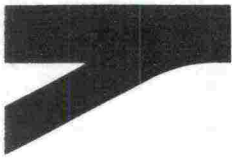


08 TIEH/PAR

# Päätieyhteysien kehittäminen ulkomaisia kokemuksia

Juha Parantainen  
Tiehallitus, tiensuunnittelu  
6.8.1990





14.8.1990

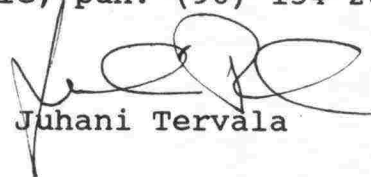
Jakelussa mainitut

**ULKOMAISIA KOKEMUKSIA PÄÄTIEYHTEYKSIEN KEHITTÄMISESTÄ**

Tiehallituksen tiensuunnittelun vastuualueella on keskustelun pohjaksi laadittu oheinen katsaus ulkomailla käytettävistä pääteiden poikkileikkauksista ja vanhan tien parantamismenetelmistä.

Kaikki kommentit ovat tervetulleita. Kommentit voi esittää allekirjoittaneelle, puh. (90) 154 2011, tai dipl.ins. Juha Parantaiselle, puh. (90) 154 2043.

Apulaisjohtaja  
Tiensuunnittelu



Juhani Tervala

LIITE

"Päätieyhteysien kehittäminen, ulkomaisia kokemuksia"

JAKELU

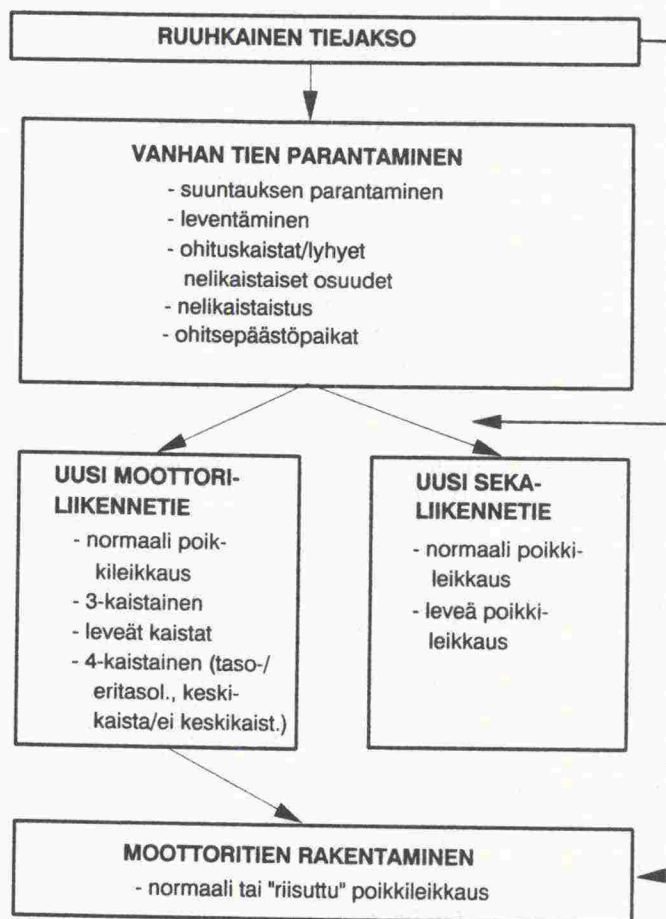
Tiepiirit (2 kpl)  
Tiekonsultit  
S:n vastualueet  
H  
T  
E  
Kirjasto

Juha Parantainen

## 1. JOHDANTO

Päätiejakson kehittämisspolkua on havainnollistettu kuvassa 1. Ensimmäisenä kehittämistoimenpiteenä tulee yleensä harkittavaksi nykyisen tien parantaminen. Liikenteen edelleen kasvaessa parannettukin vanha tie käy riittämättömäksi. Tällöin vuorossa on uuden, joko pelkästään moottoriliikenteelle tai kaikille kulkumuodoille yhdessä tarkoitettun tien rakentaminen. Uuden tien poikkileikkaukseksi on useita vaihtoehtoja. Moottoriliikennetie voidaan myöhemmin vielä tarvittaessa täydentää moottoritieksi. Em. kehittämismahdollisuuksia voidaan jättää väliin, esim. tiejakso voidaan rakentaa suoraan moottoritieksi. Samoin tiejakson "lopullinen" ratkaisu riippuu tiejaksosta: joskus nykyisen tien parantaminen riittää turvaamaan hyväksyttävät liikenneolot pitkäksi aikaa eteenpäin. Kullekin tiejaksolle valitaan mm. liikennemäärien, liikenteen kasvun ja maasto-olosuhteiden perusteella sopiva kehittämispolku.

Tämä selvitys on osa laajempaa tutkimusta, jossa pyritään laatimaan arviointikehikko päätiejaksojen kehittämiseksi: millaisia keinoja on olemassa ja millaisissa olosuhteissa niitä voidaan käyttää (liikennemäärät, liikenteen kasvu, nykyisen tien taso, maasto, kustannukset jne.)? Seuraavassa on lähinnä ulkomaisen aineiston pohjalta arvioitu päätiejaksojen kehittämismahdollisuuksia.



Kuva 1. Päätiejakson kehittämismahdollisuudet.

## 2. KEINOJA LIIKENNEOLOJEN PARANTAMISEKSI PÄÄTEILLÄ

### 2.1 Nykyisen tien parantaminen

#### 2.1.1 Yleistä

Kaksikaistaisten teiden parantamistapoja on esitelty raportissa "Low-Cost Methods For Improving Traffic Operations On Two-Lane Roads", U.S. Department of Transport, 1987. Raportin mukaan liikennöitävyys- tai turvallisuusongel-

mia on kaksikaistaisilla teillä lähinnä seuraavista syistä:

- Tien taso on huono (esim. leveys, suuntaus, näkemät)
- Ohitusmahdollisuuksia on vähän, mikä johtuu joko ohitusnäkemien puutteesta tai runsaasta vastaan tulevasta liikenteestä
- Liittymissä kääntymistä odottavat tai kääntyvät ajoneuvot häiritsevät muuta liikennettä.

Olemassa olevien teiden parantamismenetelmät voidaan jakaa karkeasti



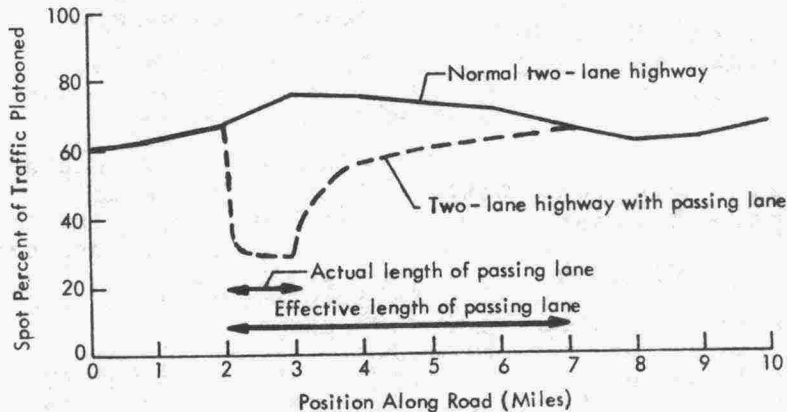
kahteen ryhmään: kalliisiin parantamismenetelmiin ja halpoihin parantamismenetelmiin. Kalliita parantamismenetelmiä ovat suuntauksen parantaminen, nelikaistaistaminen, liittymien vähentäminen ja eritasoliittymien rakentaminen. Halpoja ovat esim. ohituskaistat, lyhyet nelikaistaiset osuudet, väistöpaikat ja kääntymiskaistat.

Halpojen parantamismenetelmien käytöllä on useita etuja kalliisiin menetelmiin verrattuna. Halvat toimenpiteet voidaan helpommin kohdistaa kulloisiinkin tarpeisiin - ei liian korkeatasoisia ratkaisuja - ja ne voidaan toteuttaa pian. Samalla rahalla saadaan korjattua enemmän tiekilometrejä kuin kalliilla menetelmillä. Myös epävarmojen liikenneennusteiden aiheuttama väärin investointipäätösten riski on pienempi.

## 2.12 Kalliit menetelmät

### Suuntauksen parantaminen

Suuntauksen parantaminen saattaa olla



Note: 1 mi = 1.609 km

Kuva 2. Ohituskaistan vaikutus kaksikaistaisen tien liikenneolosuhteisiin.

tarkoituksenmukaista päätteillä, joiden geometrian taso on huono tai vaihtelee, liikenne on vilkasta ja pitkämatkaisen liikenteen osuus on suuri. Raskaat ajoneuvot hyötyvät eniten mäkien loiventamisesta, henkilöautot sitävastoin vaakageometrian parantamisesta. Jos tiellä on jo ennestään kohtalainen geometria, suuntauksen parantaminen ei kuitenkaan tuo merkittäviä hyötyjä.

Monissa tapauksissa syynä tiejakson toimivuusongelmiin ei ole niinkään tiejakson huono geometria, vaan ajoneuvojen väliset nopeuserot ja vastaan tuleva liikenne. Tällöin on yleensä tehokkaampaa rakentaa ohituskaistoja kuin parantaa geometriaa. Itse asiassa vaaka- ja pystykaarteiden loiventaminen saattaa vähentää ohitukseen sopivien suorien tieosuuksien pituutta.

### Nelikaistaistaminen

Tien levenyttäminen kaksikaistaisesta nelikaistaiseksi parantaa huomattavasti liikennöitävyyttä ja

turvallisuutta. Liittymien säännöstely ja eritasoliittymien rakentaminen vielä tehostavat vaikutusta. Toimenpide on kuitenkin kallis. Nelikaistaistus ja siihen tavallisesti kytkeytyvä suuntauksen huomattava parantaminen saattavat olla sopiva ratkaisu vilkkaasti liikennöidyillä teillä, mutta ympäristösyyt, paikallisen väestön vastustus ja rahapula usein rajoittavat sen käyttöä.

### Liittymäsäännöstely ja eritasoliittymät

Liittymäsäännöstely ja eritasoliittymät voivat olla perusteltuja kaksikaistaisellakin tiellä, jos liikennemäärät ovat suuria ja varsinkin jos tie on tarkoitus myöhemmin leventää useampikaistaiseksi.

## 2.13 Halvat menetelmät

### Ohituskaistat

Lyhyet ohituskaistat ovat yleensä rakentamiskustannuksiin suhteutettuna tehokkaampia kuin nelikaistaiset pitkät tiejakset. Syynä tähän on se, että pitemmällä tiejaksolla kertyneet ohitustarpeet puretaan lyhyillä ohituskaistaosuuksilla. Kuvassa 2 on esitetty kaavio ohituskaistan vaikutuksesta liikenteen jonoutumisprosenttiin. Ohituskaistan vaikutus jatkuu vielä 5-13 kilometriä kaistan jälkeen riippuen liikennemäärästä ja ohitusmahdollisuuksista. Ohituskaistan pituus voi vaihdella 300 metristä viiteen kilometriin.



Kuvassa 3 on esitetty erilaisia ohituskaistatyyppisiä. Vuorottaiset ohituskaistat (g ja h) ovat joskus sopivia, kun tie on ennestään leveä. Tosin ohituskaistojen merkintä yli puolelle tiepituudesta saattaa olla turhaa. Autoilijoita saattaa myös rasittaa ohituskielto ohituskaistatommalla osuudella (50 % tiepituudesta), jos näkemä on hyvä ja liikenne hiljaista. Lyhyet nelikaistaiset tiejaksot (k) sopivat erityisesti tilanteisiin, joissa nelikaistainen osuus toimii osana pitempää, myöhemmin rakennettavaa tiejaksoa. Nelikaististen osuuksien vaiheittainen rakentaminen alkaen halvimmista rakentamisosuuksista voi olla erittäin kannattavaa erityisesti, jos suuret sillanrakennustyöt voidaan välttää ensimmäisessä rakennusvaiheessa.

Ohituskaistojen etäisyys toisistaan riippuu pääasiassa siitä, kuinka suuri parannus liikenneolosuhteisiin tarvitaan. Ohituskaista vaikuttaa yleensä 5-13 kilometriä alavirtaan. Tämän jälkeen jonoutumisaste on palannut normaalille tasolle. Jos ohitusmahdollisuuksia on tarpeen parantaa vain vähän, ohituskaistojen väli voi olla varsin pitkä - esim. 15-25 kilometriä - riippuen liikennemäärästä ja ohitusmahdollisuuksista. Välillä ohituskaistoja voidaan tihentää 5-8 kilometrin etäisyyksille toisistaan, jos ohitusolosuhteet ovat keskimääräistä heikomat tai liikenne on vilkkaampaa. Ohituskaistoja voidaan sijoittaa sekä tasai-

sille että mäkiosuuksille.

#### Väistöpaikat

Väistöpaikkoja käytetään mm. Yhdysvalloissa. Ne ovat levenettyjä tien kohtia, joissa hitaat ajoneuvot voivat siirtyä syrjään päästääkseen takanaan jonossa ajavat autot ohitseen. Väistöpaikat ovat melko lyhyitä - yleensä alle 200 metriä. Tarkoituksena on, että hidas ajoneuvo poikkeaa sivuun ohitusten ajaksi. Kun takana on vain pari autoa, ohitukset eivät yleensä edellytä raskaan ajoneuvon pysähtymistä.

Väistöpaikat soveltuvat parhaiten vähäliikenteisille, geometrialtaan heikoille teille, joilla hitaiden ajoneuvojen perään kertyy korkeintaan muutaman auton jono. Tällaisessa tapauksessa ohituskaista on usein hyötykustannussuhteellista epäedullisempi ratkaisu.

Väistöpaikat tulisi sijoittaa sellaisiin kohtiin, ettei hitaille ajoneuvoille aiheudu tien antamisesta merkittävää aikahukkaa. Väistöpaikkaa ei tulisi sijoittaa esimerkiksi mäen harjalle, missä kuoma-autot ja matkailuvuonuyhdistelmät haluavat lisätä nopeuttaan mäen jälkeen. Väistöpaikkoja ja ohituskaistoja ei tulisi molempia käyttää samalla tiejaksolla.

#### Pientareella ajon salliminen

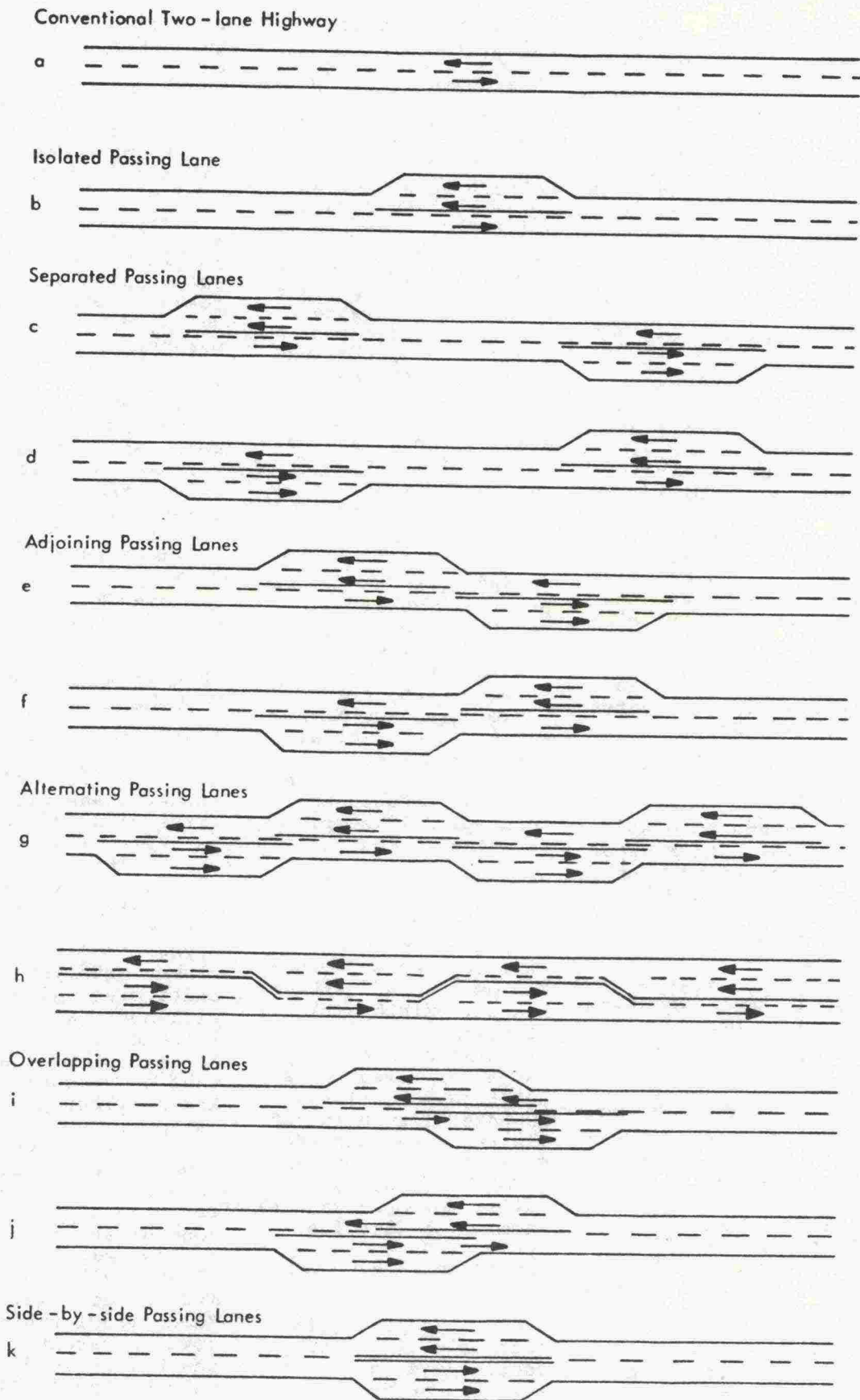
Eräissä Yhdysvaltain osavaltioissa pientareella ajo on sallittu erikseen merkityillä leveäpientareisilla tiejaksoilla. Toisissa osavaltioissa pienta-

reen käyttö on sallittua kaikkialla, missä tarpeeksi leveä piennar on olemassa. Tällaiset osuudet toimivat tavallaan jatkuvina väistöpaikkoina. Edellisellä käytännöllä on se etu, että pientareella ajo voidaan rajata sellaisille tiejaksoille, joilla se on tarpeen ja joilla pientareen rakenne kestää raskaiden ajoneuvojen rasituksen.

