meiðslum, alls 98 manns sem hlutu meiðsl. Í töflu (Tafla 4) er þessum óhöppum skipt niður í flokka (óhappategundir) og áætlað miðað við forsendur sem gefnar eru í annarri töflu (Tafla 1) hve mikið fækka mætti óhöppum og slysum og hve mikil fjárhæð<sup>9</sup> gæti sparast í óhappa- og slysakostnaði. Miðað við hvað breytingarnar í 2+1 og 2+2 kosta, má svo sjá áætlaða fyrsta-árs-arðsemi FÁR (e. FYRR). [Tafla 4 er sýnd í fullri stærð í viðauka A]

Bent skal á það sérstaklega, að arðsemi sú sem hér er reiknuð, er eingöngu vegna fækkunar slysa og minnkaðs alvarleika óhappa. Miðað er við raunveruleg slysgögn, og þær afleiðingar sem þau tilteknu atvik gætu hafa haft við aðrar aðstæður. Eins og fyrr er sagt er miðað við óbreyttan ökuhraða í samanburðinum. Ekki er því tekið tillit til atriða eins og t.d. aukins umferðarhraða (sem leiðir til tímasparnaðar, sem og aukinnar mengunar og alvarlegri afleiðinga óhappa) eða viðhaldskostnaðar bíla og vega, annarra umhverfisáhrifa, sem og ýmissa stærða, þjóðhagslegra sem annarra, sem gjarnan eru metnar í arðsemisútreikningum.

Reiknað er fyrir:

- ◆ 2+1 með planvegumótum eingöngu (eins og nú við Grindavíkurveg og Vogaveg)
- ◆ 2+1 með fimm mislægum vegumótum (2+1M)
- ◆ 2+2 með fimm mislægum vegumótum

Óhappa og slysgögn			FYRIR			EFTIR											
1995-1999 á ársgrundvelli		fjöldi óhappa & slysa		Alls	fjöldi óhappa			þar af fjöldi slysa			kostnaður (milljónir króna)			árlegur sparnaður (milljónir kr.)			
Flokkur	Lykilorð	óhöpp	p.a.slys	Kostn.	2+1	2+1M	2+2	2+1	2+1M	2+2	2+1	2+1M	2+2	2+1	2+1M	2+2	
A	"frontal"	3	2	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	57	57	
B	útaf hægri	4	2	33	4	4	3	2	2	2	41	41	31	-8	-8	2	
C	útaf vinstri	3	2	17	0	0	2	0	0	0	0	0	3	17	17	14	
D	vegumót	2	1	3	2	0	0	1	0	0	4	1	0	0	2	3	
E	aftaná/framúr	6	2	35	2	1	1	1	1	0	22	11	13	13	25	22	
F	vegbúnaður	8	0	6	15	15	8	0	0	0	11	11	6	-5	-5	0	
G	ljósastaurar	3	2	16	2	2	3	1	1	1	9	9	15	7	7	1	
H	annað	2	1	4	2	2	2	1	1	0	4	4	3	0	0	1	
alls		32	11	171	27	25	20	5	5	4	91	76	71	80	94	100	
		Óhöpp	Slys	M kr.	Óhöpp	Óhöpp	Óhöpp	Slys	Slys	Slys	M kr.	M kr.	M kr.	M kr.	M kr.	M kr.	

Tafla 4: Árlegur fjöldi óhappa og slysa. Helstu niðurstöður úr rýni í slysgögn Reykjanesbrautar og hugsanlega fækkun/fjölgun ákveðinna óhappagerða með því að breyta 1+1 vegi í 2+1 (tvær útgáfur) og í 2+2 (tvöföldun). Sjá einnig töflu 1.

<sup>8</sup> Krýsuvíkurvegur ef lesandi kys þá stafsetningu frekar

<sup>9</sup> Miðað er við einingarverð umferðarslysa skv. /Hagfræðistofnun H.Í./ og framreiknað til árs 2001, eignatjón 0,7 milljónir; lítil meiðsl 4,32 milljónir; mikil meiðsl/bani 43,2 milljónir



Þetta gefur arðsemi fyrsta árs sem hér segir <sup>10</sup>:

útfærsla vegar	framkvæmda- kostnaður [M kr.]	slysasparnaður fyrsta árs [M kr.]	Fyrsta árs arðsemi FÁR [%]
2+1	1 000	80	8%
2+1M	1 900	94	5%
2+2	3 500	100	3%

Tafla 5: Fyrsta árs arðsemi þriggja lausna við breikkun Reykjanesbrautar í umferðaröryggislegu tilliti. Framkvæmdakostnaður er byggður á fyrstu áætlun, og eru því ekki útfærðar kostnaðartölur, heldur einungis hugsáðar til viðmiðunar.

Eins og sjá má, er slysasparnaður fyrsta árs (sparnaður fyrsta ársins eftir að framkvæmdum lýkur) nokkuð svipaður í öllum þremur lausnum og kemur það kannski á óvart. Taflan sýnir, að arðsemi framkvæmdanna, miðað við gefnar forsendur, er mest við gerð 2+1 vegar með plangatnamótum.

Aðrir kostir við 2+1 lausn eru m.a. stystur framkvæmdatími, lægstur framkvæmdakostnaður og eilítið lægri ökuhraði en í hinum lausnunum. Ekki skal mælt með að auka umferðarhraða á Reykjanesbraut, og því hlýtur lausnin 2+1 að koma sterklega til álita, enda myndi 2+2 vafalítið leiða til meiri umferðarhraða og því yrðu slysin alvarlegri þegar þau þó gerast.

Ekki er á Reykjanesbraut þörf á aðgerðum eingöngu vegna umferðarmagns og sjónarmiða flutningsgetu (umferðarrýmdar), en sökum ákveðinna meinbuga á umferðaröryggi vegarins, er brýnt að grípa til einhverra aðgerða. Varast ber að líta á tvöföldun vegarins sem einhverja töfralausn, eins og kannski mætti lesa út úr orðum sem fallið hafa í þjóðfélagsumræðunni um Reykjanesbraut að undanfögnu.

---

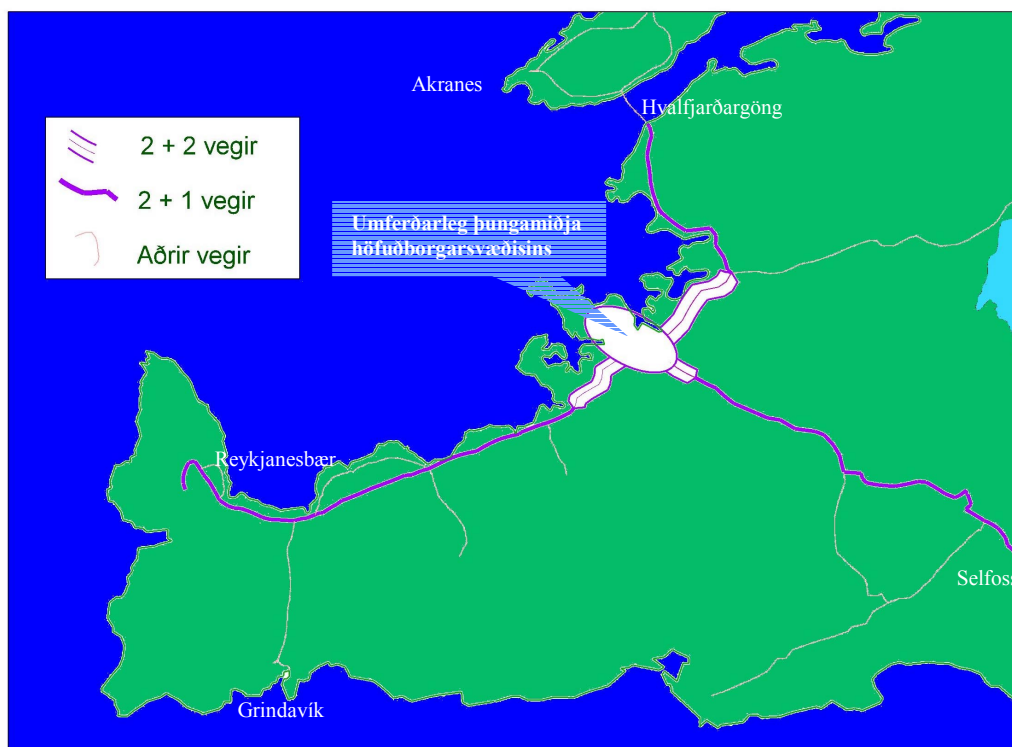
<sup>10</sup> Í drögum að áætlunum Vegagerðarinnar um tvöföldun Reykjanesbrautar er miðað við kaflann frá mörkum Hafnarfjarðar og Vatnsleysustrandarhrepps að Njarðvíkum. Vegna skipulagsmála í Hafnarfirði er ekki fengist við kaflann frá Ásbraut að bæjarmörkum. Á svæðinu við Straumsvík er fyrirhuguð mikil uppbygging og jafnvel færsla Reykjanesbrautar. Kostnaðartölur eru því einungis til viðmiðunar, og gætu hækkað með tilkomu breytinga við Straumsvík og annarra viðbóta í formi mislægra tenginga á því svæði.

