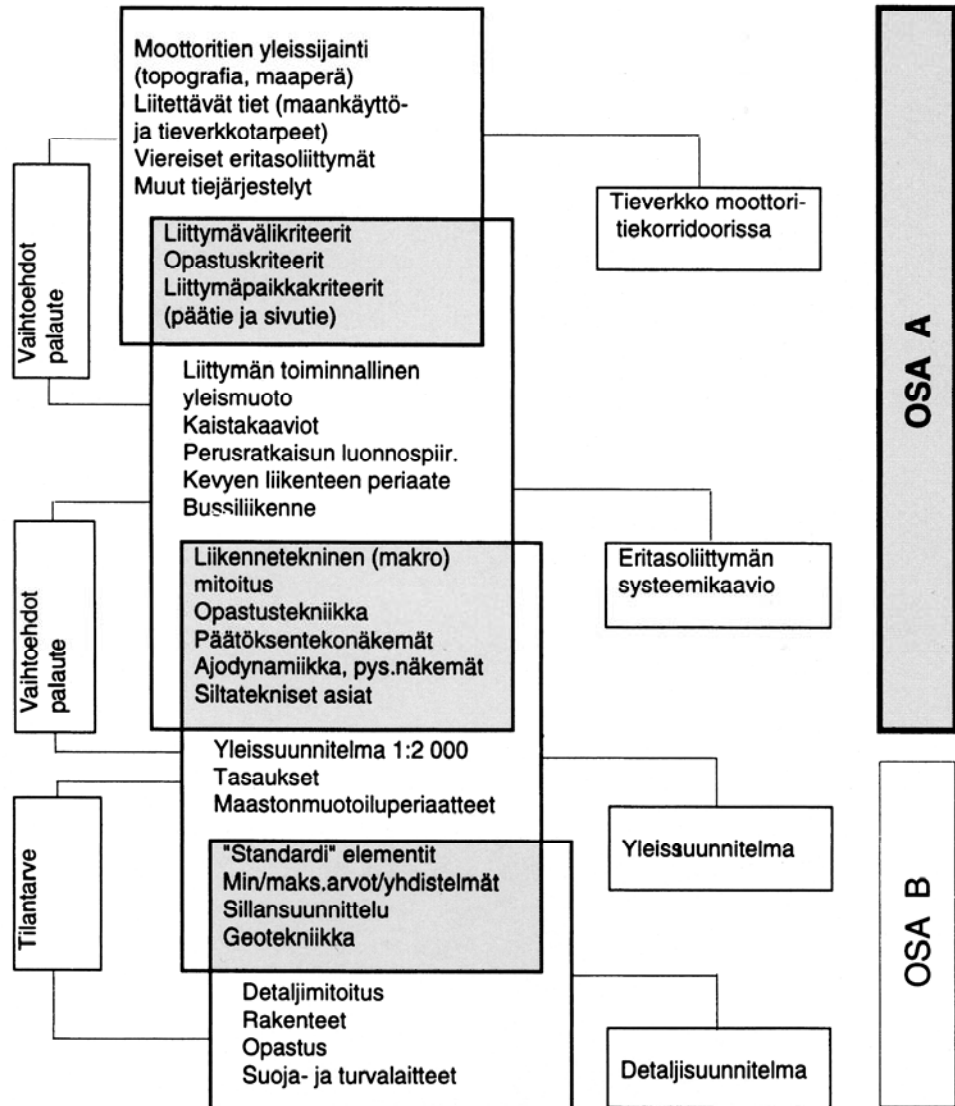


Moottoriteiden eritasoliittymät

Osa A

Suunnitteluvaiheet, vaiheita sitovat kriteerit, sisällöt ja tulosteet



Liikennetekniikka

Helsinki 1994

Kehittämiskeskus

Moottoriteiden eritasoliittymät

Osa A

Tielaitos
Kehittämiskeskus

Helsinki 1994

ISBN 951-47-6844-2
TIEL 2130009
Painatuskeskus Oy
Helsinki 1994

Julkaisun kustannus ja myynti:
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotepalvelut
Telefax (90) 1487 2652

Tielaitos
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 148 721



MUU OHJAUS

9.12.1994

94/20/Th-943
2006/93/20/TIEL

Tiepiirit

ASIARYHMÄ
21

Säädösperusta

Korvaa/muuttaa

Kohderyhmät
TIEL, ALUEHALLINTO

Voimassa
TOISTAISEKSI

Asiasanat
LIIKENNEVERKKO, MOOTTORIVÄYLÄT, ERITASOLIITTYMÄT, SUUNNITTELUPERUSTEET,
SUUNNITTELUVAIHEET,

MOOTTORITEIDEN ERITASOLIITTYMÄT OSA A

Moottoriteiden eritasoliittymät -ohje julkaistaan kahdessa osassa. Tämä osa A sisältää toiminnalliset ja tekniset yleisohjeet moottoritiestä suunniteltavan liikenneverkon osana.

Verkkotason suunnitteluohjeet korostavat toiminnallisuutta, tekniset ohjeet autoilijoiden odotuksia ja mahdollisuuksia selviytyä liikenteessä. Näkökulmat on konkretisoitu ja yhteensovitettu. Raportissa käsitellyllä asiakokonaisuudella on merkittävä rooli maankäyttö- ja liikennesuunnittelussa ja niiden keskinäisessä yhteensovittamisessa.

Aikaisemmin julkaistu itsenäinen ohje TIEL 2130008 Moottoriteiden eritasoliittymät, osa B käsittelee detaljitason ratkaisuja ja on päällekkäisiltä osiltaan yhtäpitävä.

Johtaja

Jukka Isotalo

Apulaisjohtaja
Tiehallinto

Aulis Nironen

LISÄTIETOJA
Yli-insinööri Veikko Hakola
TIEL / kehittämiskeskus
puh. (90) 1487 2606

JAKELU/MYYNTI
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus
Opastinsilta 12 A tai PL 33
00521 HELSINKI
fax (90) 1487 2652
puh. (90) 1487 2053

JAKELU:

Tiepiirit
Ylijohtaja
Isotalo
Rasilainen
Ts
Th
Es
Tk
Kk
Gk
Sk
Lpk
Vk
LM
YM/ALO
Lääninhallitukset
Maakuntien liitot, seutukaavaliitot,
maakuntaliitot
Suomen Kuntaliitto
Oppilaitokset (liikenne- ja tietekniikka)
Tiekonsultit

Moottoriteiden eritasoliittymät. Osa A. Tielaitos, kehittämiskeskus. Helsinki 1994. Suunnittelua ohjaavat julkaisut, liikennetekniikka. 64 s. ISBN 951-47-6844-2, TIEL 2130009.

Aiheluokka: 25, 30, 31

Asiasanat: liikenneverkko, moottoriväylät, eritasoliittymät, suunnitteluperiaatteet, suunnitteluvaiheet

Tiivistelmä

Edellinen moottoriteiden eritasoliittymän suunnittelusta laadittu yhtenäinen esitys on vuodelta 1964 (V.K. Suonio: Eritasoliittymät, TKK Moniste n:o 103). Se ja siinä esitetyt ohjeet edustavat maailman laajuisestikin moottoriteiden pioneeriaikaa. Nyt vuosikymmenien ja yli sadantuhannen moottoritiekilometrin kokemukset kautta maailman on voitu kiteyttää ja konkretisoida toiminnallisiksi ehdoiksi.

Tämä raportti yhdessä aikaisemmin julkaistun osan B kanssa muodostavat kattavan yleisohjeiston aihepiiristä "moottoritie suunnittelulementtinä liikenneverkossa". Siinä on voitu hyödyntää varsinkin 90-luvulla Pohjois-Amerikassa tehtyjä onnettomuus- ja toimintavajaus selvityksiä.

Raportti keskittyy taustatekijöiden selvittämiseen. Näitä ovat yleiset käyttäytymisperusteet, toiminnalliset kokonaisuudet ja keskeiset suunnitteluperusteet.

Raporttiin mukaan otettu lyhyt ihmisen käyttäytymiseen liittyvä odotuskäsitteistö ja siitä johdetut toiminnalliset suunnitteluperiaatteet ja "standardoidut" detaljiratkaisut ovat keskeinen sanoma suunnittelulle.