Tutkimuksissa pientareella ajon salliminen on todettu ohituskaistoja tehottomammaksi keinoksi parantaa ohitusmahdollisuuksia. Erään Washingtonin alueella tehdyn tutkimuksen mukaan 21-43 prosenttia jonojen ensimmäisistä autoista antoi tietä perässä tulijoille.

#### Kääntymistä helpottavat toimenpiteet

Kääntymistä helpottavia toimenpiteitä kaksikaistaisella tiellä perustellaan yleensä liikenneturvallisuuden paranemisella. Vain vilkkaasti liikennöidyillä teillä liittymäjärjestelyjen parantamiseen voi olla syynä jonojen syntymisen estäminen. Liittymien vaikutus pitkän tiejakson liikenneoloihin (viivytyksiin) kokonaisuudessaan on yleensä pieni, koska liittymien ongelmat ovat luonteeltaan pistemäisiä ja vaikuttavat vain suhteellisen harvoin ajoneuvoihin. Sen sijaan esimerkiksi jono hitaan ajoneuvon perässä aiheuttaa viivytyksiä usean kilometrin matkalla. Kääntymisolosuhteita voidaan parantaa mm. kääntymiskaistoilla, väistötiloilla (T-liittymät) sekä kaksisuuntaisilla vasemmallekääntymiskaistoilla ajoradan keskellä.



Kuva 3. Ohituskaistatyyppiä



## 2.2 Uuden tien rakentaminen

### 2.21 Kokemuksia eri maista

Tieyhityksien kehittämisen keinovalikoimassa on aukko edettäessä "loppuun" kehitetystä sekaliikennetiestä moottoritiehen. Moottoritie on usein ylimitainen ratkaisu ennustetuille liikennemäärille ja sitäpaitsi kallis. Monissa maissa on kokeiltu ns. välipoikkileikkauksia, jotka välityskyvyltään sijoittuvat tavallisen kaksikaistaisen tien ja moottoritien väliin. Seuraavaan on koottu tietoja ulkomailla käytetyistä tiepoikkileikkauksista.

**Saksan liittotasavallassa** useita välipoikkileikkauksia on ollut käytössä yli kahden vuosikymmenen ajan. Maassa on parhaillaan käynnissä laaja tutkimusprojekti, jossa analysoidaan erilaisista poikkileikkauksista saatuja kokemuksia. Välipoikkileikkaukset voidaan jakaa ryhmiin seuraavasti:

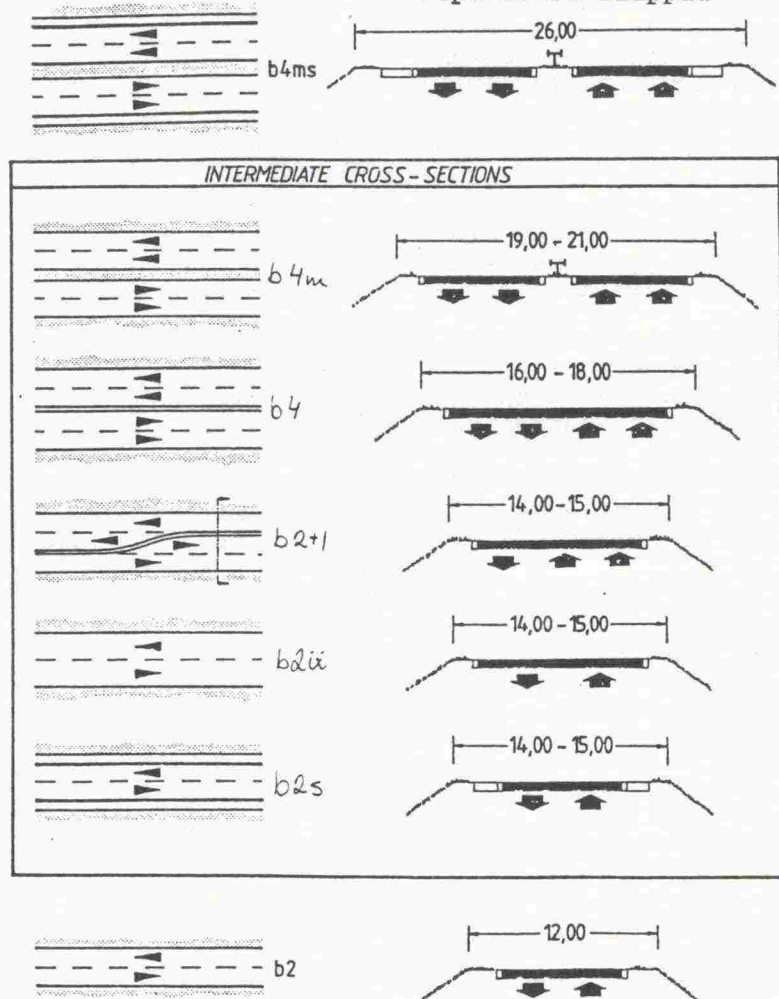
- Kapeat moottoritiepoikkileikkaukset (kapea keskikaista, kapeat kaistat, kapeat pientareet jne.)
- Kaksikaistaiset poikkileikkaukset, joissa ylileveät ajokaistat (ryhmä sisältää kolmikaistaisen poikkileikkauksen, jonka päällyste on yhtä leveä ja joka voidaan ajoratamaalauksia korjaamalla muuttaa kaksikaistaiseksi, ylileveäksi tieksi)
- Nelikaistaiset tiet ilman kiinteätä keskikaistaa.

Saksalaisia välipoikkileikkauksia on esitetty kuvassa 4.

Poikkileikkauksessa b4m on ajoratojen välillä kapea rakenteellinen keskikaista. Moottoritien kaventamiseen on Saksan Liittotasavallassa maa-alan vähyden vuoksi suuria paineita. Poikkileikkaus b4m on lähes 10 metriä tavallista moottoritiepoikkileikkausta kapeampi. Suurin sallittu nopeus on 100 km/h, kun liittymät ovat tasoeroteltuja, ja 60 km/h, kun liittymiä on tasossa.

tuja, ja 60 km/h, kun liittymiä on tasossa.

Poikkileikkauksia b2s (leveät pientareet) ja b2ü (4.5 metriä leveät kaistat) on Saksan Liittotasavallassa käytetty jo pitkään. Sitä vastoin kolmikaitainen tyyppi b2+1 on otettu käyttöön vasta vuoden 1983 jälkeen. Em. kolme poikkileikkausta ovat rakenteellisesti varsin samankaltaisia ja helposti muunnettavissa toisiinsa. Poikkileikkauksen valinta kuhunkin tapaukseen riippuu



Kuva 4. Välipoikkileikkauksia Saksan liittotasavallassa. Merkinntät: b4ms = tavallinen moottoritiepoikkileikkaus, b4m = kapea moottoritiepoikkileikkaus, b4 = nelikaistainen sekaliikennetie ilman kiinteätä keskikaistaa, b2+1 = kolmikaistainen tie, jossa ylileveät kaistat, b2ü = leveäpientareinen tie, b2s = tavallinen kaksikaistainen tie.



tielläliikkujien tarpeista ja liikenneturvallisuudesta.

Leveäpientareinen tyyppi b2s sopii erityisesti maaseutuolosuhteisiin, kun tiellä liikkuu paljon kevyttä liikennettä tai hitaita ajoneuvoja. Hitaat ajoneuvot voivat väistää pientareelle ja näin vähentää ohittamisen riskejä. Saksassa on tutkittu pientareen leveyden vaikutusta ajokäyttäytymiseen. Mitä leveämpi piennar, sitä yleisemmin piennarta käytetään toisena ajokaistana. Havaintojen mukaan kaksikaistaista tietä aletaan käyttää nelikaistaisena, kun tieleveys ylittää 15 metriä.

Leveäkaistaisen tyyppin b2ü on tarkoitus toimia puolittaisena nelikaistaisena tienä: ajoneuvot käyttävät normaalitylanteessa ajoradan oikeaa reunaa, jolloin ohitettaessa ei tarvitse käyttää vastaantulevan liikenteen kaistaa. Kevyt liikenne lienee hieman turvattomammassa asemassa kuin tyyppissä b2s.

Kolmikaistainen poikkileikkaustyyppi b2+1 säännöstelee liikennettä kaikkein tarkimmin: ohitukset eivät ole sallittuja yksikaistaisilla osuuksilla, mutta kaksikaistaisilla osuuksilla ajo-olosuhteet ovat kuin kaksiajorataisilla teillä. Kolmikaistainen tie mahdollistaa ohitukset vastaantulevasta liikenteestä ja näkemistä riippumatta. Yksikaistaisien osuuksien vuoksi tämä poikkileikkaustyyppi ei sovi yhteysväleille, joilla on paljon hitaita ajoneuvoja, pyöräilijöitä tai jalankulkijoita.

Liikennemäärien kasvaessa 1960-luvulla

liikenneturvallisuus nelikaistaisilla, keskikaistattomilla teillä (b4) heikkeni nopeasti. Tämä johti lopulta siihen, että tästä poikkileikkaustyyppistä luovuttiin kokonaan 1970-luvun alussa. Tietyyppi on sittemmin liikenteen jatkuvan kasvun ja ympäristösyiden vuoksi otettu uudelleen rajoitettuun käyttöön. Poikkileikkausta voidaan käyttää hyvätasoisilla teillä taajamien läheisyydessä, kun tien nopeustaso ei ylitä 70-80 km/h. Poikkileikkauksen valintaohjeissa luetellaan myös muita ehtoja (liikennemäärät, liittymien suunnittelu jne.) poikkileikkauksen käytölle.

Nelikaistaiset keskikaistattomat tiet ovat Saksassa yleisimpiä Saksin liittovaltiossa. Pelkästään eteläisessä Saksissa oli 1980-luvun puolivälissä 230 kilometriä tätä poikkileikkausta maaseutuolosuhteissa ja lisäksi 90 kilometriä taajamissa. Noin kolmannes maaseudun teistä on sittemmin varustettu rakenteellisella keskikaistalla, mikä on huomattavasti lieventänyt onnettomuuksien vakavuutta näillä tiejaksoilla. Koska tasoliittymät osoittautuivat nelikaistaisilla tiejaksoilla erittäin vaarallisiksi, nämä yleensä varustettiin vasemmalle kääntymiskaistoilla ja valo-ohjauksella. Kaikilla tämän tyyppisillä teillä on 70-100 km/h nopeusrajoitus. Vuoden 1977 jälkeen uusia keskikaistattomia, nelikaistaisia teitä ei Saksissa enää ole otettu käyttöön.

Tavallista kaksikaistaista poikkileikkausta pidetään Saksassa riittävänä liikennemäärään (KVL) 12000 auto/vrk

asti. Jos halutaan parempi liikenteen palvelutaso tai liikenneturvallisuuksien oltava parempi, kaksikaistaista välipoikkileikkausta (leveät pientareet tai leveät kaistat) voidaan käyttää keskivuorokausilienteestä 7000 ajoneuvo/vrk lähtien. Kun liikennemäärä ylittää 18000 auto/vrk, kaksiajorataisille teille ei enää löydy korvikkeita - ainakaan jos liikenteen riittävä palvelutaso halutaan varmistaa.

Eo. perusteella kaksikai- tai kolmikaistaisen välipoikkileikkausten sopiva käyttöalue on 12000-18000 ajoneuvo/vrk. Tosin tavallisenkin kaksikaistainen tie pystyy välittämään vielä 17000 ajoneuvo/vrk siedettävällä palvelutasolla, mutta välipoikkileikkaukset tarjoavat paremmat liikenneolot.

Kolmikaistaisen poikkileikkauksen b2+1 liikenneturvallisuuksista Saksan Liittotasavallassa on toistaiseksi vähän kokemuksia. Erään tutkimuksen alustavien tulosten mukaan kolmikaistainen poikkileikkaus olisi turvallisempi kuin leveäkaistainen poikkileikkaus b2ü. Toisen tutkimuksen mukaan leveäpientareinen tyyppi b2s olisi leveäkaistaista tyyppiä b2ü turvallisempi. Kolmikaistaisen poikkileikkauksen on vilkkaasti liikennöidyillä tiejaksoilla todettu lisäävän ohituksia, mikä osoittaa, että leveän kaksikaistaisen tien maalaaminen kolmikaistaiseksi parantaa liikennöitävyyttä.

Myös *Tanskassa* on käytössä useita välipoikkileikkauksia. Ongelma on sama kuin monissa muissa maissa:

liikennemäärien kasvaessa kaksikaistaiset tiet eivät enää riitä, mutta moottoritie ei kuitenkaan vielä ole taloudellisesti kannattava. Vuonna 1988 Tanskan tielaitos on julkaissut raportin "Standard af veje til højklasset trafikafvikling". Raportissa on selvitetty käsitteen "korkealuokkainen tie" merkitystä sekä tutkittu kahden korkealuokkaisen, tavallisen kaksikaistaisen tien ja moottoritienväliin sijoittuvan tietyyppin soveltuvuutta korkealuokkaiseksi tieksi. Uuden tietyyppin tulisi muodostaa pitkiä, yhte-

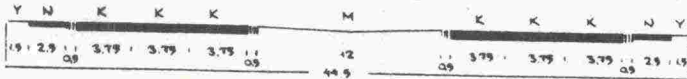
näisiä tiejaksoja, kuten moottoriteidenkin.

Kuvassa 5 on esitetty Tanskan tieluokkaan 1 kuuluvat poikkileikkaukset. Tieluokan 1 tiet on tarkoitettu vain moottoriliikenteelle; kevyelle liikenteelle voidaan rakentaa oma väylä moottoriliikennetien viereen. Luokan 1 tiellä ei ole maankäyttöliittymiä, liittymät ovat yleensä eritasoisia, mutta kanavoidut tasoliittymät ovat mahdollisia. Liittymien välinen ohjeellinen etäisyys on 5 kilometriä. Em. raportissa vertailtu kaksikaistai-

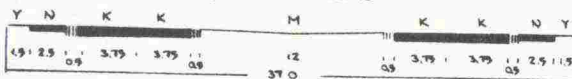
sia poikkileikkauksia I-6 ja I-7 (kuva 5). Poikkileikkauksessa I-6 on 5 metriä leveät ajokaistat, poikkileikkauksessa I-7 on "normaali" poikkileikkauksia ja sen kaistat ovat 3.5 metriä leveitä. Molemmissa poikkileikkauksissa on leveät pientareet.

Moottoritieverkkoa täydentävien korkealuokkaisten teiden tulisi mm. tarjota korkea matkanopeus ja ajomukavuus ja niiden tulisi olla turvallisia, yhtenäisiä ja taloudellisia. Sopivaa tietyyppiä etsittäessä muuttujia ovat mm. kulkumuotojen ja liittymien säännöstelyaste,

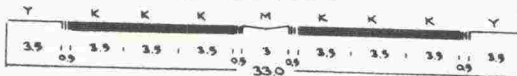
I-1 6-SPORET MOTORVEJ, BREDT PROFIL



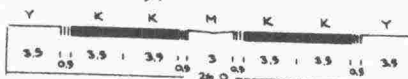
I-2 4-SPORET MOTORVEJ, BREDT PROFIL



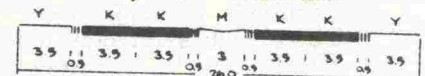
I-3 6-SPORET MOTORVEJ, SMALT PROFIL



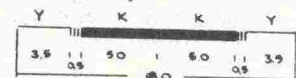
I-4 4-SPORET MOTORVEJ, SMALT PROFIL



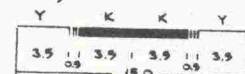
I-5 4-SPORET VEJ MED MIDTERRABAT



I-6 BRED 2-SPORET VEJ



I-7 2-SPORET VEJ



Kuva 5. Tieluokan 1 poikkileikkaukset Tanskassa.



poikkileikkaus, suunnauksen taso, liittymät ja palvelualueiden taso. Raportin mukaan em. tavoitteet voivat täyttyä vain, jos korkealuokkaisilla teillä ei ole maankäyttöliittymiä ja vain moottoriliikenne on sallittua. Liittymien tulee pääsääntöisesti olla eritasoisia.

Poikkileikkauksen valintaohjeiden mukaan leveäkaistaisen poikkileikkauksen I-6 välityskyky on 3300 autoa tunnissa ja poikkileikkauksen I-7 välityskyky 1900 autoa tunnissa. Raportin mukaan liikennemäärä ei mitoitusajanjaksona saa ylittää 0.5 x maksimivälityskyky: tällöin vielä mitoitusajanjakson lopussa liikenteellä on kohtalainen palvelutaso. Mitoitusaikana käytetään 13 vuotta (ensimmäisen kulutuskerroksen kesto aika, minkä jälkeen on mahdollista rakentaa poikkileikkauksen toinen vaihe - esim. toinen ajorata). Näin laskien leveäkaistainen poikkileikkaus on kannattava, jos liikennemäärä tien liikenteelle avaamisvuonna ei ylitä 11000 ajoneuvoa/vrk. Vastaavasti kapeampikaistainen poikkileikkaus on kannattava, jos tien valmistumisvuoden liikennemäärä on korkeintaan 6500 ajoneuvoa/vrk.

Korkealuokkaisen tien mitoitusnopeus on 90/100 km/t. Näkemien tulisi olla mahdollisimman hyviä. Jos riittävää näkemää ei saada aikaiseksi, osa leveästä kaksikaistaisesta tiestä voidaan muuttaa 2+1 -poikkileikkaukseksi, jolloin hitaiden ajoneuvojen perään syntyvät jonot voidaan purkaa.

Pientareesta vain puoli metriä ajoradan reunasta on päällystetty. Tarkoituksena on säästää rakennuskustannuksia ja toisaalta pienentää hukkainvestointia tiejaksoilla, jotka myöhemmin levennetään kaksiajorataisiksi. Vaiherakentamista pidetään kannattavana, kun ensimmäiselle vaiheelle jää käyttöaikaa vähintään kymmenen vuotta. Raportin mukaan ensimmäisessä vaiheessa kannattaa tehdä mahdollisimman vähän investointeja. Tämä koskee mm. silta- ja maanrakennustöitä.

Leveäkaistaisen tien liikenneturvallisuudesta ei Tanskassa kokemusten vähäisyyden vuoksi ole luotettavia tietoja. Eräästä yksittäisestä tiejaksosta saatujen kokemusten mukaan leveäkaistainen moottoriliikennetie olisi kuitenkin suunnilleen yhtä turvallinen kuin moottoritie ja muut moottoriliikennetiet.