## Hugmynd um notkun í nágrenni höfuðborgarsvæðisins

Ljóst má þykja að 2+1 vegur hafi marga kosti í för með sér. Þar ber helst að nefna aukið umferðaröryggi eins og rakið hefur verið hér að framan, en eins mikla arðsemi, vegna tiltölulega lágs kostnaðar miðað við fulla tvöföldun vegar. Einnig er framkvæmdin við að útbúa 2+1 úr 1+1 skv. hefðbundnum skilningi ekki nýbygging, auk þess sem hún tekur mun minna rými. Því ætti hún ekki að þurfa mat á umhverfisáhrifum, í það minnsta ekki eins ítarlegt og gerð sjálfstæðs umferðarmannvirkis. Ekki leikur vafi á því að tvöföldun er nýtt umferðarmannvirki. Áhrifin á umhverfið við að breikka 1+1 í 2+1 eru augljóslega allt önnur og minni er við að útbúa 2+2, þ.e. bæta við tveimur sjálfstæðum akreinum.

Í Framkvæmdafréttum 03/00 segir m.a.:

*“Sé miðað við að lausn Svianna sé þriðjungi ódýrari en bygging hraðbrautar, þá mætti fyrir sömu fjárhæð og áætlað er að verja til byggingar hraðbrautar frá Hafnarfirði til Keflavíkur byggja 2+1 veg með viraleiðara frá höfuðborgarsvæðinu til Keflavíkur, til Selfoss og að Hvalfjarðargöngum. Hraðbraut er vissulega besti kosturinn en það er alltaf spurning hvernig takmörkuðu fjármagni er best varið.” /Rögnvaldur Jónsson/*



Mynd 11: Hugmynd að útfærslu helstu þjóðvega í grennd við höfuðborgarsvæðið:

2+2 akreinar (eða fleiri akreinar þar sem við á) frá kjarna út að jaðri höfuðborgarsvæðisins.

2+1 tekur þá við að Reykjanesbæ eða Keflavíkurflugvelli, Hvalfjarðargöngum og yfir Hellsheiði til Selfoss.

Hér hefur verið mælt með því að íhuga vel og vandlega hvort þessi tegund vegar eigi ekki vel við hér á landi. Auðvelt er að varpa fram hugmyndum um góðar en dýrar lausnir ef ekki þarf að huga að fjármagni, eins og hefur viljað brenna við í umræðunni að undanfögnu. Erlendar þjóðir, sem þó eiga við meiri flutningsgetuvandamál að stríða á vegunum, fara í vaxandi mæli þá leið að leggja 2+1 vegi.

## Samantekt/Lokaorð

Telja verður kosti 2+1-lausnar ótvíræða fyrir umferðarmikla þjóðvegi á íslenskan mælikvarða. Hér hefur verið sýnt fram á, að með teknu tilliti til umferðaröryggis og arðsemi, sé þetta heppileg lausn hér á landi. Hún uppfyllir ennfremur kröfur um umferðarrýmnd (flutningsgetu), aðskilnað akbrauta (akstursstefna) og öruggt umhverfi vega. Framúrakstur er gerður bæði öruggari og auðveldari.

Eins skal ítrekað, að með peningunum sem sparast við að leggja 2+1 veg í stað þess að fara út í fulla tvöföldun Reykjanesbrautarinnar, mætti einnig breikka Vesturlandsveg og Suðurlandsveg á tilteknum köflum (sjá Mynd 11). Þannig mætti tvöfalda Vesturlandsveg alveg að Mosfellsbæ, en 2+1 vegur tæki þá við að Hvalfjarðargöngum og jafnvel lengra síðar meir. Suðurlandsvegur gæti verið tvöfaldur að gatnamótum við Breiðholtsbraut (við Rauðavatn) eða í nágrenni þeirra eftir byggingu nýrra hverfa sunnan og austan Rauðavatns. Suðurlandsvegurinn yrði svo 2+1 alveg að Selfossi.

Gæta verður í lengstu lög að stuðla ekki að auknum umferðarhraða með þeim aðgerðum sem ráðist verður í, og fylgja þeim eftir með eftirliti og athugunum á umferðar- og slysaögnum.

Móta verður heildstæða stefnu í útfærslu umferðarmikilla þjóðvega á Íslandi, sér í lagi á suðvesturhorninu þar sem umferðin er mest. Sjónarmið umferðaröryggis, jafnt sem umferðarrýmndar, þjóðhagslegrar hagkvæmni og arðsemi, verði höfð að leiðarljósi í þeirri vinnu. 2+1 vegur kann að reynast mjög mikilvægur og áhugaverður kostur í því samhengi.



## Heimildir

- Auður þóra Árnadóttir. *Samanburður á ákveðnum köflum á Suðurlandsvegi, Vesturlandsvegi og Reykjanesbraut með tilliti til umferðaröryggis*. Vegagerðin, áætlanadeild. Reykjavík, september 2000.
- Brannolte, U., Sigthorsson, H. et al. *Sicherheitsbewertung von Querschnitten außerörtlicher Straßen*. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 5. BAST. Bergish Gladbach, 1993.
- Brilon, W. et al. *Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einbahnigen, zweistreifigen Außerortsstraßen. Maßnahmenkonzept und Voruntersuchungen. (Entwurf)* Bundesanstalt für Straßenwesen, Projektgruppe AOSI. Desember 1997.
- Carlsson, A. & Brüde, U. *Utvärdering av alternativ 13 m väg. Halvårsrapport 1999:2*. VTI notat 27 · 2000. Linköping 2000
- Carlsson, A. et al.. *Utvärdering av alternativ 13 m väg. Halvårsrapport 1999:1*. VTI notat 53 · 1999. Linköping 1999.
- Carlsson, A. et al.. *Utvärdering av alternativ 13 m väg. Halvårsrapport 2000:2*. VTI notat 23 · 2001. Linköping 2001. (samantekt hennar í viðauka C er af [www.vti.se](http://www.vti.se))
- Gunnar Ingi Ragnarsson et al. *Reykjanesbraut, öryggisátak*. Fyrri og seinni hluti. Skýrsla unnin í samvinnu við Vegagerðina. Vinnustofan Þverá, Reykjavík 1995
- Hagfræðistofnun Háskóla Íslands. *Kostnaður vegna umferðarslysa á Íslandi*. Skýrsla nr. C96:03 Athugun gerð fyrir Vegagerðina, Umferðarráð, Landlæknisembættið og Slysavarnaráð. Júní 1996
- Haraldur Sigþórsson. *Áhrif birtu á óhappa- og slysatíðni. Óupplýstir þjóðvegir á Íslandi*. Skýrsla unnin í samvinnu við og kostuð af Rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar. Reykjavík 1995.
- Haraldur Sigþórsson. *Accident rates in daylight, darkness and twilight*. Nordic Road & Transport Research, nr. 1, 1996. VTI, Linköping 1996.
- Haraldur Sigþórsson og Stefán A. Finnson. *Samband veðurfars og umferðaröryggis á Reykjanesbraut*. Reykjavík 1996.
- Haraldur Sigþórsson og Stefán A. Finnson. *Traffic accidents and weather on the airport road, Reykjanesbraut*. Nordic Road & Transport Research, nr. 1, 1997. Linköping 1997.
- Lamm, R., Psarianos, B. & Mailaender, T. *Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook*. McGraw-Hill. New York 1999.
- Meewes, V., Stievermann, P., Leopold, K & Stritt, O. *Erfahrungen mit "2+1" spuriger Verkehrsführung*. Straße +Autobahn, Heft 3/91. Kirschbaum Verlag, Bonn 1991.
- Nilsson, G. *Hastighetsförändringar och trafiksäkerhetseffekter. "Potensmodellen"*. VTI notat 76 · 2000. Linköping 2000.
- Rögvaldur Jónsson. *Tilraunir Sænsku vegagerðarinnar með nýja vegtegund. Hugsanleg lausn hér á landi*. Framkvæmdafréttir 5. tbl. 2000. Vegagerðin, Reykjavík 2000.
- Thagesen, Bent (ritstj.). *Veje og stier*. Polyteknisk Forlag. Lyngby 1998.
- TRB (Transportation Research Board) *Highway Capacity Manual. Special Report 209, Third Edition*. TRB, National Research Council. Washington, 1998.