Verkko- , mutta myös systeemitasoinen jakso ohjeistaa ratkaisuperiaatteita maankäytönsuunnittelun/kaavoituksen ja liikennesuunnittelun välisessä rajapinnassa myöhempien ongelmien välttämiseksi. Tämän vaiheen päätöksen merkittävyyttä korostetaan.

Varsinainen suunnitteluohjeisto keskittyy kehikkojen ja ajatusmallien selkeyttämiseen. Näiden kaikkien tarkoituksena on autoilijan "työympäristön" loogisuuden kehittäminen ja sitä kautta turvallisuuden ja toimivuuden parantaminen.

Lopussa oleva lyhyt liikenneteoreettinen katsaus tarjoaa väläyksen murrosvaiheessa olevaan, perusteiltaankin muuttuvaan tieteenalaan.

Motorvägars planskilda anslutningar

Nyckelord: trafiknät, motorleder, planskilda anslutningar, projekteringsprinciper, projekterings-skeden

Sammanfattning

I Finland publicerades föregående enhetliga framställning om projekteringen av motorvägars planskilda anslutningar 1964 (V. K. Suonio: Eritasoliittymät, Helsingfors Tekniska Högskolas duplikat nr. 103). Denna publikation och dess riktlinjer hör till motorvägarnas pionjärålder, i Finland liksom i andra länder. Nu, några decennier och över hundratusen motorvägskilometer senare, kan erfarenheterna världen över ges uttryck i konkreta funktionella krav.

Denna rapport publiceras i två delar, A och B. Tillsammans bildar de en allmän riktlinje för "motorvägen som ett element i trafiknätsplaneringen" En särskild utgångspunkt för riktlinjen är de utredningar om olyckor och funktionsproblem som gjorts i Nordamerika på 90-talet.

I denna del behandlas bakgrundsfaktorerna, dvs. mänskligt beteende, funktionella helheter och de viktigaste projekteringsprinciperna.

För projekteringen väsentliga synpunkter tas upp i en kort beskrivning av de grundläggande termerna och antagandena om människors beteende och de funktionella projekteringsprinciper och "standardiserade" detaljlösningar de föranleder.

I ett avsnitt om nätverk och system ges riktlinjer för kopplingen mellan markanvändningsplanering och trafikplanering, med målet att undvika senare problem. Besluten på denna nivå har avgörande betydelse.

De egentliga projekteringsriktlinjerna strävar främst till klara ramar och begrepp, som stöd för en mera logisk "arbetsmiljö" för föraren och därigenom förbättrad säkerhet och funktion.

Denna del avslutas med en kort trafikteoretisk översikt, en snabb inblick i en sektor stadd i förändring ända in i sina grundvalar.

I del B (Vägverkets publikation 2130008) ges allmänna råd för projekteringen av anslutningarnas trafiktekniska detaljer, samt bl.a. för hur busstrafik och vinterunderhåll ordnas och hur landskapet beaktas i motorvägsprojekteringen.

Motorway interchanges

Key words: traffic network, motorways, interchanges, design principles, design stages

Abstract

The previous Finnish general guideline on motorway interchange design was published in 1964 (V. K. Suonio: Eritasoliittymät, Helsinki Technical University publication Nr. 103). This guideline and its recommendations belong to the pioneer age of motorways, in Finland as in other countries. Some 30 years and more than 100 000 kilometers of motorways later on, the experience gained all over the world can now be expressed concretely as functional requirements.

The two parts, A and B, of this report aim at forming a general guideline on "the motorway as a design element in the traffic network". It is especially based on unsafety and insufficient function studies made in North America in the 90's.

This part of the report focuses on background factors, i.e. general principles of behaviour, functional entities and essential design aspects.

This basic message for design is contained in a short overview of the terminology and hypotheses of human behaviour, and its implications for functional design principles and "standardized" elements.

A chapter on the network and systems level gives guidelines for managing the interaction between traffic network and land use planning to avoid problems later on. On this level, decision-making plays an essential role.

In the actual design guidelines, basic structures and concepts are considered, in order to provide a more logical "working environment" for the driver and thus improve safety and traffic flow.

A short review of traffic theory ends this part, giving a glimpse of a sector in a state of change. This change extends to its basic concepts.

Part B (FinnRA publication 2130008) contains guidelines for the technical design technique of interchanges and also for handling bus traffic, winter maintenance, and landscape aspects.

Alkusanat

Tämä ohje, "Moottoriteiden eritasoliittymät, osa A" tarkastelee pääasiassa kysymystä moottoritie suunnitteluelementtinä verkkotasolla ja eritasoliittymän systeemitason ratkaisua. Moottoritie eritasoliittymineen mukaanluettuna läheinen perusverkko ymmärretään kiinteäksi toiminnalliseksi suunnittelu- ja verkkokokonaisuudeksi. Yhdessä osa A ja aikaisemmin julkaistu osa B muodostavat kattavan ohjeiston moottoritiesuunnittelusta toiminnallisella ja liikenneteknisellä tasolla.

Aihetta lähestytään tarkastelemalla ensin autoilijan odotuksia ja mahdollisuuksia, joista sitten päädytään konkreettisiin ratkaisumalleihin. "Asiakaslähtöisyys" tunnustetaan yleensä yleisellä tasolla. Tässä ohjeessa se on pyritty sisäänrakentamaan ratkaisuihin.

Moottoritie on kansainvälisesti standardoitu liikenneympäristö. Kansalliset eroavuudet koskevat joitakin yksityiskohtia, eivät periaatteita. Näiden ohjeiden tavoitteena on turvallisuus ja riittävä toimivuus, joiden kummankin takana on ihmisen käyttäytyminen ja henkilökohtaiset rajoitukset.

Raportin on laatinut yli-insinööri *Veikko Hakola* tielaitoksen kehittämiskeskuksessa.

Helsingissä joulukuussa 1994

Tielaitos

Kehittämiskeskus

SISÄLTÖ

NORMIN KUVAILULEHTI	3
TIIVISTELMÄ / SAMMANFATTNING / ABSTRACT	5
ALKUSANAT	9
SISÄLLYSLUETTELO	10
1 OHJEEN KÄYTTÖALUE JA LÄHTÖKOHDAT	13
2 YLEISTÄ	14
2.1 Taustatekijät	14
2.1.1 Käyttäytymisperusteet	14
2.1.2 Ajoneuvo, tie ja ihminen	15
2.1.3 Toiminnallinen luotettavuus	15
2.1.4 Ympäristö ja maisema	16
2.2 Toiminnalliset ympäristökokonaisuudet	16
2.2.1 Tiekokonaisuus	16
2.2.2 Liikenneympäristökokonaisuus	17
2.3 Keskeiset suunnitteluperiaatteet	18
2.3.1 Ajosuoritus	18
2.3.2 Vakiodidut toiminnalliset ja fyysiset ratkaisuperiaatteet	19
2.3.3 Fyysiset ratkaisumallit	20
- päätie-ehto	20
- peruskaistamäärä	21
- kaistatasapaino	21
- toiminta-alueet	23
- ramppien keskinäiset haarautumat ja liittymät	24
- näkemät	26
- liittymäpaikka	28
3 SUUNNITTELU	29
3.1 Suunnittelujärjestelmä	29
3.2 Verkkosuunnittelu	30
3.3 Systemisuunnittelu	32
3.3.1 Periaatteet	34
3.3.2 Järjestelmäliittymät	35
3.3.3 Liityntäliittymät	41
3.3.4 Ylitiheän liittymävälilyksynnän ratkaiseminen	47
3.3.5 Moottoritien päätte	49
3.4 Liikenneprosessi	50
3.4.1 Virtateoriat	50
3.4.2 Toimivuustavoitteet	51
3.4.3 Pullonkaula	51
3.4.4 Varausosuus (occupancy) liikenteen kuvaajana	51
3.4.5 Liikenteen tila aikasarjana	53
3.4.6 Välityskyky ja palvelutaso	54
3.4.7 Kysyntä ja tarjonta	55

3.5	Liikenteellinen mitoitus	56
3.5.1	Toiminnallinen yleistavoite	56
3.5.2	Liittymis- ja erkanemialueen välityskyky	56
3.5.3	Liittymis- ja erkanemialueiden palvelutaso	58
3.5.4	Rampin sisäinen kapasiteetti	59
3.5.5	Sekoittumisalueet	60
3.6	Liikenteen hallinta	60
3.6.1	Toiminnallinen tehokkuus	60
3.6.2	Ramppiohjaus	61
3.6.3	Korkeakuormitusajoneuvojen ajoradat ja -kaistat	62
3.7	Yleissuunnittelu	63
3.8	Detaljisuunnittelu	63
	LÄHTEET	64

1 OHJEEN KÄYTTÖALUE JA LÄHTÖKOHDAT

Tämä ohje on tarkoitettu moottoriteiden ja niiden eritasoliittymien suunnitteluun. Sitä voidaan soveltaen käyttää myös muiden vastaavalla toimintaperiaatteella ratkaistujen nopeiden korkeakuormitusväylien suunnittelussa.