Kaksikaistaisen moottoriliikenneteiden lisäksi Tanskassa on kaksiajorataisia, tasoliittymien varustettuja moottoriliikenneteitä, jotka lienee myöhemmin tarkoitus muuttaa moottoriteiksi (eritasoliittymien rakentaminen). Näillä keskikaitan puolimmainen ajokaista on liittymien kohdalla ajoratamaalauksin yleensä muutettu vasemmalle kääntymiskaistaksi. Liittymien kohdalle on asetettu nopeusrajoitus. Samanlaisia ratkaisuja on nähty myös Ranskassa. Liikenneturvallisuudesta ym. kokemuksista ei löydy tutkimuksia. Myös kolmikaistaiset tiejaksot ovat Tanskassa varsin yleisiä.

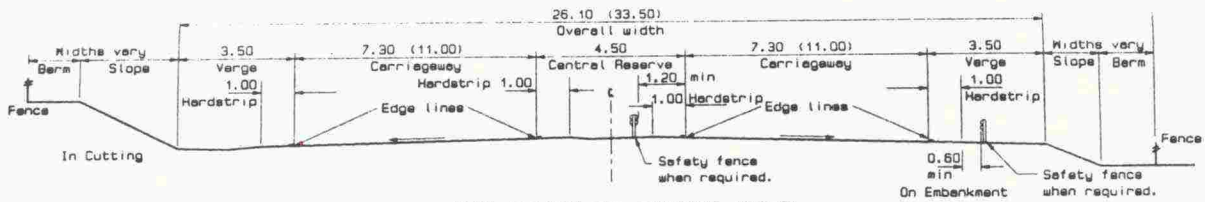
**Ruotsissa** on noin 4000 kilometriä leveätä kaksikaistaista sekaliikennetietä ja lisäksi noin 500 kilometriä moottoriliikennetietä. Eo. lukuihin sisältyvät tiet, joiden leveys on 10-13 metriä. Tyyppi-poikkileikkauksen mukaan leveässä poikkileikkauksessa on 3.5 metrin ajorata ja kolmen metrin pientareet. Pientareesta 25 cm on päällystämätöntä. Tietyyppejä voidaan ohjeiden mukaan käyttää, kun keskivuorokausiliikenne tien liikenteelle avaamisvuonna on 8000-15000 ajoneuvoa/vrk.

Ruotsissa pientareen käyttö on sallittua myös muita ajoneuvoja väistettäessä. Pientareen käyttö tähän tarkoitukseen onkin yleistä. Erään tutkimuksen mukaan runsaat 80 prosenttia ajoneuvoista väistää takaa tulevia valoisa aikana, kun liikennemäärä on enintään 700 ajoneuvoa tunnissa. Liikenteen kasvaessa pientareen käyttö vielä yleistyy. Pimeällä piennarta käytetään vähemmän - vain 30-40 prosenttia ajoneuvoista väistää pimeänä aikana.

Tutkimuksissa moottoriliikenneteiden ja leveiden sekaliikenneteiden (13 metriä) liikenneturvallisuus on todettu suunnilleen yhtä hyväksi. Moottoriliikenneteillä onnettomuusriski on pienempi kuin leveillä sekaliikenneteillä, mutta liikennekuoleman riski on sitä vastoin leveillä sekaliikenneteillä pienempi kuin moottoriliikenneteillä.

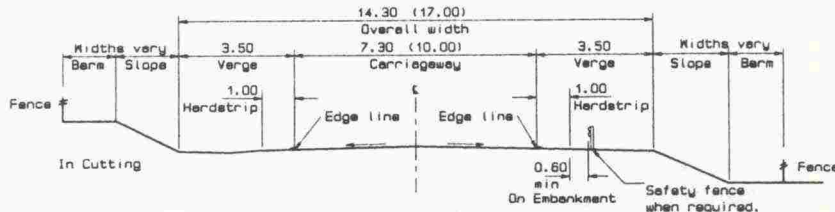
**Yhdysvalloissa** on nelitai useampikaistaisia sekaliikenneteitä, sekä keskikaistalla varustettuja että ilman keskikaistaa. Maaseu-





DUAL 2 LANE ALL PURPOSE (D2AP)

DUAL 3 LANE ALL PURPOSE (D3AP)  
As D2AP but with dimensions in brackets  
for carriageway and overall width



SINGLE 7.3m CARRIAGEWAY (S2)

WIDE SINGLE 10m CARRIAGEWAY (WS2)  
As S2 but with dimensions in brackets  
for carriageway and overall width

- NOTES
1. ALL DIMENSIONS ARE IN METRES
  2. The cross sections shown are typical only.
  3. Normal crossfall on balanced carriageways shall be 2.5%
  4. The contractor shall erect the fences in the positions indicated on the layout drawings
  5. See Drawing A12 for edge and lane line details.

### Kuva 6. Sekaliikenneteiden poikkileikkauksia Englannissa maaseutuolosuhteissa.

tuolosuhteisiin, missä ajonopeudet ovat yleensä korkeita, keskikaistattomia, monikaistaisia teitä ei ohjeiden mukaan enää tulisi rakentaa. Myös levennettäessä kaksikaistainen tie useampikaistaiseksi tulisi samalla rakentaa keskikaista.

Tarpeeksi leveät pien-tareet ovat monikaistaisilla teillä tärkeitä. Ajoradalle pysähtyvät ajoneuvot aiheuttavat pahempia vaaratilanteita kuin kaksikaistaisilla teillä. Pysähtyneen auton takaa tulevat ajoneuvot saattavat olla pakotettuja siirtymään vastaantulevan liikenteen kaistalle.

Keskikaistan tulee olla riittävän leveä vasemmalle kääntymiskaistojen rakentamiseksi. Keskikaistan merkittävimmät edut ovat paraneva liikenneturvallisuus ja ajomukavuus ja ajotoimintojen helpous. Keskikaista vähentää erityisesti kohtaamisonnettomuuksia, jotka yleensä ovat

### Taulukko 1. Poikkileikkauksen valinta maaseutuolosuhteissa Englannissa.

Tieluokka	Ohjeliikenne (KVL) 15 vuotta tien avaamisen jälkeen (ajon./vrk)	Liittymätyypit ym.
S2 Tavallinen kaksikaistainen tie	- 13000	Liittymien säännöstely, vilkkaimmilla teillä liittymäkielto. Kääntyvät virrat keskitetty. Tavalliset liittymät, sulkualueet, kanavoituidut liittymät tai liikenneympyrät.
WS2 Leveä kaksikaistainen tie	10000-18000	Kuten edellä paitsi: ei tavallisia liittymiä
D2AP Kaksi ajorataa x kaksi kaistaa	11000-30000 30000-46000	Liittymien säännöstely kuten edellä. Pääliittymät yleensä liikenneympyröitä tasossa. Keskikaistassa aukkoja vain valikoitujen pienempien liittymien kohdalla. Sivulta vain vasemmalle kääntyminen sallittua. Keskikaistassa ei aukkoja. Tavallisesti eritasoliittymät.
D3AP Kaksi ajorataa x kolme kaistaa	40000 -	Kuten edellä
D2M Moottoritie, kaksi kaistaa	28000-54000	Moottoritietasoiset ratkaisut. Eritasoliittymät.
D3M Moottoritie, kolme kaistaa	50000-79000	Kuten edellä.
D4M Moottoritie, neljä kaistaa	77000 -	Kuten edellä.



vakavia. Jos keskikais-  
talle rakennetaan  
vasemmalle kääntymis-  
kaistat, vähenevät  
peräänajot ja käänty-  
vien ajoneuvojen  
suoraan jatkavalle  
liikenteelle aiheutta-  
mat häiriöt. Myös  
jalankulkijoiden tieny-  
litys helpottuu, kun  
liikennettä on tarpeen  
tarkkailla vain yhteen  
suuntaan kerralla. Jos  
keskikaista on tarpeek-  
si leveä, risteävältä  
tieltä vasemmalle kään-  
tyvät ajoneuvot voivat  
ensiksi siirtyä keski-  
kaistalle odottamaan  
sopivaa väliä liiken-  
teessä. Yöllä leveä  
keskikaista vähentää  
vastaantulevien ajoneu-  
vojen ajovalojen  
häikäisyä.

Kuvassa 6 on *Englan-  
nissa* maaseutuolosuh-  
teissa käytettäviä  
sekaliikenneteiden  
poikkileikkauksia ja  
taulukossa 1 tietoja  
poikkileikkausten  
valintaperusteista,  
liittymien suunnittelu-  
periaatteista yms.  
Poikkileikkauksen  
valinta pohjautuu  
ennustettuun liikenne-  
määrään 15 vuotta tien  
avaamisen jälkeen.  
Liikennemäärärajat ovat  
kuitenkin vain ohjeel-  
lisia. Käytännössä  
poikkileikkaus valitaan  
tapaus kerrallaan  
liikennetaloudellisten  
laskelmien avulla.  
Tavallinen kaksikais-  
tainen tie (7.3 metriä  
leveä ajorata sekä 3.5  
metriä leveät pienta-  
reet, mistä 1 metri  
päällystettyä) voidaan  
ohjeiden mukaan valita,  
kun mitoittava liiken-  
nemäärä on alle 13000  
ajoneuvoa/vrk. Kaksi-  
kaistainen moottoritie  
voidaan valita, kun  
mitoittava liikennemää-  
rä on 28000-54000  
ajoneuvoa/vrk. Väli-  
poikkileikkauksia  
maaseutuolosuhteissa  
ovat leveä kaksikais-  
tainen tie (ajoradan  
leveys 10 metriä) sekä

kaksi-, kolmi- ja neli-  
kaistaiset sekaliiken-  
netiet (keskikaistan  
leveys 4.5 metriä).  
Liittymien taso moni-  
kaistaisilla sekalii-  
kenneteillä riippuu  
liikennemäärästä. Vähä-  
liikenteisimmillä  
tiejaksoilla kaikki  
liittymät voivat olla  
tasossa, vilkasliiken-  
teisillä osuuksilla  
kaikki liittymät ovat  
eritasoliittymiä. Myös  
kaikki sekamuodot ovat  
mahdollisia.

### 3. YHTEYSVÄLIEN KEHITTÄMISPERIAAT- TEITA ULKOMAILLA

*Saksan liittotasaval-  
lassa* yhteysväli raken-  
netaan yleensä suoraan  
moottoritieksi, kun  
ennustetut liikennemää-  
rät edellyttävät moot-  
toritiepoikkileikkaus-  
ta. Vaiheittaisen  
rakentamisen ensimmäi-  
sen vaiheen (toinen  
ajorata) kustannuksia  
pidetään liian suurina  
saavutettavaan hyötyyn  
nähdessä. Moottoriteiden  
rakentamista vastuste-  
taan ympäristösyistä  
yhä enemmän, minkä  
vuoksi erilaisten  
"välipoikkileikkausten"  
ominaisuuksien tutki-  
mukseen on panostettu  
vahvasti.

Saksan liittotasavallan  
liikenneministeriö on  
vuonna 1976 antanut  
ohjeet moottoriteiden  
vaiherakentamisesta.  
Vaiherakentamista  
voidaan soveltaa, kun  
ensimmäiselle rakennus-  
vaiheelle jää käyttöai-  
kaa 10-15 vuotta.  
Laskelmassa on oletet-  
tu, että ensimmäinen  
vaihe maksaa noin 70%  
kokonaiskustannuksista  
ja etteivät vaiheraken-  
tamisen aiheuttamat  
lisäkustannukset ylitä  
20% kokonaiskustannuk-  
sista. Lisäksi on  
arvioitava ensimmäisen  
vaiheen ratkaisun  
liikenteellistä toimi-

vuutta ja teknistä  
toteutuskelvopuutta.

*Ruotsiin* on rakennettu  
joukko "puolikkaita"  
moottoriteitä (=mootto-  
riliikenneteitä), jotka  
on ollut tarkoitus  
myöhemmin täydentää  
kaksiajorataiseksi  
moottoriteiksi. Ensimmäi-  
sien vaiheen raken-  
teiden hyödyntäminen on  
osoittautunut vaikeak-  
si. E4-tietä Linköpingi-  
stä Norrköpingiin  
muunnetaan parhaillaan  
moottoritieksi. Ainoas-  
taan yksi vanhoista  
silloista voidaan  
hyödyntää. Halmstadin  
ohitustielle (E6)  
arvioidaan voitavan  
hyödyntää vanha ajorata  
ja tien pitkät sillat.  
Ruotsissa yleisen käsi-  
tyksen mukaan moottori-  
liikennetie moottori-  
tien ensimmäisenä  
rakennusvaiheena on  
huono ratkaisu: ensim-  
mäisessä vaiheessa  
valmiiksi tehtyjä  
investointeja on jäänyt  
hyödyntämättä ja moot-  
toriliikenneteiden on  
katsottu myös liikenteel-  
lisesti toimineen  
huonosti.

*Yhdysvalloissa* varaudu-  
taan kaksikaistaisen  
tien myöhempään neli-  
kaistaistamiseen, jos  
kaksikaistaisen tien  
välityskyky ylittää  
10-20 vuoden kuluttua  
tien rakentamisesta tai  
parantamisesta. Loppu-  
tilanteen ratkaisun  
tulee perustua poikki-  
leikkaukseen, jossa on  
vähintään 1.2 metriä  
leveä keskikaista.  
Keskikaistattomia  
ratkaisuja ei tule  
käyttää edes, kun tilaa  
on vähän. Nelikaistaist-  
taminen tulisi suunnit-  
tella toteutettavaksi  
siten, että vanhasta  
tiestä tulee uuden  
nelikaistaisen tien  
toinen ajorata.

Usein kaksikaistaisen  
tien myöhempään paran-  
tamiseen ei ole varau-  
duttu. Tällaisissa



tapauksissa voidaan rakentaa uusi tie suunnilleen vanhan tien suuntaisesti ja muuttaa vanha ja uusi tie yksisuuntaisiksi. Uuden ajoradan linjaus voi sijaita melko kaukana vanhasta tiestä alueilla, missä vanhan tien varressa on asutusta tai maasto on esteenä. Ellei tämä ole mahdollista, vaikea osuus voidaan mahdolli-

sesti ohittaa leventämällä vanhaa tietä molemminpuolisesti. Ellei mikään em. keinoista ole toteutuskelpoinen, saattaa olla välttämätöntä rakentaa tie kokonaan uuteen paikkaan, jolloin vanha tie jää paikalliseen käyttöön. Uuteen paikkaan rakentamisessa on se etu, että tie voidaan rakentaa korkeatasoiseksi uusim-

pien suunnittelunormien mukaisesti.

Monissa Yhdysvaltain osavaltioissa moottoriteitä rakennetaan silloin tällöin vaihteittain. Ensimmäiseen vaiheeseen kuuluu toinen ajorata, tiealueen varaus lopullista moottoritietä varten ja eritasoliittymien rakentaminen. Ensimmäisessä vaiheessa rakennettava ajorata toimii

Taulukko 2. Välipoikkileikkauksia eri maissa.

	Tietyyppjä eri maissa		
	2 kaistaa	3 kaistaa	vähintään 4 kaistaa
Vain moottoriliikenteelle tarkoitettut tiet	Suomessa ja Ruotsissa eritasoliittymien varustettuja teitä.	Ruotsissa kokeilu, jossa kaksikaistainen moottoriliikennetie on maalattu uudelleen kolmikaistaiseksi. Eritasoliittymät.  Keskimmäinen ajokaista toimii ohituskaistana joko vuorotellen kumpaankin suuntaan tai molempiin suuntiin samanaikaisesti. Mm. Sveitsissä, Tanskassa ja Ranskassa on jälkimmäisen periaatteen mukaan toimivia kolmikaistaisia teitä.	Useimmissa maissa moottoriteitä, joissa eritasoliittymät. Keskikaistan leveys vaihtelee.  Ainakin Yhdysvalloissa ja Saksan liittotasavallassa nelikaistaisia, keskikaistattomia teitä, joissa myös tasoliittymiä. Uusia keskikaistattomia teitä ei enää juuri rakenneta liikenneturvallisuudesta saatujen huonojen kokemusten vuoksi.  Ainakin Tanskassa ja Ranskassa nelikaistaisia, keskikaistalla varustettuja teitä, joilla tasoliittymiä. Sopii moottoritien ensimmäiseksi rakennusvaiheeksi.
Sekaliikennetiet	Ainakin Ruotsissa ja Saksan liittotasavallassa "leveitä kaksikaistaisia teitä", joilla myös tasoliittymiä.  Ainakin Saksan liittotasavallassa, Tanskassa ja Englannissa leveäkaistaisia (esim. 5.5 metriä) teitä.	Ainakin Saksan liittotasavallassa on kolmikaistaisia sekaliikenneteitä, joilla tasoliittymiä.	Ainakin Saksan liittotasavallassa, Yhdysvalloissa ja Englannissa nelikaistaisia, keskikaistalla varustettuja sekaliikenneteitä, joilla myös tasoliittymiä.

kaksisuuntaisena, kunnes toinen ajorata toteutetaan. Liittymäsillat rakennetaan valmiiksi toisen vaiheen mittojen mukaisiksi.

**Englannissa** on menneinä vuosina parannettu useita tasoliittymin varustettuja teitä leventämällä ne kaksiajorataisiksi. Lopputulos on usein ollut tasoltaan heikko. Yksitai kaksiajorataisen tien paikallaan parantamista korkealuokkaiseksi kaksiajorataiseksi sekaliikennetieksi tai moottoritieksi pidetään Englannissa saavutettavaan hyötyyn nähden kalliina toimenpiteenä varsinkin, jos parantaminen edellyttää huomattavaa suuntauksen parantamista vaaka- ja pystytasossa. Paikallaan parantaminen hankaloittaa myös rakennustöitä ja vaikeuttaa paikallisten tieyhteysjärjestämistä.

Vain toisen ajoradan rakentaminen moottoritielle ensimmäisenä rakennusvaiheena ei ole yleistä Englannissa, koska ohittaminen riittävien ohitusnäkemien puuttuessa katsotaan vaaralliseksi moottoritiän geometrialla rakennetulla yksiajorataisella tiellä. Parempana ratkaisuna pidetään kaksiajorataista, tasoliittymin varustettua sekaliikennetietä, joka voidaan myöhemmin parantaa moottoritieksi.