Viðauki A Tafla 4 í fullri stærð

2+1 með planvegamótum eingöngu (sams konar og eru við Grindavíkurveg og Vogaveg)

2+1 með 5 mislægum vegamótum (2+1M)

2+2 með 5 mislægum vegamótum

Ohappa og slysaöggn		FYRIR			EFTIR											
1995-1999 á ársgrundvelli		fjöldi óhappa & slysa		Alls	fjöldi óhappa			þar af fjöldi slysa			kostnaður (milljónir króna)			árlegur sparnaður (milljónir kr.)		
Flokkur	Lykilorð	óhöpp	p.a.slys	Kostn.	2+1	2+1M	2+2	2+1	2+1M	2+2	2+1	2+1M	2+2	2+1	2+1M	2+2
A	"frontal"	3	2	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	57	57
B	útaf hægri	4	2	33	4	4	3	2	2	2	41	41	31	-8	-8	2
C	útaf vinstri	3	2	17	0	0	2	0	0	0	0	0	3	17	17	14
D	vegamót	2	1	3	2	0	0	1	0	0	4	1	0	0	2	3
E	aftaná/framúr	6	2	35	2	1	1	1	1	0	22	11	13	13	25	22
F	vegbúnaður	8	0	6	15	15	8	0	0	0	11	11	6	-5	-5	0
G	ljósastaurar	3	2	16	2	2	3	1	1	1	9	9	15	7	7	1
H	annað	2	1	4	2	2	2	1	1	0	4	4	3	0	0	1
alls		32	11	171	27	25	20	5	5	4	91	76	71	80	94	100
		Óhöpp	Slys	M kr.	Óhöpp	Óhöpp	Óhöpp	Slys	Slys	Slys	M kr.	M kr.	M kr.	M kr.	M kr.	M kr.

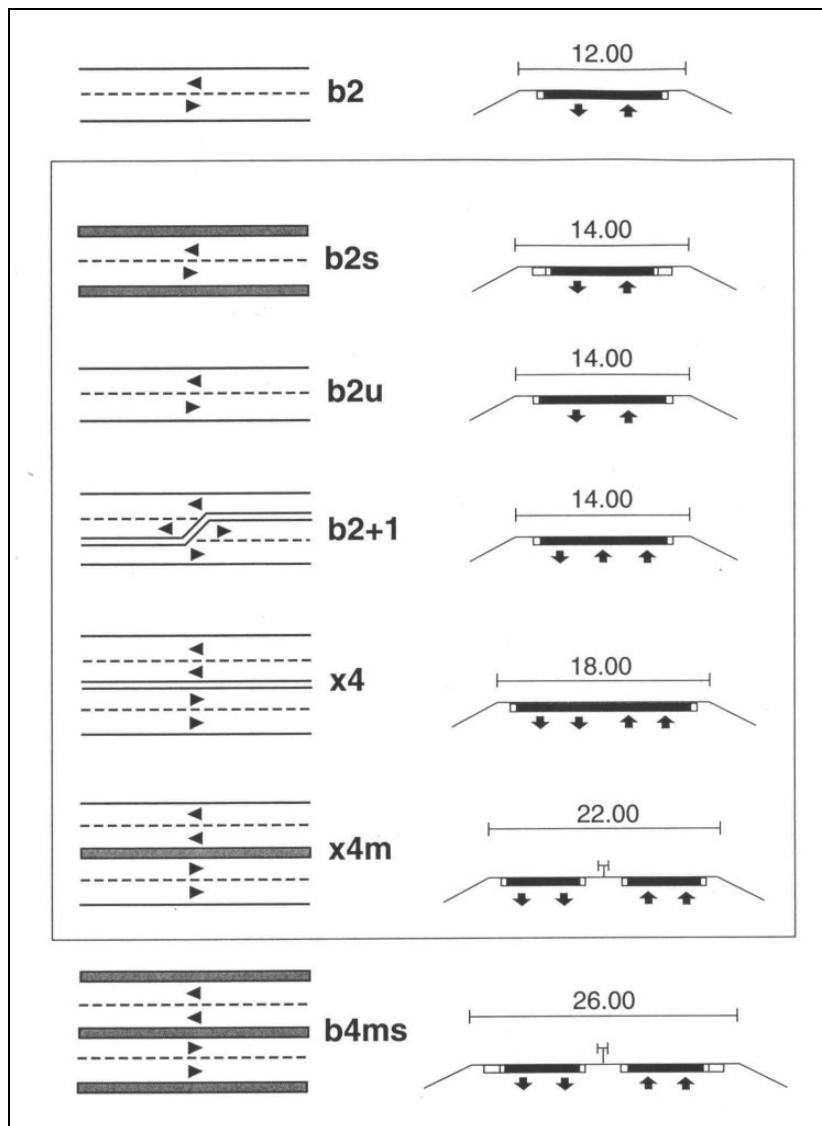
Tafla 4 (endurtekin): Árlegur fjöldi óhappa og slysa. Helstu niðurstöður úr rýni í slysaöggn Reykjanesbrautar og hugsanlega fækkun/fjölgun ákveðinna óhappagerða með því að breyta 1+1 vegi í 2+1 (tvær útgáfur) og í 2+2 (tvöföldun)



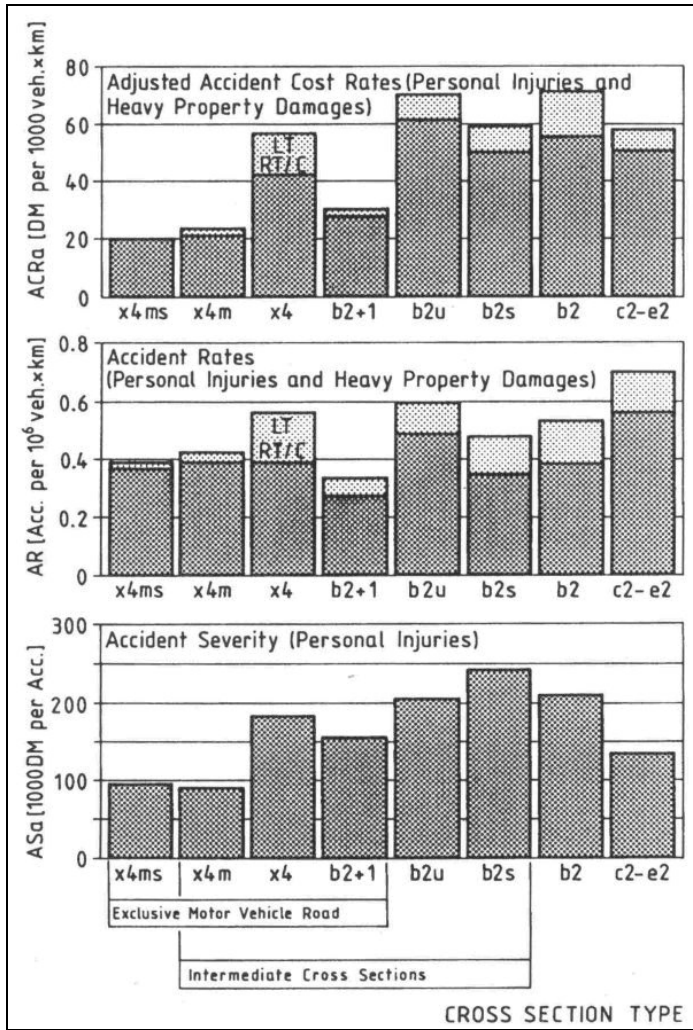


## Viðauki B

Nokkrar myndir úr heimild /Lamm, Psarianos & Mailaender/



Mynd B1: Krónubreidd ýmissa þversniða sem fjallað er um í greinargerðinni (mynd 25.11 úr /Lamm, Psarianos & Mailaender/ bls 25.23)