Moottoriliikennetiet ovat verkollisen käsittelyn suhteen valtakunnanverkon maaseututyyppejä pitkin liittymäväleinen. Ne luokitellaan näiden moottoriteiden ensimmäiseksi rakennusvaiheeksi. Moottoriteitä koskevaa verkkotason yleisohjeistoa voidaan soveltaa moottoriliikenneteihin, ellei toisin mainita.

Tämä moottoriteitä koskeva ohjeiston jakso käsittelee moottoriteiden suunnittelun yleistä ja tärkeintä problematiikkaa, verkkotason ratkaisuja. Yleispiirteisen maankäytön suunnittelu edellyttää moottoriteiden toiminnallisen ja fyysisen suunnittelun kytkentää ja hallintaa, jotta vältetään myöhemmissä suunnitteluvaiheissa kalliit, huonot ja toimivuus-/turvallisuuskriteereiden kannalta vaikeasti korjattavat ratkaisut. Hyvien suunnitteluperiaatteiden käytöstä tulee varmistua läpi prosessin.

Vähäliikenteisten ja/tai hitaampien teiden suunnitteluproblematiikkaa voidaan usein tarkastella 2-3 ajoneuvon välisenä ongelmana. Moottoriteillä on aina kyse ajoneuvolautasta, jossa vallitsevat perinteiset massavaikutukset kuten jatkuvuus ja hitaus. Myös autoilija virittäytyy tähän, lähiympäristön ajoneuvojen suhteen lähes staattiseen tilaan. Suunnitteluohjeiden tulee vastata näihin haasteisiin.

Moottoriteiden opastusjärjestelmä vaikuttaa verkko- ja väyläsuunnittelun ratkaisuihin. Ohjeet on julkaisussa **Viitoitus TIEL 2130007**, osa 3C.

Aikaisemmin julkaistu ohje, TIEL 2130008 muodostaa tämän ohjeen kanssa kokonaisuuden. Liittymis- ja erkanemisrakenteiden detaljisuunnittelu tapahtuu siinä olevien ohjeiden mukaan.

2 YLEISTÄ

2.1 Taustatekijät

2.1.1 Käyttäytymisperusteet

ODOTUKSET

Liikenteellisiin periaateratkaisuihin tulee sisällyttää jo lähtökohtana inhimilliset tekijät (human factors). Ratkaisua ei voi koota palapelinä erillisistä osasista ja pelkästään teknisten (raja)arvojen varassa ja laskelmin.

Ajokäyttäytymiseen vaikuttavat:

- ennakko-odotukset (a priori-), jotka ovat syntyneet koulutuksen, kokemuksen ja kulttuurin kautta, yleensä jo nuoruusvuosina ja
- tilanne odotukset (ad hoc-), jotka perustuvat kulloiseenkin näköhavaintoon, sen hahmottamiseen ja ymmärtämiseen.

Edelliset ovat elinaikaisia ja sitä vahvemmat, mitä vakioidummin ratkaisut on ajajan kokemuspöirissä (maassa) tehty. Näiden varassa syntyy erheetön, turvallinen ja tehokas liikennekäyttäytyminen. Tilanneodotukset toimivat oudossa ympäristössä, jossa myös edellinen koettu ratkaisu aiheuttaa odotuksia. Havaittavan ymmärtäminen ja annetun informaation, esimerkiksi opastuksen, tulee ilmaisultaan olla kulloisestakin ratkaisusta kertovaa ja sitä ajosuorituksen kannalta kuvaavaa.

Eritasoliittymään sovellettuna odotukset johtavat tiukasti standardoituihin toiminta-alue-elementteihin. Eritasoliittymät voivat siitä, huolimatta kokonaisuutena olla hyvinkin erilaisia. Käyttäjälähtöinen suunnittelu on keskeinen suunnitteluperiaate. Sen vastaiset suunnitteluratkaisut ovat osoittautuneet huonosti toimiviksi. Esimerkkinä poikkeamasta odotuksia vastaan on erkanemisen järjestäminen vasemmalta. Tämä onkin yhä yleisemmin kokonaan kielletty ratkaisu maailmalla. Vasemmalta liittymistä on jo pitkään pidetty mahdottona.

Paitsi ihmisten luonteenpiirteiden ja luontaisten kykyjen erilaisuus, on muistettava myös ikääntyneiden ajajien erityisongelmat.

MUISTI

Muistin kaksijakoinen toimintatapa, lyhyt- ja kestonmuisti, on olennainen informaation "perille menon" kannalta. Edellinen säilyttää informaatiota 30 s:sta muutamaan minuuttiin. Eri informaatioita voi mahtua yhtäaikaan 5 - 9 kappaletta. Tarpeeton, toistamaton ja prosessoimaton informaatio häviää jälkiä jättämättä. Näillä seikoilla on merkitystä mm. opastusjärjestelmän suunnittelussa.

2.1.2 Ajoneuvo, tie ja ihminen

Eritasoliittymän suunnittelussa tulee ottaa huomioon ajosuorituksiin liittyvät ja vaikuttavat voimat:

- keskipakovoima
- hitausvoima
- painovoima
- kitkavoima

Detaljitason elementtimitoitus (osa B) perustuu näihin näkökohtiin.

Aäriarvojen käyttö ei kuulu hyvään suunnittelutapaan. Ratkaisujen tulee perustua turvallisuustekijöiden lisäksi myös miellyttävän ajosuorituksen (comfort), esimerkiksi jarrutus ja sivukiihtyvyys, tekemiseen mahdolliseksi. Nämä tavoitteet ovat yleensä yhdensuuntaisia turvallisuuden kanssa.

Merkittävä tekijä on ihmisen informaation vastaanottokyky sinänsä sekä aika, joka kuluu informaation prosessointiin, päätöksiin ja ajosuorituksen alkamiseen. Ohjeena pidetään noin 9 s väliaikaa peräkkäisille käskyille ja toiminta-alueille, joissa kulloinkin saa olla vain kaksi mahdollisuutta kerrallaan.

2.1.3 Toiminnallinen luotettavuus

Päätieverkon toiminnallisuuden suunnitteluperuste on **luotettavuus** eli ratkaisun ominaistason (matkanopeus, häiriöttömyys, turvallisuustaso) mukainen toiminta kaikissa normaaleissa kysyntätilanteissa. Moottoritiet ovat tässä suhteessa vaikutuksiltaan, sekä alueellisesti että liikenteen absoluuttisen/suhteellisen osuuden ja verkollisen keskeisyyden kannalta, merkityksellisimmät.

Verkkoratkaisuilla, joihin kuuluvat moottoritien sijainti- ja liittymien sijoittamisvaihtoehdot, voidaan liikennevirtoja valita ja karsia. Näin parannetaan liikenteen toimintaedellytyksiä, joilla ymmärretään tässä kysynnän tasapainottamista ja liikennevirtojen hierarkista jäsentymistä.

Moottoriteillä on muita teitä parempi mahdollisuus hallita ylikysynnästä-johtuva tungostuminen, koska järjestelmän (tien) syöttöä voidaan tarvittaessa säädellä **ramppiohjauksella**. Tämän edellytyksenä on kuitenkin tyydyttävän tasoisen ja eheän perusverkon säilyttäminen verkkosuunnittelussa.

Normaalikysyntätilanteessa on moottoritien häiriötön toiminta taattava **systemiratkaisu**in tai **ohjaustoimenpitein** niin, että liikenteen siirtymismahdollisuus perusverkkoon on riittävä eikä moottoritien ajoradalle ulotu iskualueita tai jonotusta.