Uutta tietä suunniteltaessa Englannissa ei yleensä varauduta tien myöhempään mahdolliseen leventämiseen. Tätä perustellaan sillä, että tiet mitoitetaan liikennemäärille 15 vuotta tien avaamisen jälkeen. Näin pitkälle tulevaisuuteen ajoittuviin toimenpiteisiin

varautumista ei pidetä tarkoituksenmukaisena.

#### 4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Taulukossa 2 on yhteenveto erilaisista ulkoilla käytössä olevista "välipoikkileikkauksista". Poikkileikkaukset voidaan ryhmitellä seuraavien ominaisuuksien mukaan:

- kaistamäärä
- rajoitukset liikenne-  
muodoille (moottoriliikenne tai sekaliikenne)
- liittymät eritasoisia vai myös tasossa.

Ulkomaisten kokemusten perusteella Suomessa olisi syytä harkita seuraavia jatkotutkimuksia ja kokeiluja:

- Missä olosuhteissa kaksikaistaisen tien nelikaistaistaminen on mahdollista ja kannattavaa? Neli-  
kaistaistamista ei Suomessa ole käytetty maaseutuolosuhteissa. Toimenpide lienee edullinen ainakin, kun parannettava tie on tasoltaan hyvä (geometria, liittymät, rakenne jne.)
- Väistöpaikka saattaisi soveltua vähäliikenteisille päteille, joilla huonot näkemäolosuhteet synnyttävät jonoja hitaiden ajoneuvojen perään.
- Ohituskaistajärjestelmiä tulisi käyttää yleisemmin. Ohituskaistat tulisi merkitä ennako-opastein turhien riskiohitusten välttämiseksi ja ohituskaistojen käytön tehostamiseksi.
- Suomalainen moottoriliikennetien välityskykyä on mahdollista parantaa huomattavas-

ti tarkistamalla ajoratamaalauksien sijaintia. Nykyinen poikkileikkaus voidaan helposti muuttaa joko kolmi-  
kaistaiseksi tai leveäkaistaiseksi poikkileikkaukseksi. Esim. tanskalaisten ohjeiden mukaan leveäkaistainen poikkileikkaus välittää 3300 ajoneuvoa tunnissa, kun tavalisen poikkileikkauksen välityskyky on 1900 ajoneuvoa tunnissa. Sopiiko leveäkaistainen ratkaisu suomalaiseen ajokulttuuriin? Myös kolmikaistaisen ratkaisun soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin tulisi tutkia.

- Pientareen hyödyntäminen ohitustilanteissa on esim. Ruotsissa huomattavasti yleisempää kuin Suomessa. Lainsäädäntöä tulisi Suomessa tarkistaa laillistamalla pientareen käyttö virallisesti.



## KIRJALLISUUTTA

1. Harwood D.H., Hoban C.J., Low-Cost Methods For Improving Traffic Operations On Two-Lane Roads, Federal Highway Administration, 1987
2. Typekatalog for nye veje og stier i åbent land, Vejdirektoratet, Kobenhavn, 1981
3. A Policy on Geometric Design of Higheays and Streets, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington D.C., 1984
4. Anwendung von Zwischenquerschnitten, Zwischenbericht 1985, Projektgruppenberichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch Gladbach, 1985
5. Brannolte Ulrich, Some Experience Concerning Road Safety and Standards of Three-Lane Roads and Narrow Four-Lane Roads in West Germany, Universität Karlsruhe, Institut für Verkehrswesen, presentation at VTI Transport Research Days, 1990
6. Standard af veje til højklasset trafikafvikling, Vejdirektoratet, Kobenhavn, 1988
7. Bergh Torsten, Reyier Jan Erik, Svenska typsektioner igår, idag och imorgon, memo, Vägverket, 1990





FÖRBÄTTRING AV HUVUDVÄGFÖRBINDELSERNA

Utländska erfarenheter

Juha Parantainen

Vägstyrelsen, vägprojektering

Helsingfors

FINLAND

Augusti 1990



**Tielaitos**  
Tiehallituksen kirjasto

Dokno:  
Nidenro:

## INNEHÅLL

1	INLEDNING.....	1
2	METODER FÖR ATT FÖRBÄTTRA FRAMKOMLIGHETEN PÅ HUVUDVÄGARNA	2
	2.1 Förbättring av den nuvarande vägen.....	2
	2.11 Allmänt.....	2
	2.12 Dyra metoder.....	2
	2.13 Billiga metoder.....	3
	2.2 Byggande av ny väg.....	6
	2.21 Erfarenheter från olika länder.....	6
3	PRINCIPER FÖR UTVECKLING AV VÄGAVSNITT UTOMLANDS.....	13
4	SLUTSATSER.....	15



## 1. INLEDNING

Utvecklingslinjen för en huvudvägssträcka åskådliggörs i bild 1. Den första åtgärden är vanligen att förbättra den befintliga vägen. När trafiken ökar ytterligare räcker inte heller den förbättrade vägen till. Då måste en ny väg byggas för antingen uteslutande motortrafik eller för alla färdssätt tillsammans. Den nya vägens tvärsektion kan utföras på flera sätt. En motortrafikled kan senare vid behov byggas ut till motorväg. De ovan nämnda utvecklingsfaserna kan hoppas över, man kan t.ex. bygga vägsträckan direkt som motorväg. Vilken slutlig lösning man stannar för beror också på själva vägsträckan: ibland kan det räcka med att förbättra den befintliga vägen för att trygga en acceptabel trafikstandard för en lång tid framåt. När man väljer utvecklingslinje för en vägsträcka bör man ta hänsyn till bl.a. trafikmängden, trafikens tillväxt och terrängen.

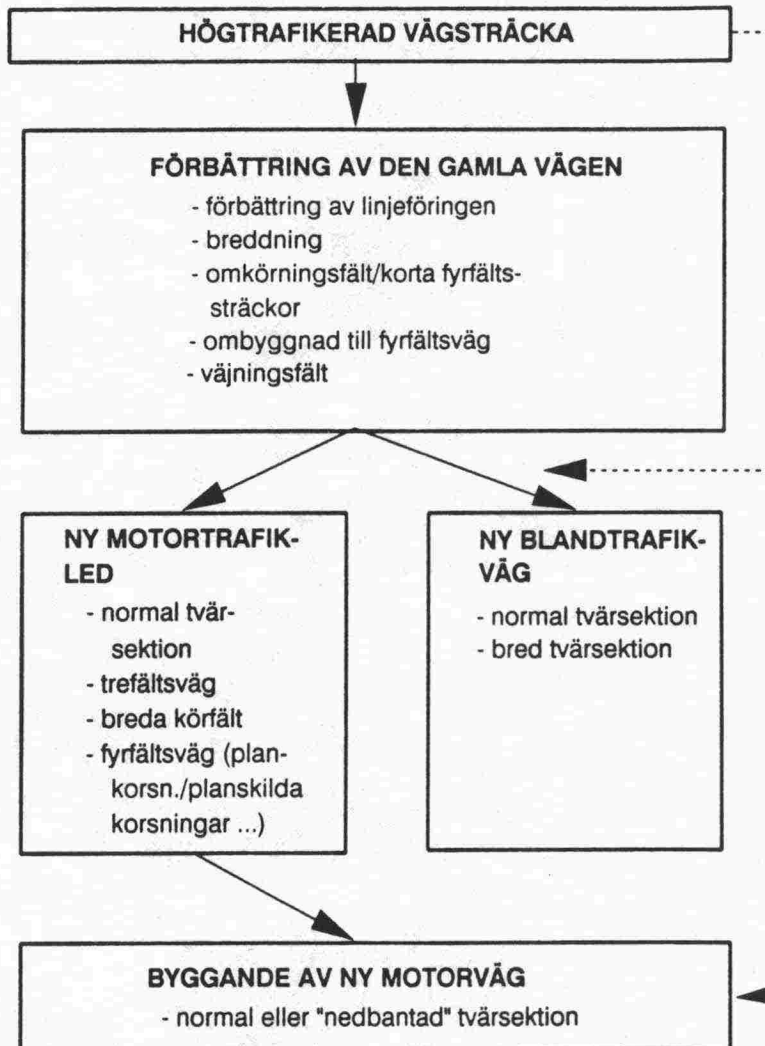


Bild 1. Möjligheter att utveckla huvudvägssträckor.

Denna utredning ingår som en del i ett större forskningsprojekt som syftar till att skapa en referensram inom vilken man kan lägga upp en utvecklingslinje för ett vägavsnitt: de tillgängliga metoderna och under vilka förhållanden de kan användas (trafikmängder, trafiktillväxt, vägens nuvarande standard, terrängen, kostnader osv.). Nedan granskas möjligheterna till utveckling av huvudvägsavsnitt främst i ljuset av utländska erfarenheter.

## **2. METODER FÖR ATT FÖRBÄTTRA FRAMKOMLIGHETEN PÅ HUVUDVÄGARNA**

### **2.1 Förbättring av den nuvarande vägen**

#### **2.11 Allmänt**

I rapporten "Low-Cost Methods for Improving Traffic Operations on Two-Lane Roads", U.S. Department of Transport, 1987 redovisas metoder genom vilka tvåfältsvägar kan förbättras. Enligt rapporten är orsakerna till försämrad framkomlighet eller trafiksäkerhet på tvåfältsvägar främst följande:

- Vägens standard är dålig (exv. bredd, linjeföring, sikt-förhållanden).
- Ont om omkörningsmöjligheter antingen beroende på bristande omkörningssikt eller på livlig mötande trafik.
- Fordon som vid anslutningar svänger eller väntar på att svänga stör den övriga trafiken.

Man kan grovt indela metoderna genom vilka befintliga vägar kan förbättras i dyra och billiga metoder. Dyra metoder är förbättring av linjeföringen, breddning till fyrfältsväg och byggande av planskilda korsningar. Billiga metoder är t.ex. omkörningsfält, fyrfältssträckor och körfält för avsvängande trafik.

De billiga förbättringsmetoderna är i flera avseenden bättre än de dyra. De billiga metoderna kan lättare anpassas till aktuella behov - inte för högklassiga lösningar - och de kan realiseras snabbt. För samma kostnad förbättrar man flera kilometer väg än med dyra metoder. Risken är också mindre för felinvesteringar på grund av osäkerheten i trafikprognoserna.

#### **2.12 Dyra metoder**

##### Bättre linjeföring

En förbättrad linjeföring kan vara ändamålsenlig på huvudvägar med dålig eller växlande geometrisk standard, livlig trafik och stor andel långväga trafik. Tyngre fordon är mest betjänta av att backarna görs flackare, personbilar däremot av en bättre horisontalgeometri. Om vägens geometri redan är nöjaktig är nyttan av en förbättrad linjeföring dock ofta marginell.



Att ett vägavsnitt fungerar dåligt beror ofta mer på hastighetsskillnader mellan fordonen och på mötande trafik än på brister i vägens geometri. I det fallet är det fördelaktigare att bygga omkörningsfält än att förbättra geometrin. Att göra horisontal- och vertikalkurvorna flackare kan i själva verket förkorta de vägavsnitt som lämpar sig för omkörning.

### Breddning till fyrfältsväg

Om tvåfältsvägar breddas till fyrfältsvägar förbättras framkomlighet och trafiksäkerhet betydligt. Effekten förhöjs ytterligare om anslutningarna regleras och man bygger planskilda korsningar. Det är dock en dyrbar lösning. Breddning till fyrfältsväg, vanligen i förening med en rätt radikal förbättring av linjeföringen, kan vara motiverad när det gäller livligt trafikerade vägar, men miljöhänsyn, den lokala befolkningens motstånd och penningbrist begränsar dock metodens användning.

### Reglerade och planskilda korsningar

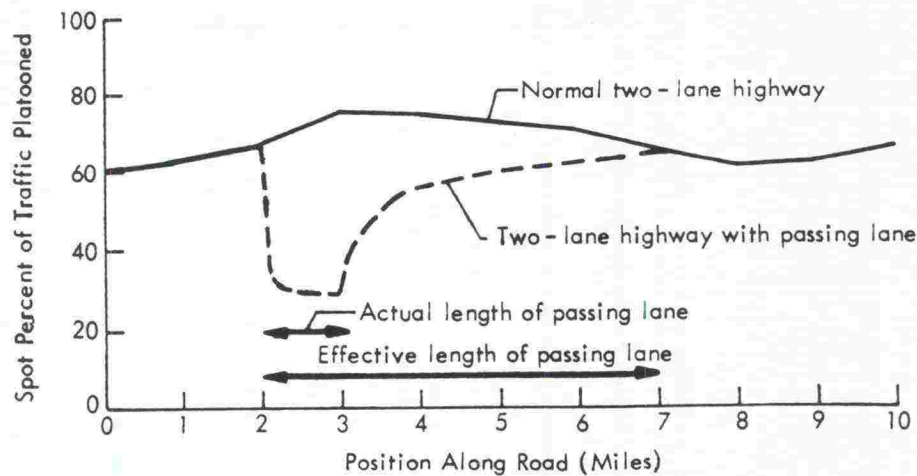
Reglerade och planskilda korsningar kan komma ifråga också för tvåfältsvägar om trafikvolymen är stor och isynnerhet om man har för avsikt att senare bredda vägen till flerfältsväg.

## **2.13 Billiga metoder**

### Omkörningsfält

I förhållande till anläggningskostnaderna är korta omkörningsfält i regel effektivare än långa vägavsnitt med fyra körfält. Orsaken är att de omkörningsbehov som ackumuleras på en längre vägsträcka kan avvecklas på de rätt korta omkörningssträckorna. Diagrammet i bild 2 visar effekten av ett omkörningsfält på köbildningsprocenten. Omkörningsfältets inverkan sträcker sig 5 - 13 km nedströms i trafikströmmens riktning beroende på trafikmängden och omkörningsmöjligheterna. Omkörningsfältets längd kan variera från 300 m till 5000 m.

I bild 3 visas olika typer av omkörningsfält. Alternnerande omkörningsfält (g och h) kan i vissa fall komma i fråga på breda vägar. Dock kan det vara onödigt att markera omkörningsfält på över hälften av vägens längd. Bilisterna kan också stressas av omkörningsförbudet på de sträckor som saknar omkörningsfält (50 % av vägens längd), om sikten är god och trafiken obetydlig. Korta fyrfältssträckor (k) passar särskilt i fall där fyrfältssträckan ingår som en del i en planerad längre fyrfältssträcka. Det kan vara mycket lönsamt att bygga fyrfältssträckorna i etapper, börjande med de billigaste avsnitten, i synnerhet om man då kan undvika stora brobyggnadsarbeten i det första byggnadsskedet.



Note: 1 mi = 1.609 km

**Bild 2. Inverkan av omkörningsfält på trafikförhållandena på en tvåfältsväg.**

Avståndet mellan omkörningsfälten beror huvudsakligen på hur stor förbättring av framkomligheten man eftersträvar. Ett omkörningsfälts effekt sträcker sig i regel 5 - 13 km nedströms. Sedan återgår köbildningsgraden till det normala. Om omkörningsmöjligheterna endast behöver förbättras litet kan omkörningsfälten placeras långt från varandra - t.ex. 15 - 25 km - beroende på trafikmängden och omkörningsmöjligheterna. Avståndet mellan omkörningsfälten kan minskas till 5 - 8 km där omkörningsmöjligheterna är sämre än vanligt eller trafiken livlig. Omkörningsfält kan anläggas på både plana och backiga vägvassnitt.

### Väjningsfält

Väjningsfält används bl.a. i USA. De är ställen där vägen breddats för att långsammare fordon skall kunna köra åt sidan och släppa förbi bakomvarande fordon. Väjningsfälten är relativt korta - oftast under 200 m. Om det tunga fordonet har en svans av bara ett par fordon behöver det i allmänhet inte stanna medan det blir omkört.

Väjningsfälten lämpar sig bäst för lågtrafikerade vägar med dålig linjeföring, där tunga fordon bakom sig samlar en kö av högst några bilar. Idessa fall är ett omkörningsfält ofta en sämre lösning om man ser till nyttokostnaden.

Väjningsfälten bör placeras på sådana ställen att de tunga fordonen kan släppa förbi lättare fordon utan att fördröjas nämnvärt. Väjningsfältet skall t.ex. inte placeras på ett backkrön, där långtradare och husvagnsekipage vill få upp farten igen efter backen. Väjningsfält och omkörningsfält bör inte båda anläggas på samma vägsträcka.



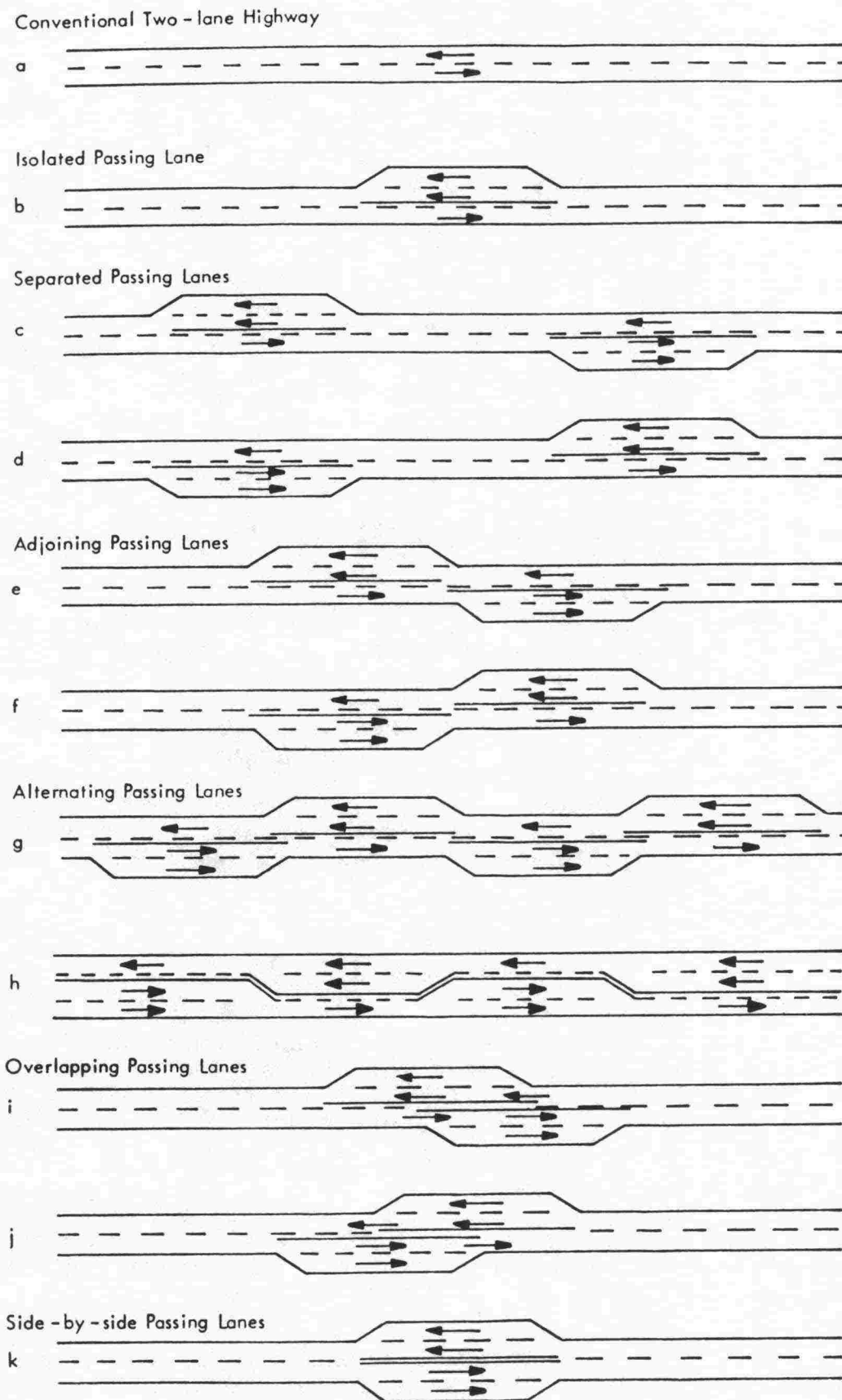


Bild 3. Olika typer av omkörningsfält.