Mynd B2. Mat á umferðaröryggi mismunandi þversniða. Mynd 25.12 úr /Lamm, Psarianos & Mailaender/ bls. 25.24

Road Category	Standard / Intermediate Cross Section	Traffic Volume (AADT) [veh. per day]								
		0	10,000	20,000	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000
A I	SCS 37.5 (a6ms)									
	SCS 30.0 (a4ms)									
	ICS 15.5 (b2+1)									
	SCS 10.5 (c2)									
A II B II	SCS 33.0 (b6ms)									
	SCS 26.0 (b4ms)									
	ICS ≥ 18.5 (x4m)									
	ICS 15.5 (b2+1)									
	SCS 10.5 (c2)									
A III	SCS 9.5 (e2)									
	ICS ≥ 18.5 (x4m)									
	ICS 15.5 (b2+1)									
	SCS 10.5 (c2)									
A IV	SCS 9.5 (e2)									

Mynd B3: Leiðbeinandi þversnið í veghönnun miðað við flokk vegar (Category) og umferðarmagn (ÁDU) (mynd 25.2 úr /Lamm, Psarianos & Mailaender/ bls. 25.7)

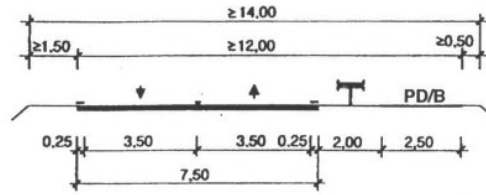
c2r

(SCS: 14.0)

Road Category: A II, A III

$V_{perm} \leq 90$  km/h

AT Grade



b2+1 (ICS: 15.5 / 14.0)

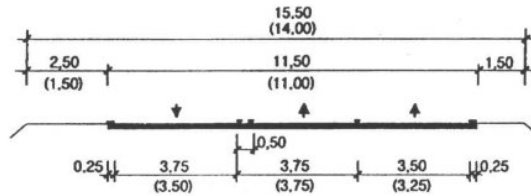
Road Category: A I, A II

A I:  $V_{perm} \leq 100$  km/h

Grade Separated

A II:  $V_{perm} \leq 90$  km/h

Grade Separated (AT Grade)



x4m (ICS:  $\geq 18.5$  / 17.0)

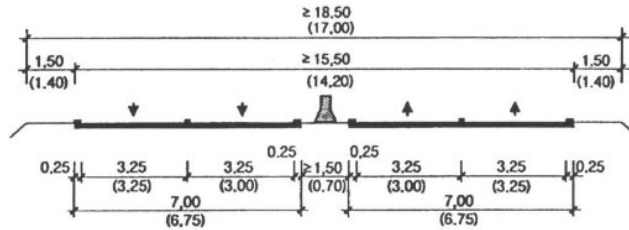
with Barrier (New-Jersey-Type)

Road Category: A III, B II, B III

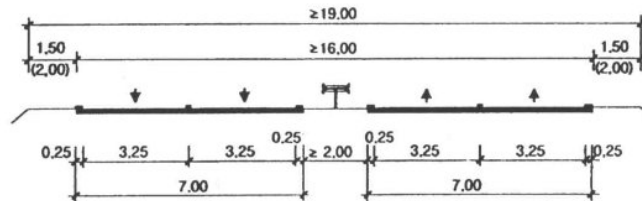
A III, B II:  $V_{perm} \leq 90$  km/h

B III:  $V_{perm} \leq 70$  km/h

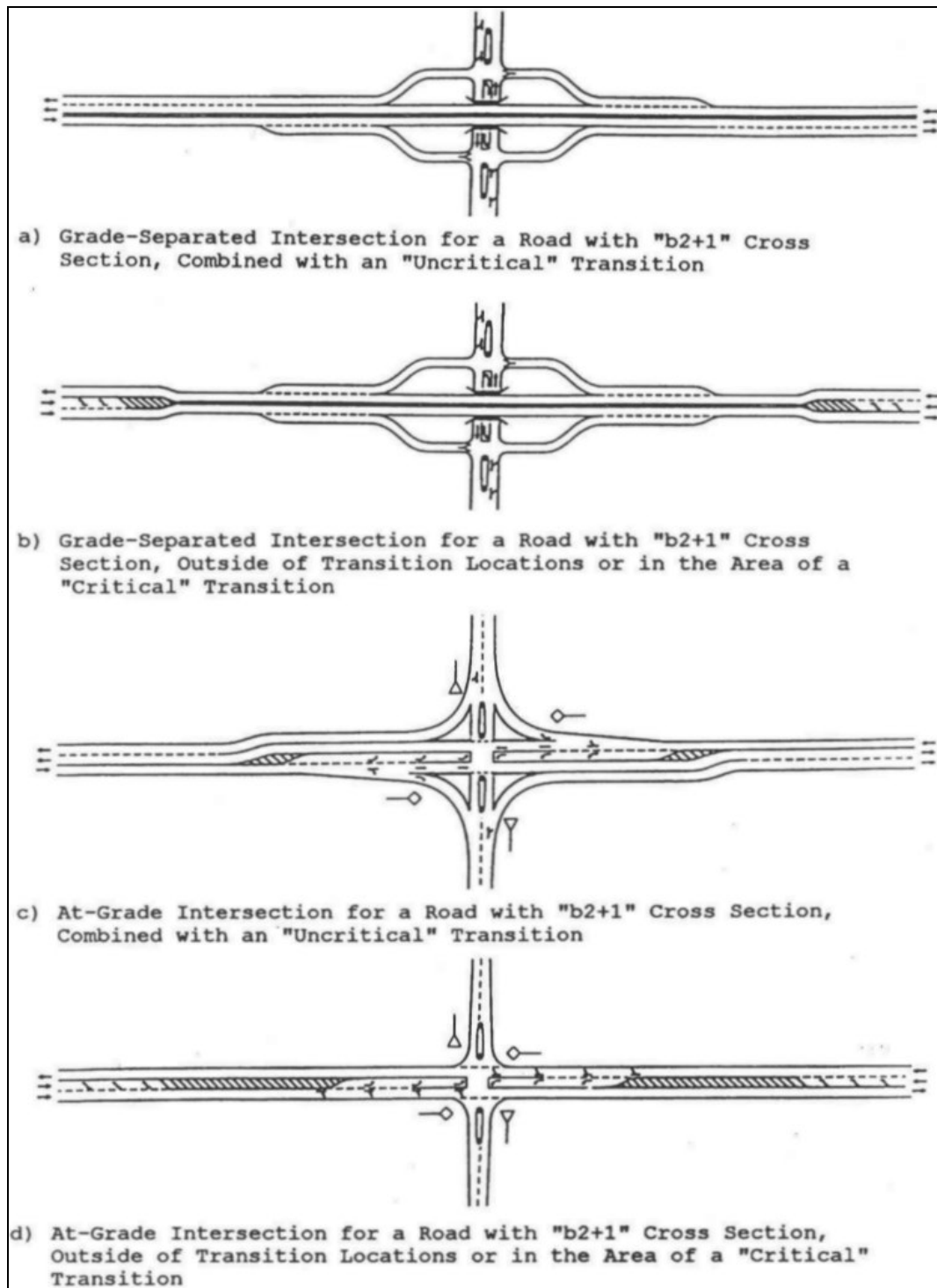
Grade Separated (AT Grade)



x4m with  
Guardrail



Mynd B4: Dæmi um málsett þversnið sbr. þau sem fjallað er um í þessari greinargerð.  
(mynd 25.3 úr/Lamm, Psarianos & Mailaender/ bls. 25.9)



Mynd B5: Dæmi um gerð gatna-/vegamáta 2+1 vegar. Hér eru sýnd X-gatnamót, en útfæra má T-gatnamót með einföldun þessarra útfærslna.