2.1.4 Ympäristö ja maisema

Sijotusympäristö ei vaikuta moottoriteiden ja niiden eritasoliittymien toimintaperiaatteisiin, koska moottoriväylän perusluonne ja liikenteelliset edut Juontuvat juuri toiminnallisesta irrottamisesta lähiympäristöstään, erotuksena tavanomaisiin liikenneväyliin. Sijotusympäristö vaikuttaa sen sijaan jonkin verran ratkaisujen "vapauteen" ja "mittakaavaan" pakkopisteiden ja tilankäytön vaikutuksesta. Taitorakenteiden lisätyllä käyttämisellä voidaan supistaa tilantarvetta taajamissa. Tilaongelmaa ei tule ratkaista liikenteen toiminta-alueita supistamalla. Ympäristönsuojelullisten toimenpiteiden periaatteet sisällytetään ensimmäisiin sijotus- ja ratkaisuluonnoksiin.

2.2 Toiminnalliset ympäristökokonaisuudet

2.2.1 Tiekokonaisuus

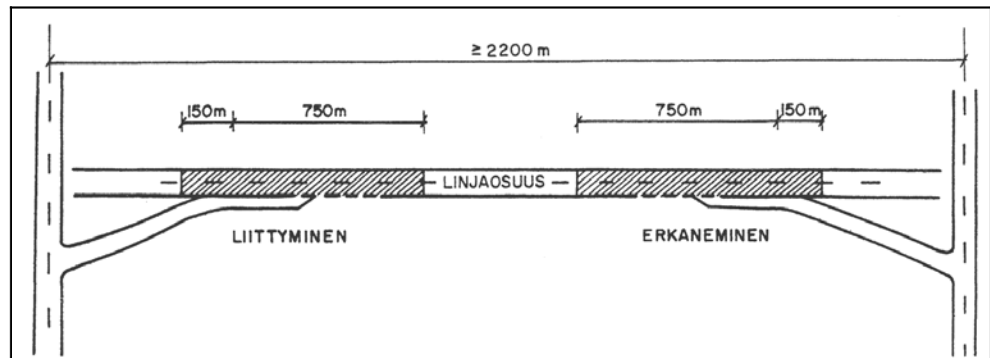
Moottoritie ja sen eritasoliittymät muodostavat toiminnallisesti ja fyysisesti tarkasti määritellyn kokonaisuuden (functional class). **Toiminto** (function) tarkoittaa yleisesti **väylätasolla** tapahtuvia, sallittuja tai mahdollisia, ajosuorituksia ja liikkujakohtaisia rajoituksia. Nämä kulloinkin mahdollistava fyysinen suunnitteluelementti on **tietyyppi** (facility type).

Keskeinen moottoriteiden erikoispiirre sen lisäksi, että liikennöinti on sallittu vain moottoriajoneuvoilla, on harvoin eritasoliittymiin rajattu liityntämahdollisuus ja muiden maankäyttöyhteyksien kieltö. Nämä ominaisuudet ovat kansainvälisesti moottoritien merkin käyttöön sidottuja. Ne, nostavat moottoritien käytön suunnitteluelementtinä verkkosuunnittelun tasolle ja edellyttävät maankäyttösuunnittelun kanssa yhteensovitusta.

Luokitukseltaan alemmilla väylillä tarvitaan myöskin tyyppitykset. Näissä ei kuitenkaan ole yleensä moniakaan ehdottomia määrityksiä. Käytännön verkko- ja maankäyttösuunnittelussa tarvitaan kaikkien luokkien toimintokuvaus ja näistä johdettu tietyyppin fyysiset ominaispiirteet kokoava kuvaus ("facility"-kuvaus).

Eritasoliittymä vaikuttaa moottoritien liikenteeseen (toimintaan) noin 900 m:n matkalla kutakin erkanemis-liittymisalueita kohti. *Kuva 1*. Olettaen nokan ja rampin yhteispituudeksi 350 m, syntyy toiminnallisesti puhdas linjaosuus vasta kun siltaetäisyys on ≥ 2200 m. Tätä lyhyemmällä väleillä syntyy moottoritiele

- **sekoittumisalue**, jonka toivottavuus ja vaikutuksen määrä riippuu moottoritien verkkohierarkiasta, liikennevirroista ja kokonaisuormituksesta.
- **normaaliopastuksesta** poikkeamia. Opastuskriteeri on sekoittumislaskelmia tiukempi ja tärkeämpi.



Kuva 1: Eritasoliittymän vaikutusalue

2.2.2 Liikenneympäristökokonaisuus

Eritasoliittymä on yleensä kahden hyvinkin erilaisen liikenneympäristön, moottoritien ja perusverkon välinen vaihettumisalue, joka ei ole pelkästään fyysinen. Sen tarkoitus on myös antaa tarpeellinen aika ajajalle sopeutua uuteen liikenneympäristöön. Moottoritien typologinen (*) käsittely on selkeä, johdonmukainen ja ympäristöstä riippumaton.

Sen sijaan perusverkossa on samaan verkkokäyttöön runsaasti toisistaan poikkeavia typologisia ratkaisumahdollisuuksia, esim. **päätie- ja pääkatu-
kaisu**t, joilla on mahdollista vaihtelevat liittymien toiminnalliset käsittelyt, ajoratojen lukumäärä, nopeustaso ja liikenteen erottelu. Sekundaaritien (liitettävän tien) johdonmukainen kokonaisuus niin fyysisesti kuin toiminnallisesti on säilytettävä myös ramppien muodostamalla liittymäalueella.

Erotetaan toiminnallisesti kaksi selvästi toisistaan eroavaa eritasoliittymätyyppiä:

- järjestelmäliittymä yhdistää kahta moottoriväylää tavalla, jossa noudatetaan moottoriväylän toiminnallisia periaateratkaisuja ja liikennesääntöjä.
- liityntäliittymä, jossa perusverkko kytketään moottoritiehen.

Järjestelmäliittymätyyppiä käytetään myös, kun jatkuvan ajoneuvoliikenteen periaatteella toimiva kaksiajoratainen nopea päätie ja moottoritie kytketään toisiinsa.

(*) Typologia kuvaa tieluokan ja ohjeistaa (esim. moottoriväylät, pääkatu jne) erilaisiin ympäristö-, kysyntä ja toimivuustavoitteisiin sovitettuja teknisiä perusratkaisuja (esim. moottoriliikennetie, 6-kaistainen kaupunkimoottoritie, keskustan kauppakatu), tietyyppejä.

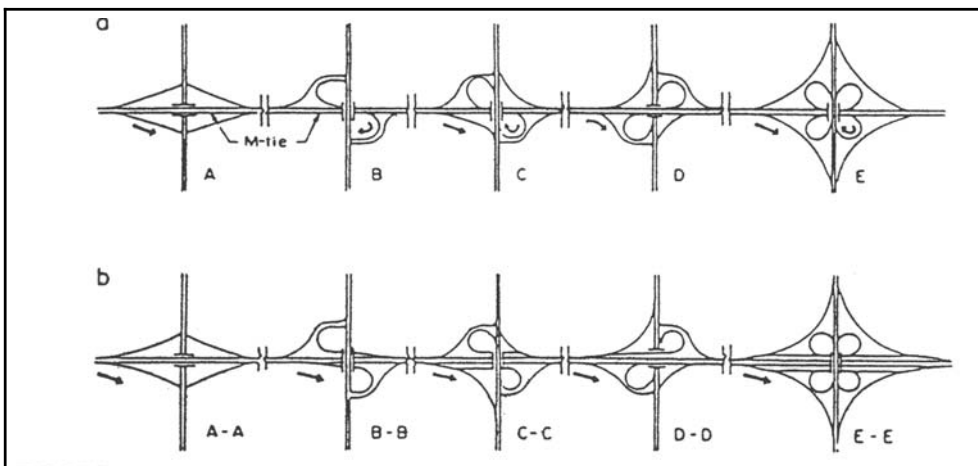
2.3 Keskeiset suunnitteluperiaatteet

2.3.1 Ajosuoritus

Ajosuoritus voidaan jäsentää seuraavasti:

- ajoneuvon laitteiden hallinta (Control)
- turvallisen nopeuden ja ajolinjan hallinta (Guidance)
- reitin suunnittelu ja opastusten hyväksikäyttö (Navigation)

Ajosuoritusta tukee yhdenmukaisuus, joka tarkoittaa **toiminnallista yhdenmukaisuutta** (perusratkaisu ja ajodynaaminen mitoitus). Tämä perustuu tosiasiassa, jonka mukaan autoilija odottaa suoriutuvansa samanlaisin ajomanöverein erityyppisissäkin eritasoliittymissä. Tyypillinen yksityiskohta on erkanemisenokan sijoittaminen ennen risteysaitaa kaikissa liittymissä. Ylimenevä risteysaita on paras erkanemisen paikantaja.