## Tillstånd att köra på vägrenen

I vissa delstater i USA är det tillåtet att köra på vägrenen på vägavsnitt där vägrenen särskilt breddats och markerats. I andra delstater får man köra på vägrenen överallt där den är tillräckligt bred för ändamålet. Sådana sträckor fungerar i själva verket som sammanhängande väjningsfält. Det förstnämnda bruket har den fördelen att man kör på vägrenen bara där det verkligen är nödvändigt och där renen också tål belastningen av tunga fordon.

Undersökningar visar att körning på vägrenen inte ökar omkörningsmöjligheterna lika effektivt som omkörningsfält. Enligt en undersökning i trakten av Washington väjde bara 21 - 43 % av tätbilarna i köerna för de bakomkörande.

## Åtgärder som underlättar svängning

Åtgärder som underlättar svängning på tvåfältsvägar motiveras vanligen med att trafiksäkerheten förbättras. Bara på högtrafikerade vägar utförs arrangemang i samband med anslutningar för att förhindra köbildning. Framkomligheten (fördröjningen) på ett längre vägavsnitt påverkas i regel rätt litet totalt sett av anslutningarnas, och relativt få fordon påverkas. En kö bakom ett långsamt fordon dämmer däremot upp trafiken på en sträcka av flera kilometer. Avsvängningsmöjligheterna kan förbättras bl.a. med särskilda körfält för avsvängning, väjningsplatser (T-anslutningar) och dubbelriktade inre körfält för vänstersväng.

## **2.2 Byggande av ny väg**

### **2.21 Erfarenheter från olika länder**

I den samling metoder som står till buds för att utveckla vägnätet finns en lucka mellan den fullt utvecklade blandtrafikvägen och motorvägen. Motorvägen är ofta överdimensionerad för dagens behov eftersom man utgår från prognoser om framtida trafikvolym, och dessutom är den dyr. I många länder har man prövat s.k. mellantvärsektioner, vars kapacitet ligger mellan den vanliga tvåfältsvägens och motorvägens. Nedan redovisas sektioner som används i olika länder.

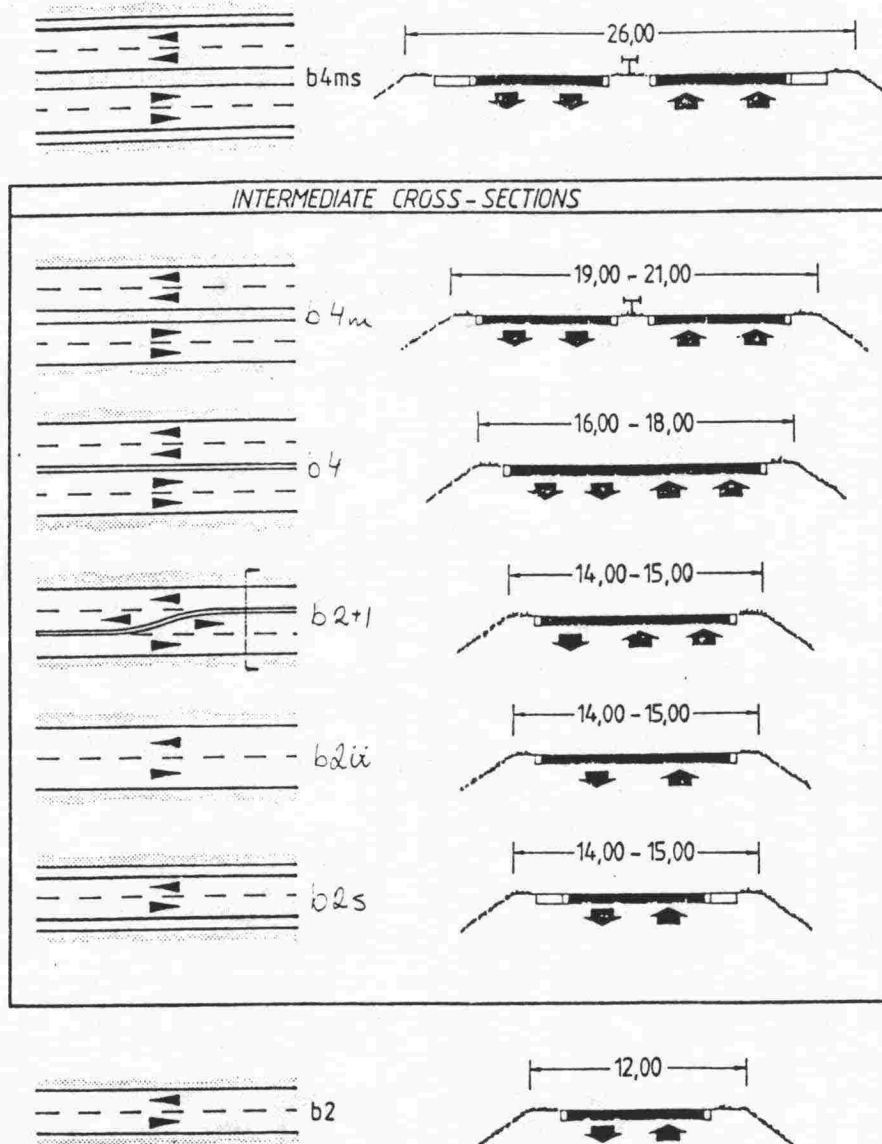
I Förbundsrepubliken Tyskland har man redan i över tjugo år använt sig av flera mellantvärsektioner. I landet pågår nu ett omfattande forskningsprojekt där man analyserar erfarenheterna av olika mellantvärsektioner. Mellantvärsektionerna kan grupperas på följande sätt:

- Motorvägar med smala tvärsektioner (smal mittremsa, smala körfält, smala vägrenar osv.).
- Tvärsektioner med två extra breda körfält (hit räknas också sådana tvärsektioner som har tre körfält och lika bred körbanan och som genom körbanemarkeringar kan ändras till väg med två extra breda körfält).



- Fyrfältsvägar utan konstruktiv mittremsa.

Bild 4 visar tyska mellantvärsektioner.



**Bild 4. Mellantvärsektioner i Förbundsrepubliken Tyskland. Beteckningar: b4ms = vanlig tvärsektion för motorväg, b4m = smal tvärsektion för motorväg, b4 = fyrfältsväg utan fast mittremsa för blandtrafik, b2+1 = trefältsväg, b2ü = tvåfältsväg med extra breda körfält, b2s = väg med breda vägrenar, b2 = vanlig tvåfältsväg.**

Tvärsektionen b4m har en smal konstruktiv mittremsa mellan körbanorna. I Förbundsrepubliken Tyskland råder det brist på mark och därför finns ett starkt tryck för att bygga smalare motorvägar. Tvärsektionen b4m är nästan 10 m smalare än tvärsektionen hos en normal motorväg. Den största tillåtna hastigheten är 100 km/h när korsningarna utförs planskilda och 60 km/h när de utförs i plan.

Tvärsektionerna b2s (breda väggenar) och b2ü (4,5 m breda körfält) har redan länge använts i Förbundsrepubliken Tyskland. Trefältstypen b2+1 däremot togs i bruk först efter 1983. Ovan nämnda tre tvärsektioner är konstruktivt mycket likartade och kan lätt modifieras till varandra. Valet i varje enskilt fall dikteras av trafikanternas behov och trafiksäkerheten.

Typen b2s med breda väggenar lämpar sig särskilt för landsbygden på platser med hög frekvens av GCM-trafik eller långsamma fordon. De långsamma fordonen kan då väja ut på väggenen och minska riskerna vid omkörning. I Tyskland har man undersökt vilken effekt väggenens bredd har på körbeteendet. Ju bredare väggen, desto oftare används den som ett andra körfält. Undersökningar visar att en tvåfältsväg börjar användas som fyrfältsväg när vägbredden överstiger 15 m.

Typen b2ü med breda körbanor är avsedd att också kunna fungera som fyrfältsväg: fordonen använder normalt körbanans högra kant, och vid omkörning slipper man då använda den mötande trafikens körfält. GCM-trafiken utsätts eventuellt för litet större risker än på vägar av typ b2s.

Trefältstypen b2+1 reglerar trafiken hårdast: omkörningar tillåts inte på avsnitten med ett körfält, men på sträckorna med två körfält har man samma körförhållanden som på vägar med två körbanor. Trefältsvägen möjliggör omkörningar oberoende av mötande trafik och sikt. På grund av enfältsavsnitten lämpar sig den här typen av tvärsektion inte för sträckor med hög andel av långsamma fordon eller GCM-trafik.

När trafiken ökade på 1960-talet försämrades trafiksäkerheten snabbt på fyrfältsvägar utan mittremsa (b4). Detta ledde till att man slutligen helt övergav vägtypen i början av 1970-talet. Den stadigt ökande trafiken och miljöhänsyn har dock lett till att man åter börjat använda typen i begränsad omfattning. Tvärsektionen kan användas för vägar av god standard nära tätorter när hastigheten på vägen håller sig kring 70 - 80 km/h. I anvisningarna anges också andra kriterier (trafikmängd, anslutningarnas planering osv.) för valet av tvärsektion.

I Tyskland är fyrfältsvägar utan mittremsa vanligast i förbundsstaten Sachsen. Enbart i södra Sachsen fanns i mitten av 1980-talet på landsbygden 230 km väg med denna tvärsektion och i tätorterna ytterligare 90 km. En tredjedel av dessa landsbygdsvägar har sedan dess försetts med konstruktiv mittremsa, vilket avsevärt minskat olyckornas svårighetsgrad på vägvagnsnitten. Eftersom plankorsningar visade sig vara mycket farliga på fyrfältsavsnitt försågs korsningarna i regel med signalreglering och körfält för vänstersvängande trafik. På alla vägar av denna typ är hastighetsgränsen satt till 70 - 100 km/h. Efter 1977 har inga nya fyrfältsvägar utan mittremsa tagits i bruk i Sachsen.



Den vanliga tvärsektionen med två körfält anses i Sachsen räcka till för en medeldygnstrafik av upp till 12 000 fordon/dygn. Vill man förbättra framkomligheten eller trafiksäkerheten kan man från och med en medeldygnstrafik av 7 000 fordon/dygn använda mellansektionen med två körfält (breda vägrenar eller breda körfält). Vid ett trafikflöde över 18 000 fordon/dygn finns det inte längre någon ersättning för vägar med två körbanor - åtminstone om man vill försäkra sig om tillräckligt god framkomlighet.

På grundval av det ovan sagda är trefältssektionens lämpliga användningsområde 12 000 - 18 000 fordon/dygn. Också en vanlig tvåfältsväg har dock kapacitet för upp till 17 000 fordon/dygn med måttligt god framkomlighet, men mellansektionerna erbjuder dock bättre trafikförhållanden.

Tillsvidare har man i Förbundsrepubliken Tyskland ringa erfarenhet av trafiksäkerheten på vägar med trefältsektion b2+1. Enligt preliminära resultat av en undersökning är trefältssektionen trafiksäkrare än sektionen b2ü med breda körfält. Enligt en annan undersökning är typ bs2 med breda vägrenar säkrare än typ b2ü med breda körfält. Trefältstypen har konstaterats öka antalet omkörningar på livligt trafikerade vägar, vilket visar att framkomligheten ökar på en bred tvåfältsväg om den markeras med tre körfält.

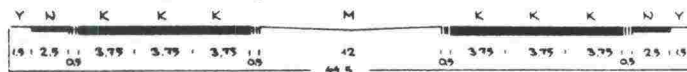
Också i Danmark används flera slag av mellantvärsektioner. Problemet här är det samma som i många andra länder: när trafiken ökar räcker tvåfältsvägen inte längre till, men motorvägen är inte ännu ett ekonomiskt lönsamt alternativ. År 1988 publicerade vägverket i Danmark rapporten "Standard af veje til hjklasset trafikafvikling". I rapporten utreds begreppet "högklassig väg" och vidare studeras hur två vägar med en standard mellan den normala tvåfältsvägen och motorvägen lämpar sig som högklassiga vägar. Den nya vägtypen bör liksom motorvägarna bilda långa enhetliga vägsträckor.

Bild 5 visar tvärsektioner enligt dansk vägkategori 1. Vägar i kategori 1 är avsedda enbart för motortrafik; för GCM-trafiken kan en särskild bana anläggas bredvid motortrafikleden. Vägar av kategori 1 saknar anslutningar som direkt anknyter till markanvändningen, korsningarna är i regel planskilda, men kanaliserade plankorsningar är möjliga. Normavståndet mellan anslutningarna är 5 km. I nämnda rapport jämförs tvåfältssektionerna I-6 och I-7 (bild 5). Sektionen I-6 har 5 m breda körfält, sektionen I-7 är en "normal" sektion med 3,5 m breda körfält. Båda sektionerna har breda vägrenar.

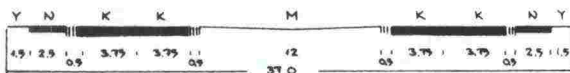
De högklassiga vägarna som kompletterar motorvägsnätet skall bl.a. medge hög färdhastighet och körkomfort och de skall vara trafiksäkra, enhetliga och ekonomiska. Variabler som inverkar på valet av vägtyp är bl.a. vilka restriktioner som ställs på färd sätt och anslutningar, tvärsektion, linjeföringens standard, anslutningar och sidoanläggningarnas standard. Enligt rapporten kan de ovan nämnda målsättningarna uppnås bara om

den högklassiga vägen saknar anslutningar som direkt anknyter till markanvändningen och bara motortrafik är tillåten på vägen. Korsningarna skall huvudsakligen vara planskilda.

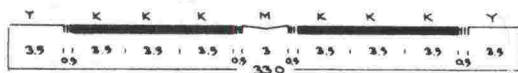
I-1 6-SPORET MOTORVEJ, BREDT PROFIL



I-2 4-SPORET MOTORVEJ, BREDT PROFIL



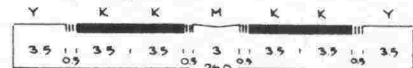
I-3 6-SPORET MOTORVEJ, SMALT PROFIL



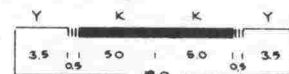
I-4 4-SPORET MOTORVEJ, SMALT PROFIL



I-5 4-SPORET VEJ MED MIDTERRABAT



I-6 BRED 2-SPORET VEJ



I-7 2-SPORET VEJ

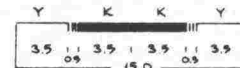


Bild 5. Tvärsektioner för vägar av kategori 1 i Danmark.

Enligt anvisningarna för val av tvärsektion har en tvärsektionen I-6 med breda körfält en kapacitet av 3 300 fordon/h och tvärsektionen I-7 en kapacitet av 1 900 fordon/h. Enligt rapporten får trafikflödet under planeringsperioden inte överstiga  $0,5 \cdot \text{maximala kapaciteten}$ : då är framkomligheten fortfarande godtagbar i slutet av planeringsperioden. Planeringsperioden är vanligen 13 år (den första beläggnings livslängd, därefter kan man bygga den andra fasen av tvärsektionen, t.ex. en andra körbana). Enligt detta beräkningssätt är en tvärsektion med breda körfält lönsam om trafikflödet under det år vägen öppnas för trafik inte överstiger 11 000 fordon/dygn. En tvärsektion med smalare körfält åter är lönsam om trafikmängden under det år vägen öppnas för trafik är högst 6 500 fordon/dygn.

Den dimensionerande hastigheten för en högklassig väg är 90/100 km/h. Sikten bör vara så god som möjligt. Om man inte lyckas skapa tillräckligt goda siktförhållanden kan en del av en bred tvåfältsväg ändras till tvärsektion 2+1. Köer som bildas efter långsamma fordon kan då avvecklas.

Av vägrenen beläggs bara en halv meter av körbanans kant. Härigenom vill man dels spara in på anläggningskostnaderna och



dels minska på investeringar som är onödiga om vägavsnittet senare breddas så att det får två körbanor. Etappbyggande anses lönsamt om den första etappen kommer att användas i åtminstone tio år. Enligt rapporten bör man göra så litet investeringar som möjligt i den första fasen. Detta gäller bl.a. bro- och markbyggnadsarbeten.

I Danmark har man inte tillförlitliga uppgifter om trafiksäkerheten på vägar med breda körfält på grund av de ringa erfarenheterna av denna vägtyp. På grundval av erfarenheterna från ett enskilt vägavsnitt skulle dock en motortrafikled med breda körfält vara ungefär lika trafiksäker som en motorväg och övriga motortrafikleder.

I Danmark finns utom motortrafiklederna med två körfält motortrafikleder med två körbanor och plankorsningar som man förmodligen senare har för avsikt att bygga om till motorvägar (plankorsningarna ersätts av planskilda korsningar). På dessa vägar har man vanligen genom körbanemarkeringar vid anslutningarna ändrat körfältet närmast mittremsan till körfält för vänstersvängande trafik. Vid anslutningarna har man satt hastighetsgränser. Liknande lösningar förekommer också i Frankrike. Om trafiksäkerheten mm. finns det inte undersökningar. Också trefältsavsnitt är mycket vanliga i Danmark.