“Critical transition” er það nefnt þegar akreinum er að fækka úr tveimur í eina en “Uncritical transition” þegar þeim fjölga.

## Viðauki C

### Samantekt úr skýrslu /Carlsson et al., 2001/ af [www.vti.se](http://www.vti.se)



## Alternativa 13 m vägar. Hur går det?

VTI notat 23-2001 Pris: 150 kr.

*Denna rapport kan beställas via knappen ovan eller laddas hem via länken nedan.*

Inom Vägverket (VV) bedrivs ett utvecklingsprogram benämnt *alternativa 13m-vägar*. Syftet med detta program är att på ett kostnadseffektivt sätt öka trafiksäkerheten på befintliga 13m-vägar och motortrafikleder (ML) med väsentligt lägre investeringskostnader och mindre intrång än vid traditionella åtgärder. För att säkerställa att syftet uppnås bedrivs en omfattande utvärdering av de åtgärder som vidtas inom ramen för utvecklingsprogrammet. Denna utvärdering görs av en arbetsgrupp med representanter från VV och VTI.

Resultat och analyser från utvärderingen dokumenteras som lägesrapporter en gång per halvår. På grund av ett stort allmänt intresse såväl inom som utom VV har beslutats att ge ut dessa halvårsrapporter som Notat i VTIs löpande rapportserie. Första utgåvan var Halvårsrapport 1-99, utgiven som VTI notat 53-1999. Halvårsrapport 2-99 finns utgiven som VTI notat 27-2000 och Halvårsrapport 1-2000 som VTI Notat 67-2000.

Det skall påpekas att i denna dokumentation gjorda slutsatser och hypoteser helt och hållet är arbetsgruppens egna och på intet sätt skall betraktas som VTIs eller VVs officiella ståndpunkter.

### Bakgrund och syfte

Detta är den sjätte utvärderingsrapporten i Vägverkets (VV:s) utvecklingsprogram alternativa 13 m-vägar. Syftet med programmet är att finna och klarlägga

- rätt standard- och kostnadsnivå för de föreslagna åtgärderna med inriktning att minska svåra mötes- och avköringsolyckor, vilka svarar för drygt hälften av alla döda och svårt skadade på 13 m vägar med 90 och 110 km/tim
- rätta drift- och underhållsmetoder och kostnadsnivåer
- framkomlighets-, trafiksäkerhets- och miljöeffekter
- trafikantattityder.

VV:s och VTI:s bedömning innan utvecklingsprogrammet startade var att i första hand mittseparering med räcke, s.k. 2+1-väg eller 2+2-väg med mitträcke, och i andra hand sidoområdesåtgärder kan ha en mycket stor trafiksäkerhetseffekt. Båda dessa åtgärder genomförs inom befintligt vägområde. Effekten bedömdes till ca 20 till 30% men kanske ända upp till 50% minskning av antalet döda och svårt skadade (länk exklusive viltolyckor), att jämföra med ca 65% för motorväg (MV). 2+1-väg med räcke (inom VV numera benämnt mötesfri landsväg och mötesfri motortrafikled) skulle då vara 5–10 gånger mer effektiv än motorväg vid trafik-flöden i området 5–10 000 f/d beräknat efter nyckeltalet minskat antal döda och svårt skadade/investering. Svårigheten är att finna rätt nivå på övriga åtgärder för att begränsa barriäreffekten, förhindra nya trängningsolyckor m.m. och samtidigt begränsa kostnader och intrång. Effekterna av 2+1 med enbart vägmarkering var på förhand omstridda, från mycket positiva bedömningar i Tyskland till negativa i Norge. VVs och VTIs bedömning var på maximalt 10% effekt.

Programmet omfattade ursprungligen sex objekt med mittseparering med räcke, ett per VV-region utom Stockholm, se tabell på sidan 17. Dessutom har ytterligare ett antal objekt tillkommit i VV-regionernas översyn av befintliga 13 m-vägar och motortrafikleder (ML), bland annat två objekt som är 2+1-väg med enbart vägmarkering (målning). Det fanns i januari 2001 drygt 200 km öppnade mötesfria vägar, se tabell på sidan 18.

**Det första öppnade objektet** är motortrafikleden E4 Gävle–Axmartavlan, där södra delen, ca 14 km, sedan juni 1998 är ombyggd till 2+1-väg med mitträcke. Norra delen, ca 18 km, var sedan augusti 1997 omgjord till 2+1-väg med vägmarkering. Under september–oktober 1999 blev dock den södra delen med mitträcke förlängd med ytterligare ca 8 km mot norr och omfattade totalt ca 23 km medan norra delen med målning var ca 9 km lång. Dessa sista 9 km har försetts med mitträcke under tiden maj–juni 2000.

**Det andra objektet**, motortrafikleden E22 Karlshamn 12 km, är sedan september 1998 omgjord till 2+1-

väg med vägmarkering med portaler vid övergångssträckorna.

**Det tredje objektet** E22 Hörby, också motortrafikled, öppnades den 20 december 1999 som 2+1-väg med mitträcke. Denna sträcka som är 6,5 km lång har enbart två delavsnitt i varje riktning.

**Det fjärde objektet** Lv 100 Höllviken, motortrafikled med längden 5 km, öppnades som 2+1 med målning i slutet på oktober 1999. Här finns också enbart två delavsnitt i varje riktning. Men i december 2000 har denna sträcka försetts med mitträcke. Således övergår detta objekt till att vara 2+1 med mitträcke från 1 januari 2001.

Under hösten 2000 har ytterligare ett antal objekt öppnats, bland andra en del av det ursprungliga utvecklingsprojektet E4 Håknäs–Stöcksjö. Tre av dessa objekt behandlas i denna halvårsrapport och dessa tre är följande:

- E4 Ljungby–Toftanäs ML 2+1 med mitträcke
- E18 Västerås–Sagån ML 2+1 med mitträcke
- Lv 222 Värmdövägen ML 2+1 med mitträcke

Denna rapport lägger tyngdpunkten vid det utvärderingsarbete som gjorts på de två först öppnade objekten. För objekten i Skåne och de tre nya ML-sträckorna ovan har enbart data för olyckor och räckespåkörningar insamlats. Erfarenheterna hittills kan i korthet sammanfattas enligt följande:

### Trafiksäkerhet

Vid utvärdering av trafiksäkerheten studeras och beskrivs i detalj olycksutfallet i form av antal, skadeföljd, olyckstyper och olycksförlopp på de olika objekten före och efter ombyggnad (s. k. djupanalyser). Detta görs för att studera förändring i olycksmönster och olycksbild. Dessutom jämförs olycks- och skadefallet mot två olika kontrollmaterial för att skatta effekten av vidtagna åtgärder. Slutligen jämförs också olycks- och skadeantalet före- och efter åtgärd på olika sätt. Nedan sammanfattas de viktigaste resultaten.