Eritasoliittymien johdonmukaisuus
a) Epäjohdonmukainen
b) Johdonmukainen

Kuva 2: Toiminnallinen ja fyysinen johdonmukaisuus

Riittävä havainnointiaika ja havaitun oikea ymmärtäminen, selkeä päätöksentekotilanne ja mahdollisuus hätäilemättömään ajosuoritukseen ovat keskeisiä näkökohtia pyrittäessä turvalliseen ja sujuvaan toimintaan. Moottoriteliikenteessä ei ole nopeus- ja kuormitusilanteesta johtuen aikaa epäröintiin. Yleisimpiä toimintaerehdysten syitä ovat:

- ajajan odotusten vastainen ratkaisu (**tärkein**)
- **ajosuoritustehtävien** liikamäärä ja päätöksenteon tarpeet
- epätavalliset ajosuoritustarpeet
- huonot (pätöksentekoko)näkemät
- puutteellinen tai sekava (tarpeeton, vakioinfor toisto) opastus.

2.3.2 Vakioidut toiminnalliset ja fyysiset ratkaisuperiaatteet

Turvallisuuden ja tehokkuuden takaaminen sekä käyttäjäläheinen suunnittelu edellyttävät seuraavien sääntöjen noudattamista. Eräät niistä ovat **ehdotto-****mia**, useimmat normaaliin **hyvään suunnittelutapaan** kuuluvia. Hyvä suunnittelutapa sisältää kokemuksen ja moniulotteisemman kuin pelkän teknisen ja irrallisen laskennallisen lähestymisen probleemaan.

Liikenteen tasainen virtaaminen ja häiriöiden välttäminen ovat keinoja turvalliseseen ja tehokkaaseen liikenteeseen. Keskeistä tässä on johdonmukainen, vain oikean reunan käyttäminen erkanemiseen ja liittymiseen. Myös poikkileikkauksen toiminnan tarkastelu ja mitoittaminen kokonaisliikennemäärän vaihtelujen (liittymien väliset alueet) mukaan on toiminnalliselta kannalta väärä menettely. Kriteerit voidaan ryhmitellä seuraavasti:

JÄRJESTELMÄKRITERIT

- **päätie-ehto (reitin jatkuvuus)** on voimassa
- päätiellä on **peruskaistamäärä** läpi eritasoliittymäalueen
- liittyminen ja erkaneminen ratkaistaan ylläpitäen **kaistatasapaino**
- ajoradan peruspoikkileikkauksen sekä rampin pituuteen tai nousuun perustuva **lisäkaista** lisätään vasemmalle ja poistetaan vasemmalta.

LIITTYMÄN TYYPPI

- käytetään verkkoyhteyksien edellyttämää **päätyyppiä**. Yksittäiset eritasoliittymät suunnitellaan liikenneteknisesti selkein ja maassa yhtenäisin perustein tavoitteena **yleinen homogeenisuus**. Tiejaksolla pyritään riittävään **samankaltaisuuteen**.
- toiminnallinen ratkaisu, **systemikaavio** (kts 3.3), muotoillaan siten, että moottoritien pääajoradalle **ei** muodostu **sekoittumisaluetta** (poikkeuksena M_D. Merkintä: ks. verkkosuunnittelu, 3.2).

TOIMINNALLINEN YHDENMUKAISUUS

- pääajoradalla **liittyminen ja erkaneminen** tapahtuvat oikealla reunalla (**ehdoton sääntö**). Sääntö koskee myös liittymän sisäisiä ramppien välisiä liittymisiä.
- **nopeudenmuutosalueet** mitoitetaan yhtenäisin perustein ja normaaliajotavan salliviksi
- eritasoliittymässä saa olla päätiellä ajosuunnassa vain **yksi erkanemisalue**
- **erkanemisnokka** sijoitetaan ennen (pääsääntöisesti moottoritien ylittävää) risteyssiltaa

- **opastus** pelkistetään. Vain ajosuoritusta (poistuminen tieltä, ajo-kaistan valinta) edellyttävä informaatio on tärkeää, ei pysyvän/ jatkuvan tilan tiedottaminen toistuvasti.

MUITA VAIKUTTAVIA NÄKÖKOHTIA

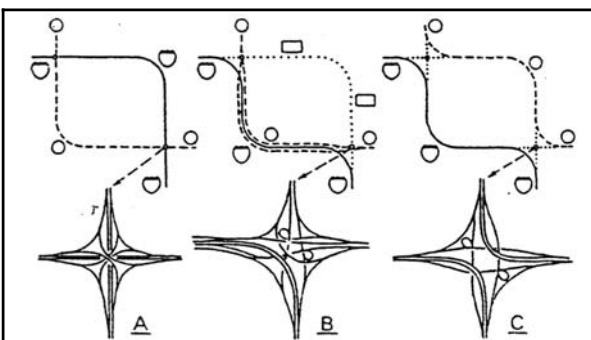
- **päätöksentekonäkemää** käytetään toimivan liikenteen toiminta-alueiden mitoituskriteerinä
- **liittymisrakenteiden** pituuden riittävyys nopeudenlisästarpeisiin varmistetaan
- eritasoliittymien **välimatkat** moottoritiellä ja ramppien **keskinäiset liittymiset ja haarautumat** ovat keskeisiä liikenteen toiminnallisten ominaisuuksien kannalta
- **monivalintatilanteet** ovat sopimattomia myös liittymän sisäisissä ratkaisuissa
- **risteilysuhde** pyritään toiminnallisista ja ympäristöllisistä syistä ratkaisemaan pääsääntöisesti päätie alittavana
- **liittymisalue** ei saa olla kiilamainen myöskään ramppien keskinäisissä liittymisissä
- liittyvien kaistojen lukumäärää vähennetään periaatteella **liittymisen oikealta**
- rampit ovat koko pituudeltaan **yksisuuntaisia** ajoratoja.

2.3.3 Fyysiset ratkaisumallit

PÄÄTIE-EHTO

Moottoriteiden keskinäiset alistussuhteet (pääreitti, liittyvä/erkaneva reitti) tulisi määrittää valtakunnantason tavoiteverkossa, jossa reitit muodostetaan ja niille annetaan tunnus, "nimi-numero". Pitäytyminen perinteisissä pitkissä valtatienumeroinnissa (reiteissä) saattaa johtaa ristiriitaan tämän ehdon kanssa. Lyhytmatkainen päällekkäisnumerointi voi pistäytyä "Reitillä".

Reitin jatkuvuusperiaatetta konkretisoivat oheiset asian korostamiseksi ruutuverkkoon sijoitetut vaihtoehdot. Kuva 3. Kaavion B verkkokuva osoittaa pääreitin ja päällekkäisnumeroinnin (reittikiilpiert) käytön.



Kuva 3: Reitien jatkuvuus /1/

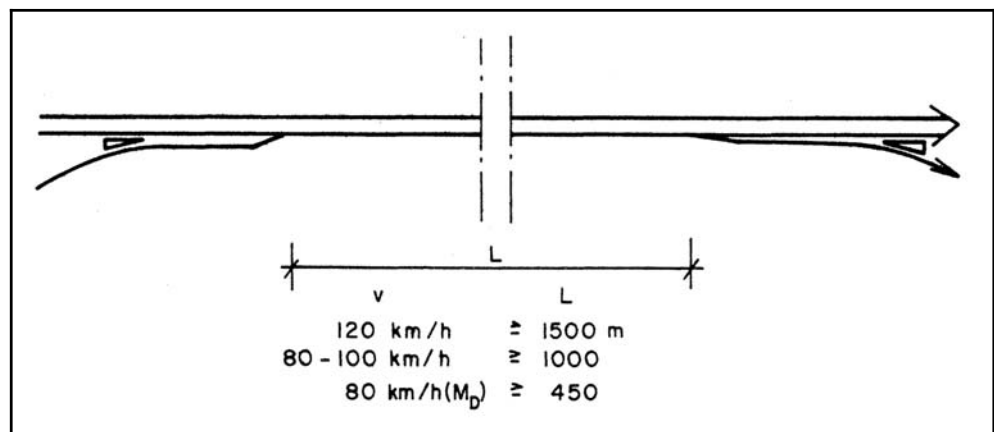
PERUSKAISTAMÄÄRÄ

Nopeiden väylien, kuten moottoriteiden luonteeseen sisältyy vakiopoikkileikkaus (kaistojen määrä) pitkäköllä tiejaksolla. Ajorata on siten joko 2- tai 3- (≤ 4) kaistainen perustyyppiltään eikä tähän vaikuta kysynnän paikallinen (liittymäväli tai useampi) alentuminen.