I Sverige finns det ca 4 000 km breda tvåfältsvägar för blandtrafik och ca 500 km motortrafikleder. I ovan nämnda tal ingår vägar med en bredd av 10 - 13 m. Den breda typsektionen har en körbana på 3,5 m och vägrenar på 3 m. Av vägrenen saknar 25 cm beläggning. Vägtypen kommer enligt anvisningarna i fråga i fall där medeldygnstrafiken under det år vägen öppnas för trafik är 8 000 - 15 000 fordon/dygn.

I Sverige är det tillåtet att använda vägrenen också då man väjer för andra fordon. Vägrenarna används också allmänt för detta ändamål. Enligt en undersökning väjer drygt 80 % av alla fordon för bakomvarande trafik under den ljusa tiden av dygnet, när trafikflödet är högst 700 fordon/h. När trafiken ökar används vägrenen allt mer. Vid mörkerkörning används vägrenen betydligt mindre - bara 30 - 40 % av fordonen väjer under den mörka tiden av dygnet.

Undersökningar visar att trafiksäkerheten är ungefär lika god på motortrafikleder som på breda blandtrafikvägar (13 m). På motortrafikleder är risken för olyckor mindre än på breda blandtrafikvägar medan däremot risken för dödsolyckor är mindre på breda blandtrafikvägar än på motortrafikleder.

I USA finns det blandtrafikvägar med fyra eller flera körfält och med eller utan mittremsa. Enligt anvisningarna bör flerfältsvägar utan mittremsa inte längre anläggas på landsbygden, där färdhastigheten vanligen är hög. Också när man bygger om en tvåfältsväg till flerfältsväg bör man samtidigt anlägga en mittremsa.

Tillräckligt breda vägrenar är viktiga på flerfältsvägar. Fordon som stannat på vägen är ett större riskmoment än på tvåfältsvägar. Fordonen bakom ett stående fordon kan bli tvungna att använda den mötande trafikens körfält.

Mittremsan skall vara så bred att den möjliggör anläggning av körfält för vänstersvägande trafik. Mittremsans största fördelar är att den förbättrar trafiksäkerheten och körkomforten och underlättar körfunktionerna. Mittremsan minskar isynnerhet risken för mötesolyckor, som oftast är allvarliga. Om mittremsan förses med körfält för vänstersvägande trafik minskar antalet upphinnandeolyckor och de störningar som de avsvängande fordonen orsakar för den övriga trafiken. Det blir också lättare för fotgängare att ta sig över vägen genom att man bara behöver hålla uppsikt åt ena hållet i taget. Om mittremsan är tillräckligt bred kan de fordon som från en anslutande väg skall svänga till vänster först köra in på mittremsan och där invänta ett avbrott i trafikströmmen. En bred mittremsa minskar också risken att trafikanterna nattetid bländas av mötande fordons strålkastare.

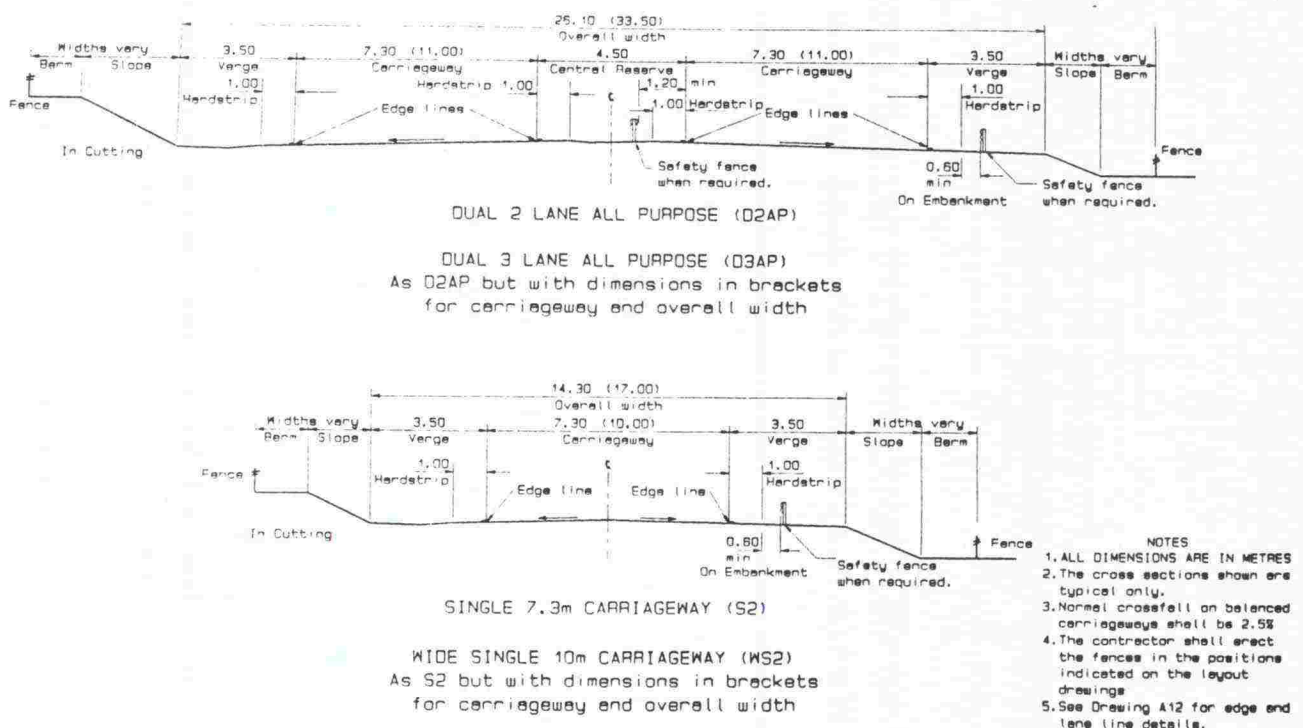


Bild 6. Tvärsektioner av blandtrafikvägar på landsbygden i England.

Bild 6 visar i England använda tvärsektioner för blandtrafikvägar och i tabell 1 ges kriterier för val av tvärsektioner, planeringsprinciper för anslutningar mm. Valet av tvärsektion baserar sig på den beräknade trafikmängden 15 år efter att vägen öppnats för trafik. De angivna gränserna för trafikmängderna är dock endast normgivande. I praktiken väljs tvärsek-



tionen från fall till fall utgående från trafikekonomiska kalkyler. En vanlig tvåfältsväg (7,3 m bred körbana och 3,5 m breda vägrenar av vilka 1 m med beläggning) kan enligt anvisningarna väljas när det dimensionerande trafikflödet är mindre än 13 000 fordon/dygn. En tvåfälts motorväg kommer i fråga när den dimensionerande trafiken är 28 000 - 54 000 fordon/dygn. Mellantvärsektioner som kommer i fråga på landsbygden är en bred tvåfältsväg (10 m bred körbana) samt två-, tre- och fyrfältsvägar för blandtrafik (4,5 m bred mittremsa). Anslutningarnas standard på flerfältsvägar för blandtrafik beror av trafikmängden. På de minst trafikerade vägavsnitten kan alla anslutningar utföras i plan, på de livligt trafikerade avsnitten utförs alla anslutningar planskilda. Alla mellanformer mellan dessa är också möjliga.

**Tabell 1. Kriterier för val av tvärsektion för landsbygdsvägar i England.**

Väggkategori	Trafik (ÅMD) 15 år efter vägen öppnats för trafik	Typ av anslutningar mm.
S2 Vanlig tvåfältsväg	- 13000	Reglerade anslutningar, på de livligast trafikerade vägarna förbud mot anslutningar. Avsvängande trafikströmmar koncentreras. Normala anslutningar, spärrområden, kanaliserade anslutningar eller trafikrondeller.
WS2 Bred tvåfältsväg	10000 - 18000	Som ovan, men inga vanliga anslutningar.
D2AP Tvåkörbanor x två körfält	11000 - 30000	Anslutningarna regleras som ovan. Huvudkorsningarna vanligen trafikrondeller i plan. Öppningar i mittremsan bara vid valda mindre anslutningar.
	30000 - 46000	Från anslutande väg får man bara svänga in åt vänster. Mittremsan saknar öppningar. Vanligen planskilda korsningar.
D3AP Två körbanor x tre körfält	40000 -	Som ovan.
D2M Motorväg, två körfält	28000 - 54000	Lösningar på motorvägsnivå. Planskilda korsningar.
D3M Motorväg, tre körfält	50000 - 79000	Som ovan.
D4M Motorväg, fyra körfält	77000 -	Som ovan.

### 3. PRINCIPER FÖR UTVECKLING AV VÄGAVSNITT UTOMLANDS

I Förbundsrepubliken Tyskland byggs vägavsnitt i allmänhet direkt som motorvägar om trafikprognoserna förutsätter tvärsektioner av motorvägens dimensioner. Vid etappbyggande anses kostnaderna för den första fasen (ena körbanan) vara för höga i förhållande till nyttan. Motorvägsbyggen röner allt större motstånd av miljöskäl, och man undersöker därför nu intensivt möjligheten att använda olika mellantvärsektioner.

Trafikministeriet i Förbundsrepubliken Tyskland utfärdade 1976 anvisningar för etappbyggande av motorvägar. Etappbyggande kommer i fråga när den första fasen kommer att vara i användning i 10 - 15 år. I beräkningarna antas att kostnaderna för



den första fasen är ca 70 % av totalkostnaderna och extrakostnaden för etappbyggnaden inte överskrider 20 % av totalkostnaderna. Dessutom bör man värdera hur den första etappen fungerar trafikmässigt och hur lätt den tekniskt kan realiseras.

I Sverige har man byggt ett antal "semimotorvägar" som man senare haft för avsikt att bygga ut till motorvägar med två körbanor. Det har visat sig svårt att effektivt utnyttja de anläggningar som byggs under det första byggnadsskedet. Europaväg 4 från Linköping till Norrköping byggs för närvarande om till motorväg. Bara en av de gamla broarna kan användas. På omfartsvägen (E6) kring Halmstad beräknar man kunna utnyttja den gamla körbanan och de långa broarna längs vägen. I Sverige anser det allmänt vara en dålig lösning att bygga en motortrafikled som den första etappen i ett motorvägsbygge: de investeringar man gjort under den första etappen har inte kunnat utnyttjas under de följande etapperna, och motortrafiklederna har också trafikmässigt ansetts fungera dåligt.

I USA planerar man för en senare utbyggnad av tvåfältsvägar till fyrfältsvägar om tvåfältsvägens kapacitet överskrids inom 10 - 20 år efter att den byggts eller förbättrats. Den slutliga lösningen skall ha en tvärsektion med en minst 1,2 m bred mittremsa. Vägar utan mittremsa bör undvikas till och med om det är ont om utrymme. Utbyggnaden av en tvåfältsväg till fyrfältsväg borde utföras så att den gamla vägen fungerar som den nya fyrfältsvägens ena körbana.

Ofta har man inte planerat för förbättring av tvåfältsvägar i ett senare skede. I dessa fall kan man anläggas en ny väg ungefär parallellt med den gamla och enkelrikta både den nya och den gamla vägen. Den nya vägen kan dras rätt långt från den gamla i områden där bebyggelse längs den gamla vägen eller terrängen ställer hinder i vägen. Är inte detta möjligt kan man eventuellt överbrygga det svåra avsnittet genom att bredda den gamla vägens båda körfält. Kan inget av dessa alternativ realiseras kan det bli nödvändigt att anlägga vägen på en helt ny plats, och då fungerar den gamla vägen som lokalväg. Fördelen med att bygga vägen på en helt ny plats är att man då kan bygga en högklassig väg enligt de senaste planeringsnormerna.

I många delstater i USA byggs motorvägar ibland i etapper. Den första etappen omfattar ena körbanan, reservering av vägområde för den slutliga motorvägen och byggande av planskilda korsningar. Den första etappens körbana fungerar som dubbelriktad väg tills den andra körbanan är klar. Anslutningsbroarna byggs och dimensioneras för den färdiga vägen.

I England har man under gångna år breddat flera vägar med plankorsningar genom att förse dem med två körbanor. Slutresultatet har i många fall varit mindre bra. Att "på platsen" förbättra en väg med en eller två körbanor till en högklassig blandtrafikväg med två körbanor eller till en motorväg anses i England som en dyrbar lösning i relation till den vunna nyttan, i synnerhet om förbättringen kräver att den horisonta-



la eller vertikala linjeföringen förbättras avsevärt. Att förbättra på platsen försvårar också byggnadsarbetena och ordnandet av de lokala vägförbindelserna.

I England är det ovanligt att man bygger ena körbanan som första etappen i ett motorvägsbygge, eftersom det anses att den otillräckliga omkörningssikten gör omkörningarna riskabla på en väg med en körbana som utförts med en motorvägs linjeföring. En bättre lösning anses vara att bygga en blandtrafikväg med två körbanor och plankorsningar som senare kan byggas ut till motorväg.

När nya vägar planeras i England planerar man i allmänhet inte för en senare breddning av vägen. Detta motiveras med att vägarna dimensioneras för trafikmängden 15 år efter att vägen öppnats för trafik. Man anser det inte ändamålsenligt att planera för åtgärder som blir aktuella så långt i framtiden.

#### 4. SLUTSATSER

Tabell 2 visar en sammanställning av "mellantvärsektioner" som används utomlands. Tvärsektionerna kan grupperas enligt följande egenskaper:

- Antal körfält.
- Restriktioner beträffande färdväg (motortrafik eller blandtrafik).
- Planskilda eller planskilda och plankorsningar.

Tabell 2. Mellantvärsektioner i olika länder.

	Vägtyper i olika länder		
	2 körfält	3 körfält	minst 4 körfält
Vägar för enbart motortrafik	I Finland och Sverige vägar med planskilda korsningar	I Sverige har man på försök genom körbanemarkeringar ändrat en mototrafikled med två tvåfält till trefältsväg.  Det mittersta körfältet fungerar som omkörningsfält turvis åt vardera hållet eller åt båda hållen samtidigt. Bl.a. i Schweiz, Danmark och Frankrike finns det vägar som är byggda enligt den sistnämnda principen.	I flesta länder motorvägar med planskilda korsningar. Mittremsas bredd varierar.  Åtminstone i USA och Tyskland fyrfältiga vägar utan mittremsa som har även plankorsningar. Nya sådana vägar byggs inte längre på grund av dåliga erfarenheter beträffande trafiksäkerhet.  Åtminstone i Danmark och Frankrike fyrfältiga vägar med mittremsa och plankorsningar. Kan fungera som första skede för en motorväg.
Blandtrafikvägar	Åtminstone i Sverige och Tyskland breda tvåfältiga vägar (bred vägren) med plankorsningar. I Tyskland, Danmark och England vägar med breda körfält (t.ex. 5.5 meter)	Åtminstone i Tyskland trefältiga vägar med plankorsningar.	Åtminstone i Tyskland, USA och England fyrfältiga vägar med mittremsa som har även plankorsningar.

På basis av de utländska erfarenheterna vore det skäl att i Finland överväga ytterligare undersökningar och prov:

- Under vilka förhållanden är det möjligt och lönsamt att bygga om en tvåfältsväg till fyrfältsväg? På landsbygden i Finland har man inte byggt om tvåfältsvägar till fyrfältsvägar. Detta torde dock vara en fördelaktig lösning, åtminstone när den aktuella vägen håller en god standard (geometri, anslutningar, konstruktion osv.).
- Väjningsplatser kunde lämpa sig för lågtrafikerade huvudvägar där dåliga siktförhållanden skapar köer efter långsamma fordon.
- Man borde mera allmänt använda sig av olika system med omkörningsfält. Omkörningsfälten borde utmärkas långt i förväg så att riskabla omkörningar kan undvikas och omkörningsfälten användas effektivare.
- De finländska motortrafikledernas kapacitet kan höjas avsevärt genom att körbanemarkeringarna placeras mera ändamålsenligt. Den nuvarande tvärsektionen kan lätt ändras till trefältsväg eller tvärsektion med breda körfält. T.ex. enligt de danska anvisningarna har en tvärsektion med breda körfält en kapacitet av 3 300 fordon/h och en vanlig tvärsektion en kapacitet av 1 900 fordon/h. Lämpar sig lösningen med breda körfält för den finländska trafikulturen? Man borde också undersöka hur trefältslösningen lämpar sig för finländska förhållanden.
- I Sverige är det mycket vanligare än i Finland att vägrenen används av det omkörda fordonet. Lagstiftningen borde i Finland revideras så att vägrenen kan användas lagligt.