- Utfallet t.o.m. december 2000 på 2+1-vägar med mitträcke, drygt 30 måna-der på E4 Gävle–Axmartaavlän och drygt 12 månader på E22 Hörby samt ca 2 månader på vardera E4 Ljungby och E18 Västerås är inga dödade men 4 svårt skadade. De totalt 77 olyckorna är fördelade på olyckstyp och skadeföljd enligt följande uppställning:
  - 48 singelolyckor med 4 svårt skadade (SS) och 13 lindrigt skadade (LS)
  - 16 omkörningsolyckor med 3 LS
  - 8 upphinnandeolyckor med 4 LS
  - 5 variaolyckor utan personskada
- Av de 77 olyckorna har 14 stycken medfört personskador. Av dessa har 8 in-träffat i tvåfältigt avsnitt och 6 i enfältigt. Som synes har mötesolyckorna helt försvunnit och singelolyckor med svår skadeföljd har kraftigt reducerats. De allvarligaste singelolyckorna är de som slutar i högra diket, ibland efter att ha studsat i mitträcket. Mest anmärkningsvärt är att de svåraste olyckorna har in-träffat i tvåfältiga avsnitt. De flesta av dessa singelolyckor börjar med att fordonet kommer utanför höger asfaltkant och sedan förlorar föraren kontrollen. Omkörningsolyckor med svår skadeföljd har inte inträffat men dessa svarar normalt bara för ca 6% av antalet svårt skadade eller dödade. En rimlig slut-sats av samtliga ovanstående data är att olyckor med svåra konsekvenser har förhindrats av räcket och i stället blivit räckespåkörningar med begränsade skador. Detta gäller i första hand för mötesolyckor och i andra hand för singelolyckor som genomsnittligt fått markant lindrigare skadeföljd.
- Men fyra olyckor på E4 Gävle–Axmartaavlän måste betraktas som mycket allvarliga händelser, två singelolyckor och två omkörningsolyckor. Första allvarliga fallet är en singelolycka där fordonet kommit utanför asfalten till höger i tvåfältigt avsnitt. När föraren försökte ta sig upp på vägbanan igen kastades bilen över mitträcket och landade på taket i diket på andra sidan vägen, se bild på sidan 30. Troligtvis var alla fem i bilen bältade och olyckan medförde bara 1 lindrigt skadad. Även i den andra singelolyckan kom fordonet utanför asfalten till höger i tvåfältigt avsnitt. När föraren tog sig upp på vägbanan kastaDES bilen in i mitträcket men studsade tillbaka ner i diket, där fordonet voltade och hamnade på taket men stannade mot viltstängslet på vänster sida. Olyckan medförde tre svårt skadade och två lindrigt skadade. Två omkörningsolyckor är mycket allvarliga och utgöres av påkörning av stillastående fordon i vänster körfält i samband med omkörning. I det första fallet påkördes en skärmvagn under pågående räckesreparation. Fordonet blev totalhavererat men föraren klarade sig oskadd. Den andra olyckan var en personbil som körde in i en stillastående havererad lastbil i vänster körfält med totalförstört fordon och två lindrigt skadade personer som följde.

- Den samlade trafiksäkerhetseffekten på olyckor med dödade och svårt skadade förväntades bli stor på 2+1 med räcke, ca 20–30% och kanske ända upp till 50%. Utfallet enligt ovan är 4 svårt skadade jämfört med 9,0 svårt skadade eller dödade personer enligt "normalt" utfall, beräknat som en samman-vägning mellan kontrollmaterialen. Detta får betraktas som ett positivt resultat. Gjorda före- efterstudier visar ungefär samma resultat. Osäkerheten är dock stor på hittills litet datamaterial i alla studier.
- Mot bakgrund av ovanstående kan det för ML finnas anledning att revidera den bedömning som gjordes i förstudien. Effekten kan nu bedömas vara från 30% upp till 50% (med sidoområdesåtgärder) för svårt skadade och dödade på länkar. Detta skall jämföras med en effekt på 65% för MV. Om enbart dödade betraktas är effekten rimligtvis större. Eftersom effekten för MV är ca 80% så kan 2+1 med räcke medföra en reduktion med mer än 50% för dödade.
- För vanlig 13 meters väg med mitträcke finns ännu inga olycksdata. Därför kvarstår den ursprungliga bedömningen med en effekt på 20–30% för svårt skadade och dödade i länkoluckor och kanske upp till 50% med sidoområdes-åtgärder. Men på denna vägtyp bedöms korsningsolyckor medföra en mindre total effekt än för ML.
- Inom VV har gjorts en nationell djupstudie avseende olyckor med dödsolyck-or under åren 1997–98. Därvid gjordes bedömningen att dödade i mötes- och omkörningsolyckor med frontalkollision skulle kunnat minskat med ca 90% om mitträcke funnits på 13 m väg och ML. För singelolyckor med dödade uppskattades effekten till ca 50%. Beträffande mötesolyckor finns det i hittills dokumenterat olycksmaterial inte något som motsäger denna bedömning, me-dan antalet singelolyckor med svår skadeföljd är få och inget säkert kan sägas förutom att det finns en positiv effekt även för singelolyckor.
- Trafiksäkerhetseffekten av 2+1 med vägmarkering var på förhand omdiskuterad, men en förväntan om viss positiv effekt (uppmot 10%) fanns. Utfallet hittills, 64 månader sammanräknat för tre sträckor på E4, E22 och Lv 100, är totalt 9 dödade eller svårt skadade jämfört med normalt utfall 10, således ett helt normalt utfall. Alla tre dödsolyckor är dock mycket speciella och beror primärt inte på utformningen. Om dessa tre olyckor räknas bort erhålles en positiv effekt på svårt skadade och dödade. Före- efter-studien uppvisar be-tydligt mer positiva resultat. På dessa sträckor har dock inträffat flera olyckor med överkörning till vänster, sammanlagt 13 stycken med två dödade (speciel-la omständigheter) och tre svårt skadade som följd. I ett fall utan personskada var möteskollision nära. Sammanfattningsvis kvarstår dock hypotesen att viss total skadereduktion (uppmot 10% på svårt skadade och dödade) kan erhållas med 2+1 med markering. I före-efter-studierna kan denna effekt utläsas men vid jämförelse med kontrollmaterialen är utfallet inte lika tydligt. Olyckor med överkörningar till vänster är ett stort problem som inte synes ha minskat utan har samma relativa andel som för vanliga 13 m-vägar och ML. Dock noteras en minskning av denna andel på målad del av E4 Gävle–Axmartavlan, där andelen före åtgärd var extremt hög.
- Räckespåkörningarna på 2+1 med räcke förväntades bli många med en för-väntad frekvens i intervallet 0,5–1,0 påkörningar per miljon axelparkm. Utfal-let hittills är 0,7, vilket innebär 116 räckespåkörningar t.o.m. december 2000 för all väglängd med mitträcke på E4 Gävle–Axmartavlan. Av polisrapporte-rade räckespåkörningar framgår dock att i bara ca 35% av fallen var räcket den primära orsaken då ett fordon av ouppmärksamhet kört in i räcket. I övriga 65% har fordonet infångats i räcket efter sladd, punktering, vindkast eller an-nan orsak. I några fall har föraren efteråt uttalat sig om att utan mitträcke hade risk för mötesolycka förelegat. Merparten av påkörningarna, 76 stycken eller ca 65%, har skett på enfältiga avsnitt och endast ca 8 påkörningar i övergångs-sträcka 2 till 1, vilket är en mindre andel än procentuell längd med 2 till 1-övergång (drygt 10%). En rimlig slutsats är att olyckor har förhindrats och i stället blivit räckespåkörningar med begränsade skador.
- Frekvensen av räckespåkörningar har en minskande tendens på E4 Gävle–Axmartavlan. Jämfört med tiden före oktober 1999 har kvoten för påkörningar minskat med 30%. Men på de objekt som öppnats nu under senhösten 2000 är det initialt höga tal. Påkörningsfrekvensen på E4 Gävle–Axmartavlan har minskat efter det att den enfältiga belagda bredden ökats från 4,75 till 5,75 m. Minskningen är ungefär lika stor på en- och tvåfältiga avsnitt. Orsaken till minskningen är därför svårtolkad, den kan bero på ökad tillvänjning eller breddning. Ca 65% av räckespåkörningarna sker i enfältiga avsnitt även efter att belagda bredden har ökats med en meter. Men på det ursprungliga södra avsnittet är andelen påkörningar i enfältigt sjunkande.

#### Trafikantattityder

- Attitydundersökningar från hösten 1998 pekade på att trafikanterna föredrar 2+1-väg med målning framför vanlig 13 m-väg. Endast ett marginellt antal ansåg att 2+1-väg med räcke är bäst.