Peruskaistojen määrää voidaan yleensä vähentää vain järjestelmäliittymisissä, joissa muodostetaan jatkuva (≥ 2 kaistaa) ja erkaneva ajorata (2 kaistaa). Soveltaen kuva 5. Peruskaistoja saa vähentää vain yhden kerrallaan. Opastuksen ja tiemerkinntöjen koordinoitu käyttö kaistojen muodostamisessa on esitetty ao. tielaitoksen ohjeissa.

Linjaosuudelle sijoitettava tien peruspoikkileikkauksen muutos (3 -> 2) tapahtuu poistamalla vasen kaista. Kaistan vähentäminen sijoitetaan suoralle tai loivasti oikealle kaartuvalle tieosalle ajokaistaopastein ja tiemerkinnoin osoitettuna. Järjestelyn opastuspituus on 1,0 - 1,5 m, tekninen pituus on n. 300 m.

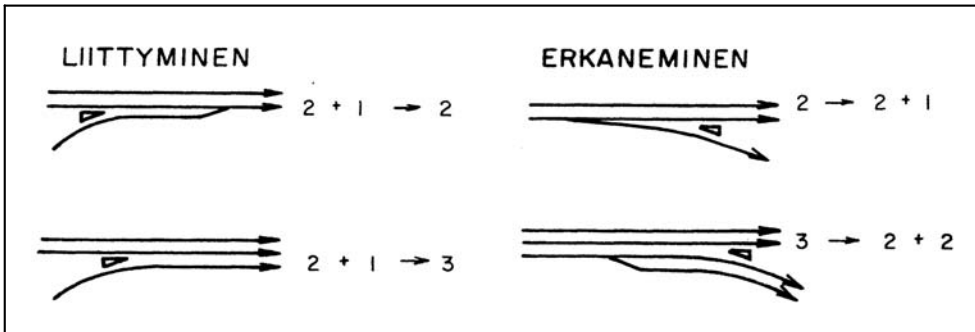
Liittymäväli vaikuttaa peruskaistamäärän riittämiseen. *Kuvan 4* mittoja lyhyemmällä väleillä joudutaan lisäkaistaan ja erityiseen kaistatasapainon järjestämiseen. Ratkaisutapoja tarkastellaan jäljempänä.



Kuva 4: Peruskaistaratkaisu

KAISTATASAPAINO

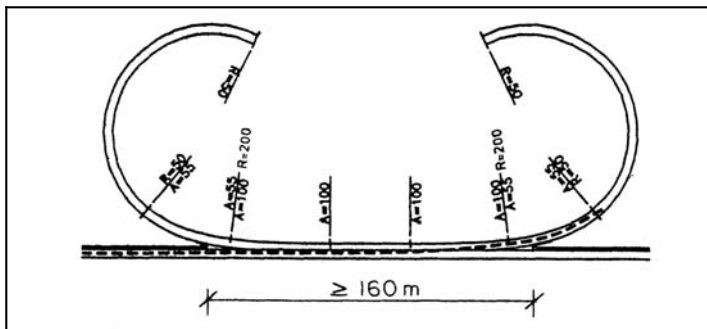
Kaistatasapainolla aikaansaadaan yllätyksetön ja yksinkertaisesti opastettavissa oleva ajotila. Kaistojen lukumäärän muutokset noudattavat perusratkaisuna *kuvan 5* sääntöjä.



Kuva 5: Kaistatasapaino

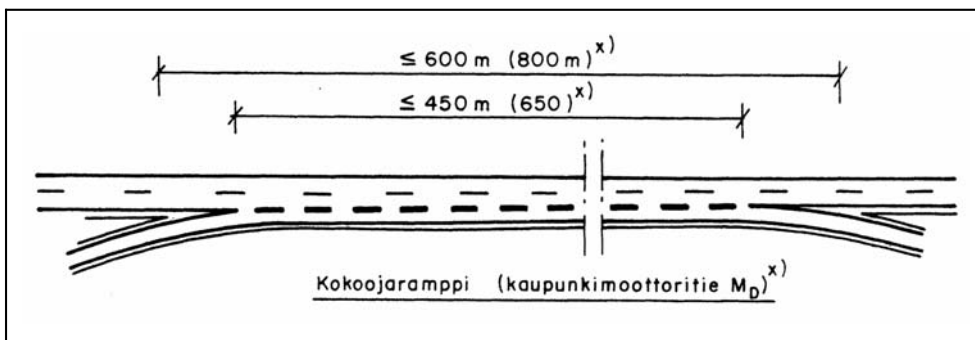
Yleisestä kaistatasapainosäännöstä poiketen voidaan ratkaista seuraavat tapaukset:

- 1) peräkkäiset liittymis- ja erkanemissilmukkarampit (neliapila) aiheuttavat aina kokoojarampin käytön ja normaalimenettelystä poikkeavaa liittymis- ja erkanemisalueen geometriaa, jonka tulee sisällään mahdollistaa tyydyttävä ajodynaaminen ajoura. Kuva 6.



Kuva 6: Neliapilan silmukat kokoojarampilla

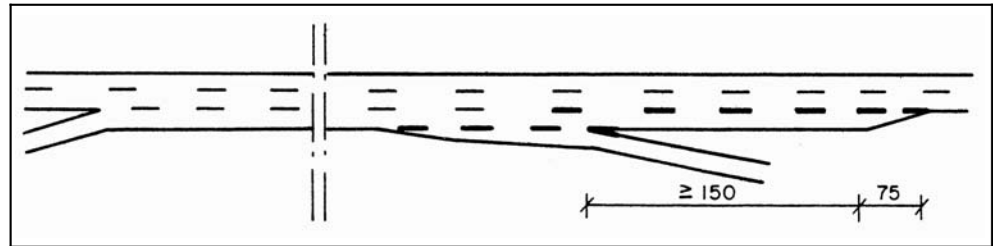
- 2) lähekkäiset liittymis- ja erkanemisalueet voidaan kokoojarampilla ja kaupunkimoottoritie M_D yksinkertaisesti yhdistää lisäkaistaksi, jos erkanemispöytä näkyy kaistan alusta. Nokkavälin yläraja on tällöin noin 600 m (M_D 800 m). Kuva 7.



Kuva 7: Lisäkaistan käyttö

- 3) lyhyt lisäkaista, jonka loppupää ei näy (kaarevuus, pituus) tai jonka lopettaminen erkanevaan ramppiin ei reunan kuormitussyistä ole mahdollista, voidaan taajamaverkoissa (M_c ja M_d) lopettaa päätöksentekonäkemän sallimassa paikassa, liittymäkokonaisuuteen liittyvänä ratkaisuna, lisäkaistan jatketta käyttämällä (recovery lane).

Kuva 8.

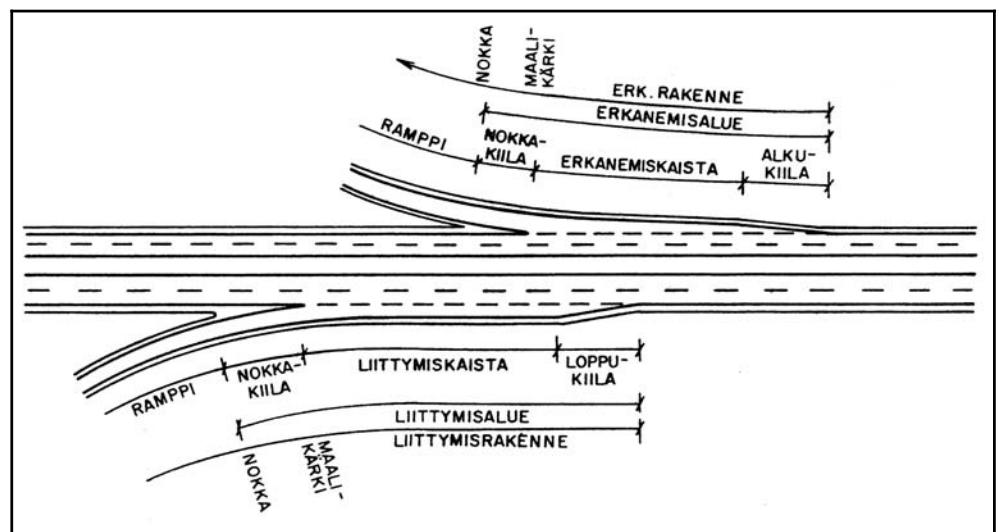


Kuva 8: Lisäkaistat ja kaistatasapaino

TOIMINTA-ALUEET

Eritasoliittymien suunnittelussa yhdenmukaisuus tarkoittaa **toiminnallista yhdenmukaisuutta**. Toiminnallisuus on sisällytetty systeemitason ohjeisiin, opastusohjeisiin ja detaljitason geometrisiin suunnitteluohjeisiin.