## LITTERATUR

1. Harwood D.H., Hoban C.J., Low-Cost Methods For Improving Traffic Operations On Two-Lane Roads, Federal Highway Administration, 1987
2. Typekatalog for nye veje og stier i åbent land, Vejdirektoratet, Kobenhavn, 1981
3. A Policy on Geometric Design of Higheays and Streets, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington D.C., 1984
4. Anwendung von Zwischenquerschnitten, Zwischenbericht 1985, Projektgruppenberichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch Gladbach, 1985
5. Brannolte Ulrich, Some Experience Concerning Road Safety and Standards of Three-Lane Roads and Narrow Four-Lane Roads in West Germany, Universität Karlsruhe, Institut für Verkehrswesen, presentation at VTI Transport Research Days, 1990
6. Standard af veje til højklasset trafikafvikling, Vejdirektoratet, Kobenhavn, 1988
7. Bergh Torsten, Reyier Jan Erik, Svenska typsektioner igår, idag och imorgon, memo, Vägverket, 1990

IMPROVEMENT OF MAIN ROADS

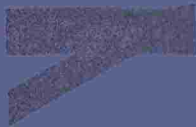
Experiences from abroad

Juha Parantainen

Finnish National Road Administration  
Planning Department

6 August 1990





**Tielaitos**  
Tiehallituksen kirjasto

Doknro:  
Nidenro:

## CONTENTS

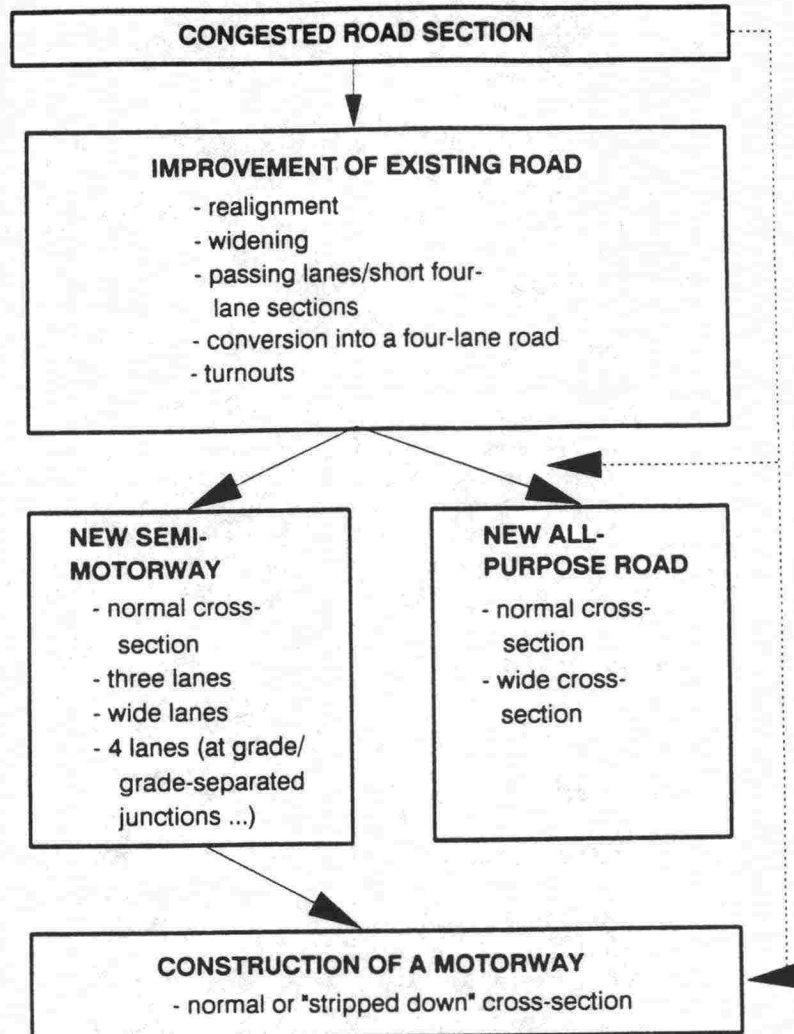
1.	INTRODUCTION	1
2.	METHODS FOR IMPROVING TRAFFIC OPERATIONS ON MAIN ROADS	2
	2.1 Improving the existing road	2
	2.11 General	2
	2.12 High-cost methods	4
	2.13 Low-cost methods	5
	2.2 Building a new road	10
	2.21 Experiences from other countries	10
3.	IMPROVEMENT POLICIES ABROAD	21
4.	CONCLUSIONS	25



## 1. INTRODUCTION

The flow chart for improving main roads is shown in figure 1. Usually, the first option considered is to improve the existing road. As traffic continues to increase, the old road proves to be inadequate, even if improved. The next step, then, is to build a completely new road designed either exclusively for motor traffic or all modes of travel. There is a wide range of options for the cross section of the new road. If necessary, it can later be upgraded into a motorway. Some of these development stages can be skipped, for example, by replacing the existing road with a motorway directly. At the same time, the "final" design of the road section depends on local conditions: sometimes road improvement is enough to provide an adequate level of service for a long time to come. Factors affecting the choice of the appropriate methods of improvement include traffic flow, growth rate and terrain.

This report is part of a more extensive study to provide a framework for evaluating development options for main roads: what methods are available and in what conditions can these be applied (traffic flows, growth rate, standard of existing road, terrain, cost etc.)? In this report, an attempt is made to assess the various road improvement options using primarily data accumulated by appropriate agencies abroad.



**Figure 1. Main road improvement methods.**

## **2. METHODS FOR IMPROVING LEVEL OF SERVICE ON MAIN ROADS**

### **2.1 Improving existing road**

#### **2.1.1 General**

Methods for improving two-lane roads are presented in the report "Low-Cost Methods For Improving Traffic Operations On Two-Lane Roads" issued by the U.S. Department of Transport, 1987. According the report, the problems with the level of



service and safety associated with two-lane roads are primarily caused by the following factors:

- Poor road quality (such as width, alignment, sight distances)
- Few overtaking possibilities because of poor overtaking sight distances or heavy oncoming traffic.
- Vehicles turning, or waiting to turn, at junctions interfere with the smooth flow of traffic.

The methods for improving existing roads can roughly be divided into two categories: high-cost methods and low-cost methods. High-cost methods include realignment, conversion into a four-lane road, reduction in the number of junctions and construction of grade-separated crossings. Low-cost techniques consist of passing lanes, short four-lane sections, turn outs and turning lanes.

Low-cost road improvement methods offer several advantages over high-cost ones. First, low-cost solutions can be more easily applied where required and implemented more quickly. Second, the same amount of money will pay for more miles as compared with high-cost methods. At the same time, the risk of mistaken investment decisions associated with traffic forecasts is reduced.

## 2.12 High-cost methods

### Realignment

Realignment makes sense on main roads with poor or inconsistent geometry, busy traffic or a high percentage of long-distance traffic. Heavy vehicles benefit most from making the improving the gradient of the hills and cars from improving the horizontal geometry. If the roads have a passable geometry, realignment does not offer any major added benefits.

In many cases, the reason for the problems associated with the level of service is not so much poor geometry than the differences in speed between the vehicles as well as the oncoming traffic. Then, as a rule, it makes more sense to build passing lanes than to improve the geometry. Making the vertical and horizontal curves more gentle may, in fact, reduce the percentage of straight road sections suitable for overtaking.

### Conversion to four-lane road

Widening the road to incorporate four lanes will considerably improve the level of service and safety. This effect can be further underlined by reducing the number of junctions and building grade-separated crossings. Four lanes combined with a marked improvement in alignment that is often associated with it may be a suitable decision on heavily trafficked roads but it has limited application because of environmental considerations, opposition by local population and lack of funds.



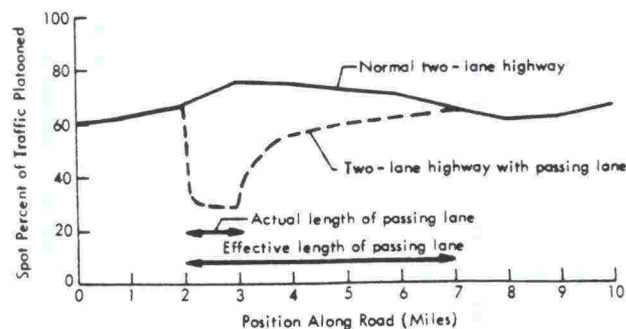
## Reduced number of junctions and grade-separated crossings

Reducing the number of junctions and building grade-separated crossings may be a workable solutions even on two-lane roads, providing that the flow of traffic is high and particularly if the road is subsequently to be converted into a four-lane highway.

### 2.13 Low-Cost Methods

#### Passing lanes

In terms of construction costs, short passing lanes are usually more efficient than long four-lane road sections. The reason for this is that the pressures to overtake that have been accumulating over a longer distance can be relieved by means of the passing lanes. Fig. 2 shows a diagram of the effect of a passing lanes on the spot percentage of platooned traffic. The influence of the passing lane may be felt up to 5 to 13 kilometres after the lane, depending on the traffic flow and overtaking possibilities. The length of a passing lane may range from 300 m to 5 km.



**Figure 2.** Effect of a passing lane on traffic operations on a two-lane highway.

Fig. 3 shows various types of passing lanes. Alternating passing lanes (g and h) may offer a solution if the road is already relatively wide. But it may not be necessary to mark out passing lanes over half of the entire length of the road section. Drivers may be irritated by the No Overtaking signs on roads sections that have no passing lanes (50% of the total), if the sight distance is adequate and traffic flow low. Side-by-side passing lanes (k) are advisable where the four-lanes section can serve as part of a longer road section to be completed at a later date. Step-by-step construction of four-lane road sections, starting from the least expensive points, may be financially attractive, particularly if no major bridge construction is required in the first stage.

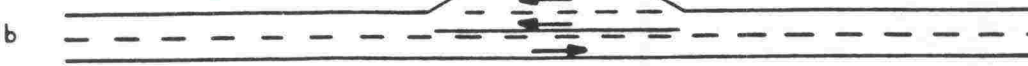
Spacing of passing lanes depends mainly on how substantial an improvement in traffic operations is desired. A passing lane usually affects the traffic 5 to 13 km downstream, after which the spot percentage of platooned traffic returns to normal. If only a slight improvement in overtaking possibilities is required, the distance between two passing lanes may be up to 15 to 25 km, depending on the traffic flow and overtaking places. Now and then the lanes may be spaced more closely if overtaking capabilities are low or the traffic gets busier. Passing lanes can be built either on flat or hilly ground.



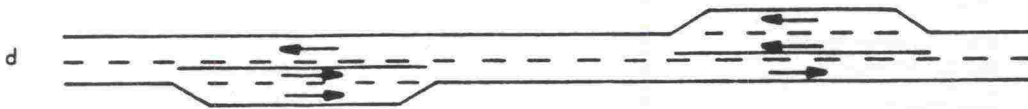
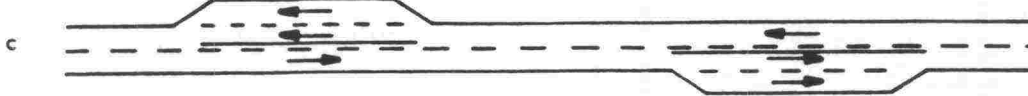
Conventional Two-lane Highway



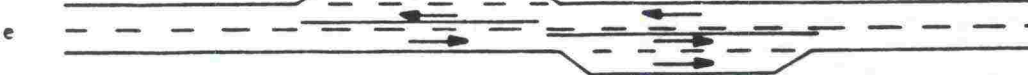
Isolated Passing Lane



Separated Passing Lanes



Adjoining Passing Lanes



Alternating Passing Lanes



Overlapping Passing Lanes



Side-by-side Passing Lanes



Figure 3. Alternative configurations for passing lanes.

### Turn Outs

The United States is one of the countries to use turn outs. They are broadened sections of the road where slow vehicles can pull over to allow the faster cars to overtake. As a rule, turn outs are rather short, less than 200 m. The idea is that the slower vehicle pulls in to let the car behind pass. If there are only a couple of cars trailing such a vehicle, it is usually not necessary for it to stop to make overtaking possible.

Turn Outs are ideal for roads with little traffic and poor geometry where queues of no more than a couple of cars are built up behind any slow vehicle. A passing lane would be less economical in terms of costs and benefits.

Slow lanes should be built in areas where the slower vehicle will not lose much time when pulling in. For example, a slow lane should not be placed on top of a hill, where lorries and campers want to start building up speed after having been slowed down when going uphill. Slow lanes and passing lanes should not be used on the same road section.

### Using the shoulder

In some states in the U.S., it is permitted to use the shoulder on specially indicated road sections where the shoulder is wider than normal. In some other states, the shoulder may be used at all times if it is wide enough. This type of road sections, in fact, constitute continuous turn outs. The advantage

offered by the first alternative is that driving on the shoulder can be limited to road sections where it is necessary and where the shoulder is firm enough to support even heavy vehicles.

Surveys indicate that using the shoulder is less effective in improving overtaking possibilities than passing lanes. According to a study carried out in the Washington area, 21 to 43% of the cars first in a queue pull over to let the cars behind overtake.

#### Measures to facilitate turning

Measures to facilitate turning on two-lane roads are usually substantiated with improved safety. However, the desire to stop bunching by means of new junction layouts makes sense only on heavily trafficked roads. Usually, junctions have little overall impact on traffic operations (delays) over longer distances because the problems associated with junctions are spotlike and affect only a relatively small number of vehicles. By contrast, a queue trailing behind a slow vehicle causes delays over several kilometres. Yet turning can be eased using turning lanes (T-junctions) and two-way left-turning lanes in the middle of the carriageway.



## 2.2 Building a new road

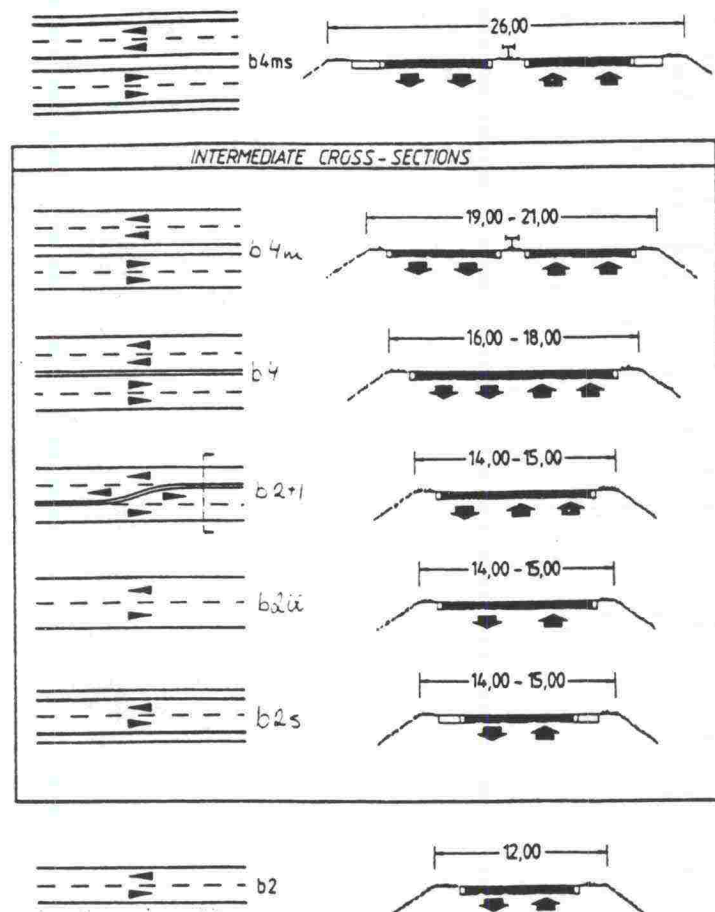
### 2.21 Experiences from other countries

When examining the range of options available to improve traffic operations, we see that there is a gap between a "fully" developed all-purpose road and a motorway. Very often a motorway is an oversized solution in view of the traffic flow forecasts, and expensive, too. Several countries have experimented with "intermediate" cross sections whose traffic capacity is lower than that of a motorway but higher than that of a conventional two-lane road. Here is a summary of road cross sections used abroad.

**Germany** has been using several intermediate cross sections for more than two decades. An extensive survey is currently being carried out in the country to analyze the experiences gathered. Intermediate cross sections can be divided into the following categories:

- Narrow motorway cross section (narrow central reserve), narrow lanes, narrow shoulders, etc.)
- Two-lane cross section with extra wide traffic lanes, (this category includes a three-lane cross section with the same width of surfacing that can be converted into an extra wide two-lane road by repainting the road markings)
- Four-lane roads without a fixed central reserve.

Fig. 4 shows intermediate cross sections used in Germany.



**Figure 4.** Intermediate cross sections used in Germany. Key: b4ms = conventional motorway cross section; b4m = narrow motorway cross section; b4 = four-lane all-purpose road without a fixed central reserve; b2+1 three-lane road; b2ü = two-lane road with extra wide shoulders; b2s = road with wide shoulders; b2 = conventional two-lane road.

In cross section b4m, there is a narrow fixed central reserve between the carriageways. There are great pressures at work in Germany to make motorways more narrow because of a lack of land available. Cross section b4m is nearly 10 m more narrow than the conventional motorway cross section. The speed limit is 100 km/h on sections with grade-separated junctions and 60 km/h on sections with at-grade junctions.

Cross sections b2s (wide shoulders) and 2b $\ddot{u}$  (4.5 m wide lanes) have been used in Germany for a long time. The three-lane version b2+1 was not, however, introduced until 1983. These three cross sections are very similar in structure and can be easily converted. The choice of the cross section for each application is determined by the needs of the road users and safety considerations.

Cross section b2s with its wide shoulders is ideal for the countryside where the roads carry a great deal of pedestrian and bicycle traffic or slow vehicles that can pull over to the shoulder to reduce the risks associated with overtaking. Germans have also studied the effect of the width of the shoulder on driving behaviour. The wider the shoulder, the more often it is used as a secondary traffic lane. Observations indicate that people start using a two-lane road as a four-lane road when its total width exceeds 15 m.

The idea with the wide-laned b2 $\ddot{u}$  is to provide a semi-four-lane road: the vehicles normally keep to the right-hand lane, which ensures that no overtaking vehicle has to pull out to the oncoming traffic's lane. This, however, probably makes the pedestrians and cyclists more exposed to dangers than type b2s.

The three-lane cross section b2+1 provides the best traffic control: overtaking is not allowed on one-lane sections whereas on two-lane sections it offers the same conditions as a road with a dual carriageway. A three-lane road permits over-



taking regardless of oncoming traffic and sight distances. Because of the one-lane sections, this type of cross section is not suitable for roads with a great number of slow vehicles, cyclists or pedestrians.

As traffic flows increased sharply in the 1960s, safety on four-lane roads with no fixed central reserve (b4) declined quickly. As a result, this cross section was completely abandoned at the beginning of the 1970s. Subsequently, it was re-introduced on a limited scale because of the continued growth of traffic volumes and environmental considerations. This type of cross section can be used for high-quality roads near built-up areas if the speed class does not exceed 70 to 80 km/h. The selection criteria for this cross section also include other conditions for using it (traffic flow, junction schemes, etc.).

Four-lane roads with no fixed central reserve are most common in Saxony. In the middle of the 1980s, southern Saxony alone featured a total of 230 km of this type of cross section in the countryside plus 90 km in built-up areas. Nearly one third of the roads in the countryside have subsequently been equipped with a fixed central reserve, which has greatly reduced the gravity of accidents on these road sections. Because at-grade junctions proved to be extremely dangerous on four-lane sections, left-turning lanes and signal control were added to most junctions. All the roads of this type have a speed limit of 70 to 100 km/h. No new four-lane roads without a central reserve have been commissioned in Saxony since 1977.

A conventional two-lane cross section is considered sufficient in Germany up to a traffic flow of 12,000 vehicles/24 hrs. If a higher level of service or safety is required, a two-lane intermediate cross section (wide shoulders or wide lanes) may be used from an average traffic flow of 7,000 vehicles/24 hrs upwards. At flows exceeding 18,000 cars/24 hrs, there can no longer be any substitute for a dual carriageway road - assuming that an adequate level of service is to be maintained.