- Vid en upprepad undersökning hösten 1999 var det emellertid ca 40% av trafikanterna som ansåg att 2+1-väg med räcke är den bästa utformningen mot ca 30% som föredrog 2+1-väg med målning. Den förändrade uppfattningen är entydig och markant. Förändringen är speciellt markant hos de vägkantsintervjuade, som omfattar en stor andel av icke lokal trafik, och främst bland personbilsförare.
- Sammanfattningsvis visar undersökningarna entydigt att de tillfrågade trafi-kanterna, både på vägen mellan Gävle och Axmartavlan och i regionen runt Gävle, har ändrat uppfattning rörande användningen av 2+1 körfält med mitt-räcke. Från en generellt negativ attityd mot denna utformning och dess inverkan på trafiken har det under 1999, delvis grundat på egen körerfarenhet på sträckan, svängt till ett generellt accepterande av utformningen.

### **Framkomlighet**

- Hastigheterna hade förväntats minska något på grund av lägre hastighet i en-fältiga avsnitt. Utförda mätningar på E4 Gävle–Axmartavlan vid hastighets-gräns 90 km/h säger att reshastigheterna för personbilar (pb) tvärtom har ökat något, 2 km/h vid mitträcke och 4 km/h vid målning, räknat från nivån 99 km/h före åtgärd. Mätningar på E22 Karlshamn visar på en ökad reshastighet med ca 1 km/h upp till knappt 96 km/h jämfört med vanlig ML.
- Vid höjd hastighetsgräns till 110 km/h på E4 har pb-hastigheterna ökat ytterligare. Detta innebär att genomsnittliga hastighetsnivån på räckesdelen hösten 2000 för pb är 108,5 km/h med en skillnad på ca 5 km/h mellan enfältiga och tvåfältiga avsnitt. Detta gör 111 km/h på tvåfältiga avsnitt och 106 km/h i en-fältiga avsnitt. Detta gäller för flöden upp till 500 f/h i en riktning. Vid högre flöden sjunker hastigheten svagt i enfältiga avsnitt. Utförda studier visar dock på betydande hastighetsvariation i körförloppet mellan en- och tvåfältsavsnitt vid höga flöden (över 800 f/h i en riktning). Jämfört med 1996 då hela sträckan hade breda körfält och hastighetsbegränsning 110 km/h är hastigheten för pb genomsnittligt ca 2 km/h lägre. Motsvarande data för lb är ca 1 km/h lägre och för lbs 0,5 km/h högre.
- Övergångssträckan 2 till 1 körfält befarades av många att få både vävnings- och framkomlighetsproblem. Hittills har övergångarna fungerat väl, särskilt med räcke. Andelen fordon i omkörningsfältet vid övergångssträckans början är liten på väg med mitträcke. Men vid ett tillfälle med mycket höga flöden har kapacitetssammanbrott på grund av för höga trafikflöden ägt rum. Det var annandag påsk 2000 med mycket höga flöden i riktning söderut. Övergångarna två till ett körfält blev överbelastade vid vävning till ett körfält med stopp och långa köer som följd. Jämförelse med en mätpunkt i Uppsala län ger en skattning av maximala flödet på 1 600–1 650 f/h, räknat över en 15-minu-terperiod. Motsvarande data för kapaciteten på en vanlig ML kan uppskattas till ca 1 900–1 950 f/h, vilket är vad som gäller för höger fält på en motorväg.
- Trafikflöden på 1 600–1 650 f/h förutsätter att 2+1-vägen utgör flaskhalsen i vägsystemet, dvs. att aktuell väg kan matas med ett så stort flöde. Detta i sin tur förutsätter i princip att vägen ansluter till en motorväg eller en 13 m väg. På en 2+1-väg med vanliga korsningar bestäms kapaciteten i praktiken av hur dessa korsningar utformas. Kapaciteten på en 2+1-väg med korsningar eller belastade trafikplatser ligger sannolikt något lägre än 1 600 f/h.
- VV:s förhandsbedömning var att antalet trafikstopp på grund av haverier och olyckor snarare skulle öka än minska på grund av den trånga enfältiga sektio-nen. I praktiken har det visat sig svårt att följa upp haverier. Fyra större incidenter med blockeringar och längre trafikstopp har hittills rapporterats på räckesdelen på E4. Två fall är felkörningar av dispenstransporter, en för hög och en för bred, medan de två övriga är ett fordonshaveri och en bilbrand. Dessutom har en kortare avstängning på en timme gjorts vid en olycka i två-fältigt avsnitt. Erfarenheterna motsäger inte VVs förhandsbedömning. Möjligheten att öppna mitträcket med snabblåset har hittills inte utnyttjats. Räcket har dock "öppnats" manuellt ett antal gånger.

### **Drift och underhåll**

DoU-kostnader för 13 m vägar och motortrafikleder

En förstudie innan utvecklingsprogrammet startade utgick från DoU-kostnadsmodell (prisnivå 1996) i EVA 2.1 (program för objektsanalys). Denna modell gav stora skillnader mellan vägtyper och för olika trafikflöden:

- motorväg ca 50% dyrare än motortrafikled som är ca 60% dyrare än 13 m väg
- en fördubbling av trafikflödet innebär en 30% ökning för motortrafikled

Nivån för en motortrafikled med som Gävle–Axmartavlan ca 8 500 axelpar i årsdygnstrafik (ådt) låg på ca 150 kkr/km (exkl. skattefaktor) mot ca 95 kkr för en vanlig 13 m väg vid samma flöde.

DoU-kostnadsmodell i EVA 2.1 har setts över av KTH i ett parallellt pågående effektprojekt baserat på en mindre enkätundersökning till regionerna Resultatet indikerar att skillnaderna mellan vägtyperna liksom flödesberoendet är betydligt mindre. Nivån för en motortrafikled med ÅDT ca 8 500 axelpar bedömdes ligga på ca 120 kkr/år och km (exkl. skattefaktor) och utan någon skillnad mot vanlig 13 m väg oavsett



trafikflöde. Efter halvårsrapport 1-2000 har VV vid jämförelser med budgetnivån för drift och underhåll ökat nivån till ca 170 kkr/år och km.

Uppföljningarna i projekt alternativ 13 m-väg indikerar väsentligt mycket lägre drift- och underhållskostnader, t. ex. för E4 Gävle–Axmartavlan med kontrollsträcka ca 15 kkr/km och år exklusive beläggning, vägmarkering och andra åtgärder med stora åtgärdsintervall. Förstudien pekade på beläggningskostnader kring 30 kkr/km och år givet nuvarande RUD-kriterier.

### **Merkostnader för 2+1 med räcke vid motortrafikled**

Merkostnaderna för 2+1 räcke på Gävle–Axmartavlan enligt förstudien och nuvarande bedömningar, i båda fallen drygt 100 kkr/km och år, redovisas per åtgärd i tabell på sidan 13 och 66 i rapporten.

### **Räckesreparationer**

Räckesreparationer bedömdes bli ett betydande problem med en nivå i intervallet 0,5–1,0 påkörningar/miljon axelparkm, dvs. ca 2 per km och år. Nivån hittills ligger hittills på ca 0,7 (0,85 i förra halvårsrapporten) för E4 Gävle–Axmartavlan men har en sjunkande trend. Initialnivån har hittills varit hög också på E4 Ljungby och E18 Västerås–Sagån.

Räckeslagningens kostnaden på Gävle–Axmartavlan ligger nu på ca 10 000 kr per påkörning. Lagningen sker genom avstängning av omkörningsfältet med TMA-skydd. Hastigheten skyltas ner i båda riktningarna och VMS-skyltarna ställs på "Vägarbete". Reparationskostnaderna - för både bil och räcke - betalas av försäkringssidan.

Arbetsmiljön vid räckeslagning är ett problem. En allvarig incident med påkörning av skärmvagn har inträffat enligt ovan. Arbetena på Gävle–Axmartavlan följer den trafikordningsplan som tagits fram för räckeslagning.

De totala kostnaderna för räckesreparationer (exklusive skattefaktor) uppskattas till följande:

- räckeslagning 5–10 kkr/miljon fkm
- bilreparationer 25–50 kkr/miljon fkm

Den lägre siffran avser påkörningsfrekvensen 0,5 och den högre 1,0 per miljon apkm.