Tärkein toiminnallisesti ja siten myös geometrisesti vakioitava (ajodynaaminen) toiminta-alue on erkanemis- ja liittymisrakenteet. Kuva 9. Mitoitusperusteet on esitetty ohjeessa TIEL 2130008. Ajodynaamisena lähtökohdiana on henkilöautojen nopeudenmuutoksen sijoittuminen ramppille. Hieman tästä poikkeava menettely koskee liittyvää silmukkaramppia.



Kuva 9: Erkanemis- ja liittymisrakenteet

Toiminta-alueilla tapahtuu sekä kaarevuudenmuutoksia että nopeudenmuutoksia. Edelliset hoidetaan riittäväillä siirtymäkaariosuuksilla, jälkimmäiset riittävän pitkillä nopeudenmuutosalueilla.

Kiihtyvyyden perusarvo henkilöautoille on 1,0 m/s². Miellyttävän ja yleisesti vielä mahdollisen jarrutuksen yläraja on noin 3,0 m/s². Hidastuvuudelle käytetään seuraavia alkunopeuden (sallittu nopeus km/h) mukaan porrastettuja arvoja:

Taulukko 1: Hidastuvuuden arvot

v (km/h)	r (m/s ²)
120	3,00
100	2,25
80	1,50

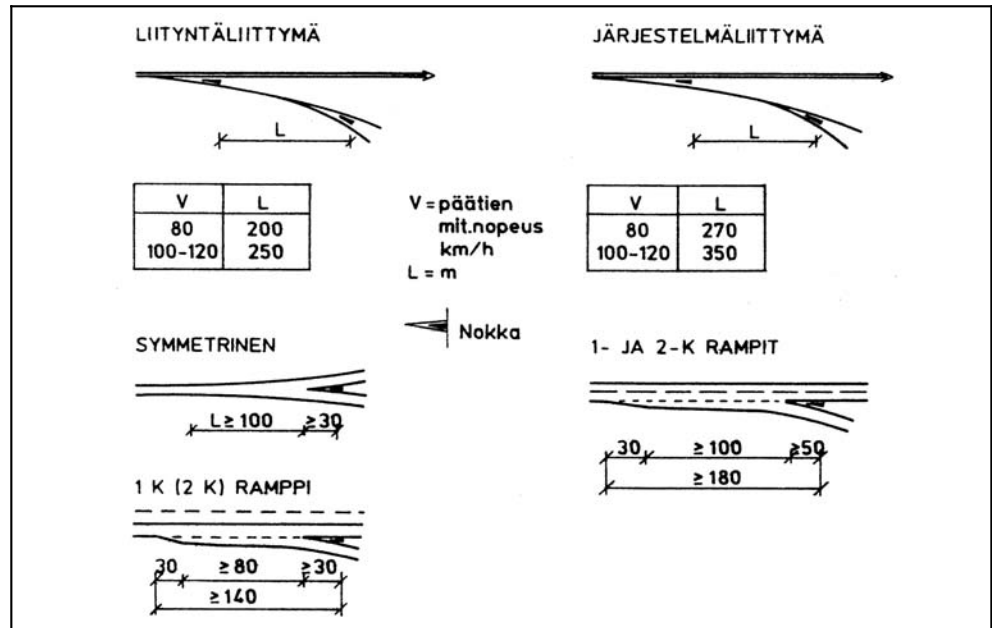
RAMPPIEN KESKINÄISET HAARAUTUMAT JA LIITTYMÄT

Haarautumat

Yhden erkanemisen periaate aiheuttaa perusliittymää (4 ramppia) kehittyneemmissä eritasoliittymissä liittymän sisäisiä ramppien haarautumia. Suunnitteluperusteita ovat:

- erkanemismokkien välimatka: Opastus, ajosuoritus
- kaistojen muodostamisperiaate: Voidaan käyttää sekä symmetristä (nopeustasot samanlaiset) tai erkanemisaluetta oikealle/vasemmalle (nopeustaso ja geometria jatkossa alemmat). Erkanemis- ja liittymisalueiden yleisohjeita sovelletaan nopeustasoon sovitettuna (50 - 70 % mitoitustaso)
- nopeustaso: Riippuu systeemikaaviosta. Mitoitusnopeudelle tulee antaa ymmärrettävä taso ja kohtuulliselle hidastamiselle riittävä matka. Nopeustaso lähemmin: osa B Rampit.
- ajoratojen luonne: Rampin haarautuminen sekundaaritien ajosuuntiin (myös symmetrinen), linja-autopysäkkiyhteys (myös symmetrinen), 2-kaistaiselta ajoradalta irroittaminen (vain erkanemisalue).

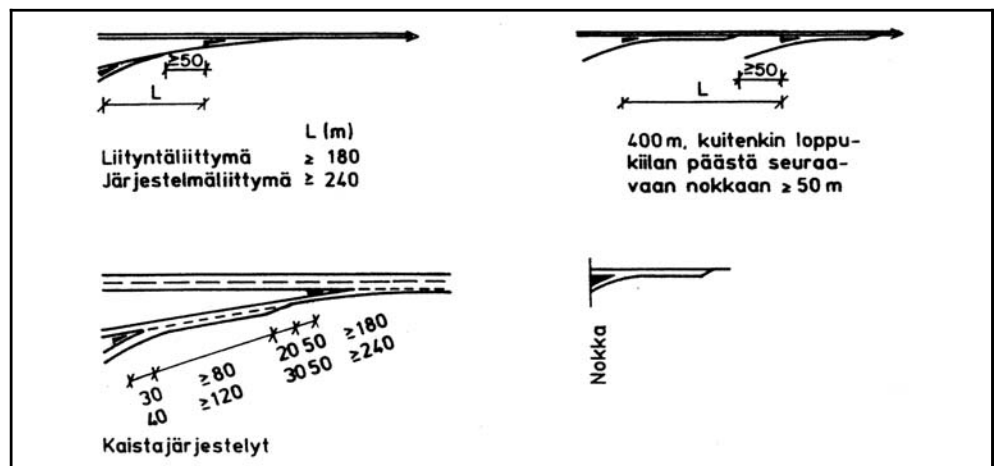
Ratkaisujen tulee olla loogisia, havaittavia ja opastettavia.



Kuva 10: Peräkkäiset haarautumiset rampeilla

Ramppien peräkkäiset ja keskinäiset liittymiset

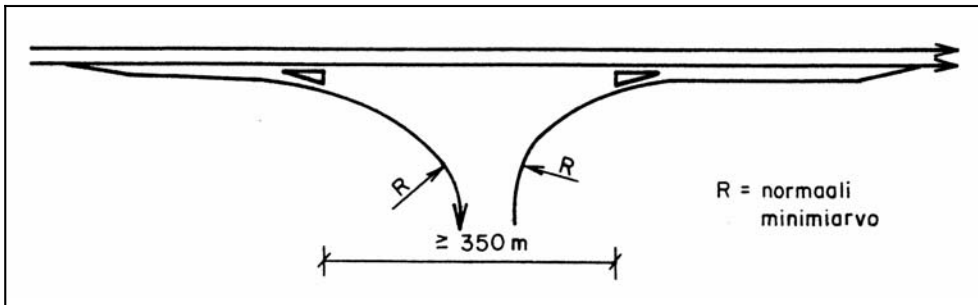
- peräkkäisiä liittymisalueita voidaan tehdä sekä päätiehen että rampeille siten, että edellisen liittymisalueen loppukiilan ja seuraavan nokan väli on ≥ 50 m. Moottoritiellä nokkien väli on siten ≥ 400 m, kuitenkin sellainen, että liittymisrampit tunnistetaan kuuluvaksi aina johonkin eritasoliittymäkokonaisuuteen eikä irrallisia häiriökohtia tielinjalle muodosteta. Rampeilla välimatka on $\geq 180/240$ m liittymän perustyyppistä riippuen
- ramppien liittäminen toisiinsa ratkaistaan, ellei tuleva kaistamäärä summaudu, aina normaalimuotoisena liittymisalueena, periaatteella liittyminen oikealta. Liittymiskaistan ja nokkakiilan pituutena voidaan rampeilla käyttää arvoa 0,6 - 1,0 normaaliarvo.