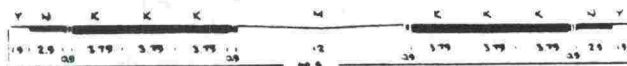
According to these criteria, a suitable range of application for two-lane or three-lane cross sections is 12,000 to 18,000 vehicles/24 hrs. While it is true that a conventional two-lane road can provide a decent level of service at 17,000 vehicles/24 hrs, intermediate cross sections offer superior traffic performance.

For the time being, there is very little experience in Germany from the three-lane cross section b2+1 in terms of road safety. According to the preliminary results of one survey, a three-lane cross section would be safer than the wide-laned cross section b2ü. Another study indicates that type b2s with wide shoulders would offer better road safety than the wide-laned b2ü. It was found that a three-lane cross section increases the incidence of overtaking, showing that a conversion of a wide two-lane road into a three-lane road by repainting the road markings improves the level of service.

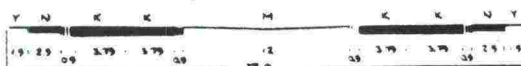
Several intermediate cross sections are also used in **Denmark**, which is facing the same problem as many other countries: with

the increasing traffic flow, two-lane roads can no longer provide an adequate level of service while a motorway is not yet an financially viable option. In 1988, the Danish Road Administration issued a report entitled "Standard af veje till høj-klasset trafikakvikling". The report offers a definition of the concept of a "high-quality road" and goes on to discuss the suitability of two road types, supposed to fill the gap between the conventional two-lane road and a motorway, for a high-quality road. Just like motorways, the new road type is supposed to consist of long unbroken road sections.

I-1 6-SPORET MOTORVEJ, BREDT PROFIL



I-2 4-SPORET MOTORVEJ, BREDT PROFIL



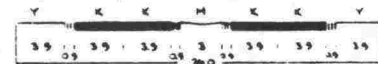
I-3 6-SPORET MOTORVEJ, SMALT PROFIL



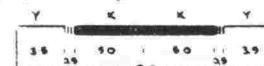
I-4 4-SPORET MOTORVEJ, SMALT PROFIL



I-5 4-SPORET VEJ MED MIDTERRABAT



I-6 BRED 2-SPORET VEJ



I-7 2-SPORET VEJ

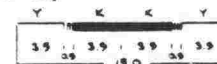


Figure 5. Class 1 road cross sections in Denmark.

Fig. 5 shows Class 1 cross sections according to the Danish classification. Class 1 roads are designed exclusively for motor traffic; a separate transport facility for pedestrians and cyclists can be built next to it. Class 1 roads have no turn-offs to individual sites, featuring mainly grade-sepa-



rated junctions while, however, permitting channelized at-grade junctions. Standard junction spacing is 5 km. The report provides a comparison of two-lane cross sections I-6 and I-7 (Fig. 5). Cross section I-6 features 5 m wide traffic lanes whereas I-7 is a "normal" cross section with 3.5 m wide lanes. Both cross sections have wide shoulders.

The high-quality roads designed to complement the motorway network are supposed to offer a high overall travel speed and riding comfort and be safe, unbroken and economical. The variables applied in selecting a suitable road type include the desired degree of travel mode and junction access control, cross section, standard of alignment, junctions and the standard of service areas. According to the report, these objective can be achieved only if high-quality roads include no turn-offs to individual sites and permit nothing but motor traffic. As a rule, junctions should be grade-separated.

According to the selection criteria, the wide-laned cross section I-6 has a capacity of 3,300 vehicles per hour and I-7 that of 1,900. The report states that the traffic flow must not exceed maximum capacity multiplied by 0.5 during the estimated period of usage: this will ensure a decent level of service even at the end of the period. The estimated period of usage is 13 years (service life of the first surfacing, after which the second stage, such as a second carriageway, can be constructed). This calculation makes the wide-laned cross section financially sound, providing that the traffic flow in the first year of operation does not exceed 11,000

vehicles/24 hrs. Similarly, a more narrow-laned cross section makes financial sense if the traffic flow during the first year remains below 6,500 vehicles/24 hrs.

The design speed for a high-quality road is 90/100 km/h. Sight distances should be as good as possible. If adequate sight distances cannot be ensured, part of a wide two-lane road can be converted into a 2+1 cross section, permitting the queues built up behind slow vehicles to be dissolved.

The shoulder is paved only for a distance of 0.5 m measured from the edge of the carriageway. The idea is to make savings in construction costs and, at the same time, cut down investment losses on road sections that will later be upgraded to provide a dual carriageway. Step-by-step construction is regarded as a financially sound option if the first stage offers a service life of at least 10 years. According to the report, investments should be kept to a minimum during the first stage. This applies, among other things, to bridge and earth construction.

No reliable data on the safety of a wide-laned road is available in Denmark because of limited operating experience. According to the results obtained for one individual road section, a wide-laned semi-motorway would be practically as safe as a motorway or other semi-motorways.

In addition to two-lane semi-motorways, there are in Denmark semi-motorways featuring a dual carriageway and at-grade junctions that will probably be upgraded into regular motorways.

(by building grade-separated junctions). On these roads, the traffic lane adjoining the central reserve is usually converted into a left-turning lane at junctions by repainting the road markings. At these locations, there is also a speed limit. Similar schemes have also been encountered in France. No research data is, however, available on road safety or other aspects. Three-lane road sections are also quite common in Denmark.

**Sweden** features about 4,000 km of wide two-lane all-purpose roads, plus about 500 km of semi-motorways. These figures include all roads with a width of 10 to 13 m. According to current standards, this cross section features a 3.5 m wide carriageway with 3.5 m wide shoulders. Only 25 cm of the shoulder is unpaved. With the existing design criteria, this type of road can be used if the average traffic flow in the first year of operation is 8,000 to 15,000 vehicles/24 hrs.

The Swedish Highway Code permits the use of the shoulder also for pulling over to allow faster cars to overtake. As a result, drivers do this frequently. According to one survey, a total of 80% of vehicles pull over to make way for a faster car approaching from behind in daylight conditions if the traffic flow is no more than 700 vehicles per hour. With increasing traffic, the shoulder is used even more. At night, the shoulder is used less, with only 30 to 40 % pulling over.

Studies indicate that semi-motorways and wide (13 m) all-purpose roads are more or less equal in terms of safety. The risk



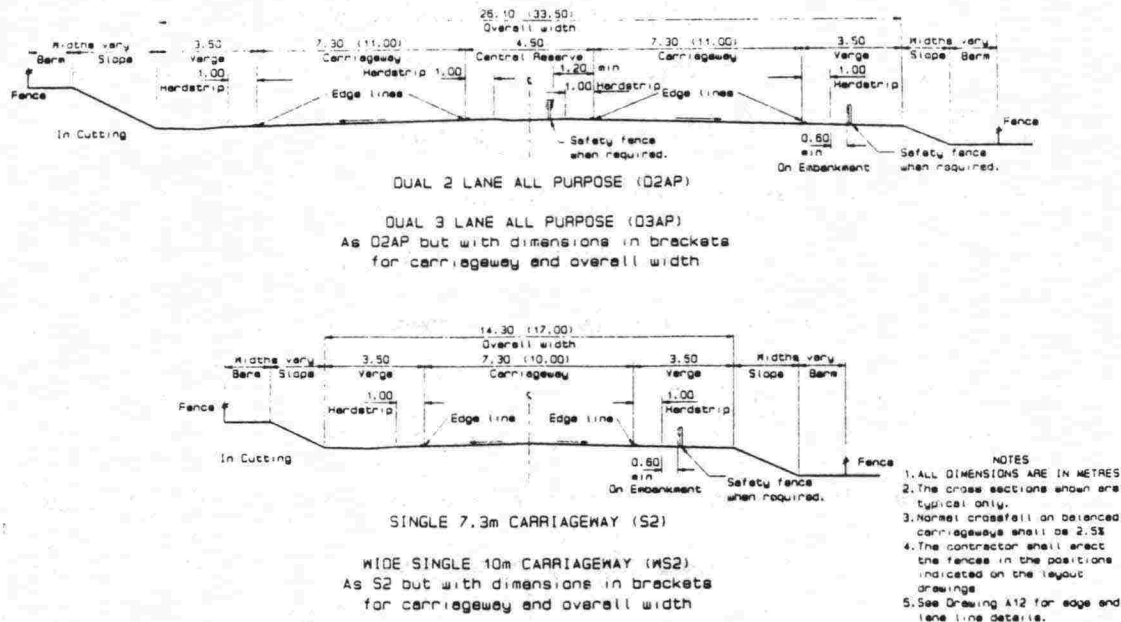
of an accident on a semi-motorway is lower but that of a fatal accident higher than on a wide all-purpose road.

In the **United States**, there are four-lane or multi-lane semi-motorways with or without a fixed central reserve. Under current regulations, multi-lane roads with no fixed central reserve should no longer be built in the countryside where speeds are usually high. If a two-lane highway is converted into a multi-lane road, a fixed central reserve should also be constructed.

Sufficiently wide shoulders are important on multi-lane roads. Vehicles stopping on the road cause much worse risk situations than on two-lane highways as cars coming from behind may be forced to pull out to the lane reserved for the oncoming traffic.

The central reserve should be wide enough to permit the construction of left-turning lane. The most significant benefits offered by the central reserve are improved safety and riding comfort and easier driving functions. More important, the central reserve reduces the number of head-on collisions which are usually very serious. If left-turning lanes are built on the central reserve, rear-end collisions and the disturbances caused by turning vehicles are greatly reduced. At the same time, it makes it easier for pedestrians to cross the road as they have to watch out for the vehicles coming from one direction at a time. If the central reserve is wide enough, vehicles turning left from an intersecting road can move ahead

to the central reserve to wait for a suitable gap in the queue. At night, a wide central reserve reduces the glare caused by the headlights of oncoming vehicles.



**Figure 6. All-purpose road cross sections used in the countryside in the U.K.**

Fig. 6 shows some of the cross sections for all-purpose roads used in the countryside in the U.K. while table 1 provides information about the selection criteria, junction design standards, etc. The choice of the cross section is based on anticipated traffic flow 15 years from the opening of the road. Traffic flow limits are, however, only indicative. In practice, the cross section is selected on a case-by-case basis as determined by cost-benefit calculations. A standard two-lane road (7.3 m wide carriageway and 3.5 m wide shoulders of which 1 m is paved) may be selected if the design traffic flow remains below 13,000 vehicles/24 hrs. Similarly, a two-lane motorway may be selected if the design flow is 28,000 to 54,000 vehicles/24 hrs. Intermediate cross sections in the

countryside are represented by a wide two-lane road (width of carriageway 10 m) and two-lane, three-lane and four-lane all-purpose roads (with a 4.5 m central reserve). Junction schemes on all-purpose roads are determined by the traffic flow. On road sections with a low traffic flow, all junctions may be at-grade junctions whereas on more heavily trafficked sections they are separated. All combinations of these two are possible.

**Table 1. Cross section selection criteria in the countryside in the U.K.**

Road class	Design traffic flow 15 years after opening (vehicles/24 hours)	Junction type etc.
S2 Normal single carriageway	- 13000	Restriction of access. Ghost islands, single lane dualing or roundabouts. Simple junctions only in minor roads.
WS2 Wide single carriageway	10000-18000	See above. Simple junctions not allowed.
D2AP Dual two-lane all purpose carriageways	11000-30000	Generally at-grade roundabouts on major road junctions. Gaps in central reserve only in selected minor junctions.
	30000-46000	Turning from the intersecting roads allowed to the left only. No gaps in central reserve. Generally grade separation.
D3AP Dual three-lane all purpose carriageways	40000-	See above
D2M Dual two-lane motorway	28000-54000	Motorway regulations. Grade separation.
D3M Dual three-lane motorway	50000-79000	See above
D4M Dual four-lane motorway	77000-	See above

### 3. IMPROVEMENT POLICIES ABROAD

In **Germany**, a road connection is often directly built as a motorway, if traffic flow forecasts call for a motorway cross section. The cost of the first stage (construction of another carriageway) in the step-by-step approach are considered too



high in view of the benefit achieved. For environmental reasons, the construction of motorways is meeting ever increasing opposition, which has shifted the emphasis in research onto the characteristics of the various "intermediate cross sections".

The German Ministry of Transport issued in 1976 instructions for step-by-step construction of motorways. The step-by-step approach can be applied when the service life of the first stage is 10 to 15 years. The calculations are based on the assumption that the first stage will account for about 70% of the total cost and that the additional expenditure resulting from step-by-step construction will not exceed 20% of the total costs. At the same time, the level of service provided by the first stage and its technical feasibility must be assessed.

**Sweden** has built a number of "semi-motorways" which are later to be upgraded into regular motorways with a dual carriageway. Making full use of the first stage has proved to be difficult. The E4 highway from Linköping to Norrköping is currently being converted into a motorway. Only one of the existing bridges can be used on the new motorway. From the relief road passing by Halmstad (E6), experts expect to be able to use the old carriageway and long bridges. Conventional wisdom in Sweden says that a semi-motorway, as the first step towards a motorway, is a poor solution: full use cannot be made of many of the first-stage investments and the highways are seen as providing a low level of service.

In the **United States**, road engineers make preparations for converting a two-lane road into a four-lane one if the capacity of the two-lane road is expected to be exceeded in 10 to 20 years from construction or improvement. The final design must be based on a cross section providing for a central reserve of at least 1.2 m. No highways without a central reserve are allowed even if space is at a premium. Conversion into a four-lane road should be designed to permit the use of the old road as one of the carriageways of the new road.

Frequently, no preparations have been made for subsequent improvement of two-lane roads. In these situations, the new road can be designed to run more or less parallel with the existing road and both can be converted into one-way highways. The horizontal alignment of the new road may put the new road quite far away from the old one in areas, where there are settlements along the old road or the terrain is difficult. If this is not possible, the troublesome spot can be bypassed by widening the old road on both sides. If none of these schemes are feasible, it may necessary to relocate the new road and leave the old one for local use. One of the benefits of a completely new route is that the road can then be designed to the latest standards.

In many states, motorways are sometimes built step by step. The first stage includes the construction of one carriageway, definition of future land use requirements for the final motorway and grade-separated junctions. The carriageway to be built during the first stage will serve as a two-way road

until the second carriageway is completed. Junction bridges are designed to second stage requirements.

In the U.K., many roads with at-grade junctions have been improved in the past by widening them to provide a dual carriageway. The final result has, however, often been poor. In terms of benefit, upgrading a single or dual carriageway road into a high-quality semi-motorway or motorway with a dual carriageway is considered expensive, particularly if such improvement involves substantial horizontal and vertical realignment. On-site improvement also complicates construction and local traffic arrangements.

Building one carriageway as the first step in the construction of a motorway is not very common in the U.K. because overtaking is considered too risky in the absence of adequate sight distances on a single-carriageway road with a motorway geometry. A semi-motorway with a dual carriageway and grade-separated junctions that can be subsequently upgraded is regarded as a more workable option.

When a new road is designed in the U.K., no allowance is usually made for subsequent widening at a later date. The reason given is that the roads are designed for traffic flows 15 years from now. Making long-term plans so far into the future is not considered sound.



#### 4. CONCLUSIONS

Table 2 gives a summary of the various "intermediate" cross sections used outside Finland. Cross sections can be classified with respect to the following features:

- number of lanes
- restrictions on mode of travel (motor traffic or all-purpose traffic)

**Table 2. Various intermediate cross-sections used in different countries.**

	Road types in different countries		
	2 lanes	3 lanes	4 lanes or more
Roads designed only for motor traffic	Finland and Sweden: roads with grade-separated junctions	An experiment in Sweden where a two-lane semi-motorway was repainted to provide three lanes. Grade-separated junctions.  Centre-most traffic lane serves as passing lane in either direction or both direction simultaneously.	In most countries motorways with grade-separated junctions.  At least in U.S. and Germany 4-lane roads with central reserve but at-grade junctions. New four-lane roads no longer built because of poor safety record.  At least in Denmark and France 4-lane roads with central reserve and some at-grade junctions. Suitable for first stage of a motorway.
All-purpose roads	At least in Sweden and Germany "wide" two-lane roads with some at-grade junctions.  At least in Germany, Denmark and U.K. wide-laned (f.ex. 5.5 metres) roads.	At least in Germany three-lane all-purpose roads with some at-grade junctions.	At least in Germany, U.S. and U.K. 4-lane all-purpose roads with central reserve and some at-grade junctions.

Experiences accumulated abroad would warrant further research and experiments in Finland in the following areas:

- Under what conditions is it possible or financially advisable to convert a two-lane road into a four-lane one?

Conversion to a four-lane road has not been used in the countryside in Finland. This approach may be beneficial at least when the road is of high quality (geometry, junctions, structure, etc.)

- Turn outs may be suitable for lightly trafficked main roads where poor sight distances build up queues behind slow vehicles.
- Passing lanes should be used on a larger scale. To avoid risky and unnecessary overtaking and make efficient use of the lanes, they should be clearly indicated by advance signs.
- The capacity of Finnish semi-motorways could be greatly improved by reviewing road markings. The current cross section can be easily converted into a three-lane or wide-laned cross section. For example, according to Danish design criteria, a wide-laned cross section has a capacity of 3,300 vehicles per hour whereas that of a conventional cross section is only 1,900 vehicles per hour. Would a wide-laned design be suitable for Finnish driving behaviour. Similarly, the suitability of a three-lane scheme for Finnish conditions should be examined.
- The use of shoulders in overtaking is much more common in Sweden than in Finland. The Finnish Highway Code should be revised to permit the use of shoulders.

## LITERATURE

1. Harwood D.H., Hoban C.J., Low-Cost Methods For Improving Traffic Operations On Two-Lane Roads, Federal Highway Administration, 1987
2. Typekatalog for nye veje og stier i åbent land, Vejdirektoratet, Kobenhavn, 1981
3. A Policy on Geometric Design of Higheays and Streets, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington D.C., 1984
4. Anwendung von Zwischenquerschnitten, Zwischenbericht 1985, Projektgruppenberichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch Gladbach, 1985
5. Brannolte Ulrich, Some Experience Concerning Road Safety and Standards of Three-Lane Roads and Narrow Four-Lane Roads in West Germany, Universität Karlsruhe, Institut für Verkehrswesen, presentation at VTI Transport Research Days, 1990
6. Standard af veje til højklasset trafikafvikling, Vejdirektoratet, Kobenhavn, 1988
7. Bergh Torsten, Reyier Jan Erik, Svenska typsektioner igår, idag och imorgon, memo, Vägverket, 1990