### **Vinterväghållning**

Förstudien bedömning var att vinterväghållningskostnaderna på 2+1-vägar med räcke skulle mer än fördubblas från ca 20 kkr/km o säsong till drygt 50 kkr/km o säsong. Den största merkostnaderna skulle utgöras av kantstolpstvättning.

Förstudien redovisade stora åsiktsskillnader beträffande:

- svårigheterna att ploga och riskerna för låga ploghastigheter; från smärre till stora problem
- förekomst av vatten samt snöfalls- och isbildning vid mitträcket, från smärre till stora problem

Föreliggande halvårsrapport innehåller inga nya uppföljningsdata.

Vinterväghållningen har i stort sett gått bra. De uppföljda kostnaderna både för 2+1-räcke och 2+1-målat ligger på ca 18 000 kr/km och säsong och marginellt lägre för kontrollsträckan. Huvudorsaken är att merkostnaderna för kantstolpstvättning varit väsentligt lägre. Antalet tvättar har varit betydligt lägre än förväntat.

Ploghastigheterna, ca 30 km/h, har legat på samma nivå som före åtgärd och på uppföljda kontrollsträckan. Det har inte varit några problem att hålla rent mot räckets. Förarna upplever dock arbetet som stressande. Flera olyckor har inträffa vid omkörning av plogbilar. Svårigheter att köra om leder till kolonner bakom plogfordonen. För en plogsträcka på 10 km kan det bli kolonner på 20 till 50 fordon efter plogbilen, beroende på timflödet.

Några problem med vattensamlingar och isbildning har inte noterats. Däremot är trafikflödet i omkörningsfältet så lågt, ca 300 f/dygn, att det är svårt att hålla det rent.

Snövallar bildas mot de befintliga broräckena och även vid sidoräcken monterade i beläggningskant. Dessa snövallar måste lastas ut i lågtrafiktid. Detta har i princip skett en gång per vintersäsong. Arbetet görs i en riktning i taget. Väg E4 enkelriktas då med hjälp av VMS-skyltarna och den fasta omledningen till gamla väg E4

Saltåtgången har minskat istället för att öka. Orsaken bedöms att det med 2+1-lösningen blivit en mindre total yta som saltas. Uppföljningen gjordes innan stödremsan belades.

### **Samordning och om- och överledningar av trafiken**

E4 Gävle–Axmartavlan har sedan ca årsskiftet 1999/2000 permanent omledningsvägvisning kombinerad med VMS-tavlor (omställbara skyltar). Räckesreparationer sker utan om- eller överledning. Arbetena sker från omkörningsfältet samt med varningsskyltning på VMS-tavlorna.

Arbeten utöver räckeslagning såsom kantstolpstvätt, brospolning, slätter m.m. utförs vid lågfrekvent trafik under kvälls- och nattetid för att slippa omledning till gamla E4. Sedan årsskiftet kombineras detta med VMS-skyltar.

Beläggning, markering, räcken och diken åtgärdades före öppnandet.

Förstudien bedömde omlednings- och trafikantkostnaderna för fasta arbeten till ca 20 kkr/km och år räknat på 1 omledning vart tredje år och km. Kostnaden grundades på 50 kkr i fast kostnad per omledning plus 6 kkr per dag i rörlig kostnad plus ca 1,4 kr/passeraende fordon vid delsträckelängd 1,5 km motsvarande ca 7 000 kr/dag och km.

Omledningar vid fasta arbeten sköts inte med överledningar enligt förstudiens antaganden. Vägen enkelriktas istället med VMS-skyltar. Investeringarna i VMS-skyltar, vägvisning för omledning och driftkostnader för detta samt trafikantkostnaderna vid omledning bedöms ligga i samma årsnivå som förstudiens bedömningar.

### **Erfarenheter från planering och projektering**

Utvecklingsprogrammets inriktning var:

- 2+1 med räcke inom 13 m bredd och inom befintligt vägområde till 1–2 Mkr/km
- 2+2 med räcke till ca 4–6 Mkr/km
- ej fullständig GC- och anslutningsseparering

Inriktningen syftade till att kostnadseffektivt åtgärda det stora problemet mötesolyckor och i andra hand det näst största problemet singelolyckor. Ett väsentligt argument för att begränsa åtgärder till befintligt vägområde är att genomförandetiden minskar och att möjligheterna att bedöma kostnaderna ökar. Åtgärder för GC-trafik bedömdes mindre effektiva på 13 m vägar med 90 och särskilt 110 km/h. Skälen för detta är att på aktuella 110-vägar men även på 90-vägar den faktiska gång- och cykeltrafiken är mycket liten. Detta visar sig också i att antalet svåra GC-olyckor på sträcka är mycket begränsat. Det ingick i beslutet att acceptera att de ca 5 m breda enfältiga sträckorna skulle innebära ett antal nackdelar, som störningar vid haverier och långsamgående trafik, begränsningar för dispenstransporter och något sämre utryckningsförhållanden vid de mycket sällsynta svåra olyckorna.

De fyra 2+1-utvecklingsprojekten blir alla breddade till ca 14 m. Orsaken är att Vägverkets regioner i planerings- och projekteringsprocessen för dessa objekt gjort annorlunda bedömningar. Kostnaderna har därigenom också hamnat över beslutets inriktning på 1–2 miljoner kr/km. Erfarenheterna från pågående projekt pekar på kostnader i storleksordningen 3–5 Mkr/km för 2+1-väg och i flera fall ganska långa planeringsprocesser.

Inriktningen för de "nya" kommande projekten är dock generellt en större förståelse för argumenten att behålla 13 m vägbredd och att hålla projektet inom vägområdet. Detta gäller framför allt när livslängden bedöms kort, mindre än ca 20 år. Räddningsverket publicerar i början av 2001 rekommendationer om utryckning på 2+1-vägar, där 13 m vägbredd accepteras som en normallösning.

De två 2+2-projekten har båda hamnat i nivån ca 10 Mkr/km.

---

VTI notat 23-2001

**Utvärdering av alternativ 13 m väg. Halvårsrapport 2000:2**  
av Arne Carlsson (VTI) et.al.

## Viðauki D

Viðmiðunarþversnið sænsku vegagerðarinnar fyrir 2+1 vegi, 13 og 14 metra breið króna.

Skr óbundið (ekki innif. í summum)

V öxl/hliðarræma

K akrein

SM miðræma með víraleiðara

öll mál í metrum.

# Typsektion

## Motortrafikled MML 13 m:

Skr<sub>0,25</sub>; V<sub>0,5</sub> + K<sub>3,25</sub> + K<sub>3,25</sub> + SM<sub>1,25</sub> +  
K<sub>3,75</sub> + V<sub>1,0</sub>; Skr 0,25.

## Motortrafikled MML 14 m:

Skr<sub>0,25</sub>; V<sub>0,5</sub> + K<sub>3,5</sub> + K<sub>3,5</sub> + SM<sub>1,75</sub> + K<sub>3,75</sub>  
+ V<sub>1,0</sub>; Skr<sub>0,25</sub>;



heimild: Arne Carlsson hjá VTI í Svíþjóð

Önnur þversnið eru t.d.

V<sub>1,0</sub> K<sub>3,25</sub> K<sub>3,25</sub> SM<sub>0,8</sub> K<sub>3,7</sub> V<sub>1,0</sub>

Skr<sub>1,0</sub> V<sub>0,5</sub> K<sub>3,5</sub> SM<sub>1,5</sub> K<sub>3,5</sub> K<sub>3,5</sub> V<sub>0,5</sub>

Í sumum tilfellum er “Skr” á einföldum kafla á 13 metra allt að 1,0 metrar. Þessi öxl eða ræma hefur sums staðar verið klædd, þannig að breidd bundins slitlags á einfalda kaflanum er allt að 5,75m [öxl alls 2m (Skr + V) og akrein 3,75m].

/Carlsson et al., 2001/



## Viðauki E

Þversnið skv. þýskum vegstöðlum RAS-Q