Kuva 11: Peräkkäiset liittymiset

Peräkkäinen erkanemis- ja liittymisramppi

Erkanemis- ja liittymisalueiden standardoitu geometrinen ratkaisu tuottaa tälle yksityiskohdalle, liittymän sisäpituudelle minimimitan *kuvan 12* mukaan. Suuruusluokkakäsitys tärkeä systeemikaavion luonnostelussa.



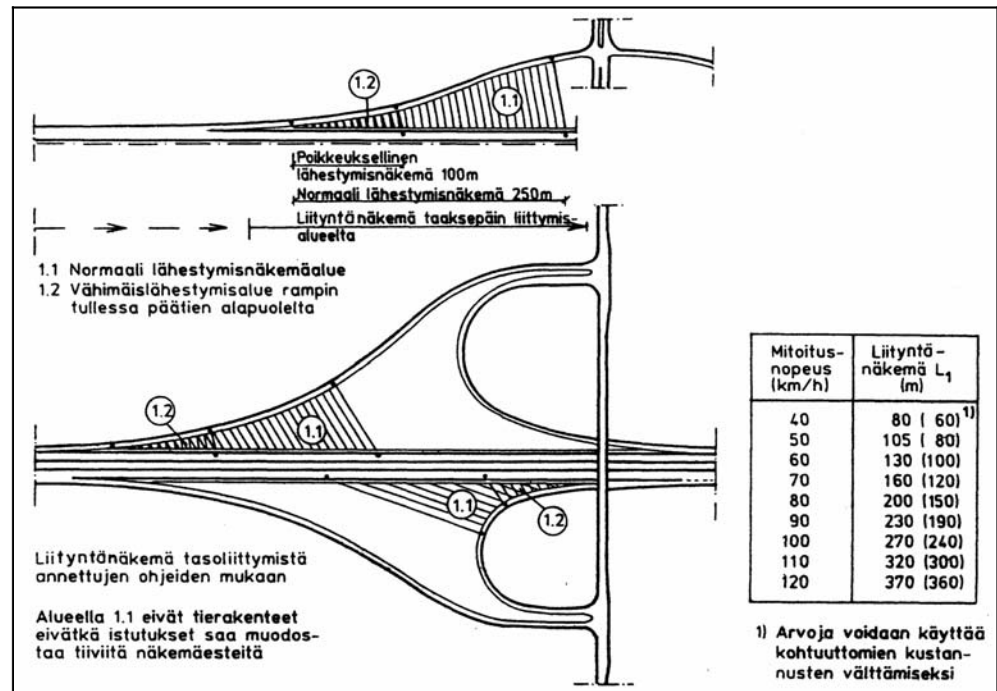
Kuva 12: Liittymän sisäpituus

NÄKEMÄT

Turvallisuuskäyttö edellyttää, että eritasoliittymän ajoradoilla tulee olla joka kohdassa ajonopeuteen sovitettu pysähtymisnäkemä tästä erikseen annettujen ohjeiden mukaan. Nopeusprofiilin käyttöä suositellaan varmistukseksi.

Toimivuuskäyttö edellyttää, että päätöksentekonäkemä ja liittymän sisäiset muut toiminnalliset näkemäalueet on varmistettu.

- **päätöksentekonäkemä** tarkoittaa sitä etäisyyttä, joita ajoneuvon kuljettajan on nähtävä tienpinta kohtiin, joissa edellytetään ajokais-tan valintaa ja ajosuoritusta tai käytettävän kaistan loppuessa on siirryttävä ajosuunnassa jatkuvalla kaistalle
- **lähestymisnäkemä** liittymisaluetta lähestyttäessä esteistä vapaa alue päätien liikenteen tarkkailua varten
- **liityntänäkemä** liittymisalueen matkalla liikuttaessa näkemä taaksepäin. Pituus määräytyy tasoliittymistä annettujen ohjeiden mukaan.



Kuva 13: Eritasoliittymän näkemät

Kaikki toiminnalliset näkemät mitataan tien pintaan. Päätöksentekonäkemä ulotetaan erkanemisessa rampilla tämän lisäksi 50 m ohi nokan. Liittymiskaistan loppukiilan näkyminen varmistetaan päätöksentekonäkemällä (v = mitoitusnopeus, kuitenkin maks. 100 km/h). Päätöksentekonäkemä vaikuttaa voimakkaasti **liittymäpaikaksi hyväksyttävän tienpaikan pituusleikkauksen muotoon**. Näkemät ja niitä vastaavat kuperat pyörityssäteet ovat *taulukon 2* mukaiset:

Taulukko 2: Päätöksentekonäkemät ja vastaavat pyörityssäteet

Päätöksentekonäkemä		Näkemää vastaava kupera pyörityssäde (m) (estekorkeus 0.0 m)
Mitoitusnopeus (km/h)	Näkemä 1) (m)	
70	200 ... 270	18000 ... 33000
80	230 ... 310	24000 ... 44000
90	280 ... 360	35000 ... 59000
100	300 ... 390	40000 ... 69000
110	330 ... 430	50000 ... 84000
120	360 ... 470	59000 ... 100000

1) Alemmat lukuarvot soveltuvat tavanomaisten ratkaisujen havainto- ja päätöksentekotilanteisiin.

LIITTYMÄPAIKKA

Eritasoliittymän paikka ja tiegeometria suunnitellaan vuorovaikutteisesti yhtenä kokonaisuutena. Eritasoliittymä asettaa päätien **vaakageometrialle** taulukon 3 mukaiset minimiehdot:

Taulukko 3: Päätien kaarresäteet (m) vapaalla tieosuudella sekä erkanemis- ja liittymisalueilla

Päätien nopeus (km/h)	80	100	120
Vähimmäiskaarresäde vapaalla tieosuudella	800 1) 400	1200 1) 650	1600
Päätien vähimmäiskaarresäde erkanemis- ja liittymisalueilla	1500	2000	3000
Poikkileikkauksellisesti hyväksyttävä vähimmäiskaarresäde erkanemisalueella	1) 800	1) 1000	2000
Poikkeuksellisesti hyväksyttävä vähimmäiskaarresäde liittymisalueella (- vas., + oik.)	1) -600 1) +800	1) -800 1) +800	

- 1) Merkillä osoitettuja lukuarvoja voidaan käyttää taajamaverkon väylätyyppien (*) MC ja MD yhteydessä näissä nopeusluokissa.

Yleisrajoitus:

Kaarteen alku- ja loppuseudut ovat epäedullisia erkanemisalueen sijoituspaikkoja. Tulee välttää varsinkin ulkokaaritapauksia ($R < 10\,000$ m). Sekoittumisalue (kokoojarampit, kaupunkimoottoritie MD) edellyttää mahdollisimman suoraa suuntausta ($R > 2\,500$ m) ja käytännössä ei-kuperaa tasausta (päättösentekonäkemävaatimus).

Päätien kaarevuutta voidaan lisätä liittymän sisällä päätien yleisgeometrian sallimissa rajoissa, jolloin itse liittymäalue sijaitsee ja sille lähestyminen tapahtuu kaarevuudeltaan loivemmassa tienkohdassa.

- (*) Moottoritiet on jaettu neljään typologiseen tyyppiin, joista tyyppiä MA ja MB käytetään valtakunnallisten yhteyksien ratkaisuisissa ja tyyppiä MC ja MD taajamaseudun omien sisäisten verkkojen ratkaisuisissa. Lähemmin verkkosuunnitteluosa 3.2.

3 SUUNNITTELU

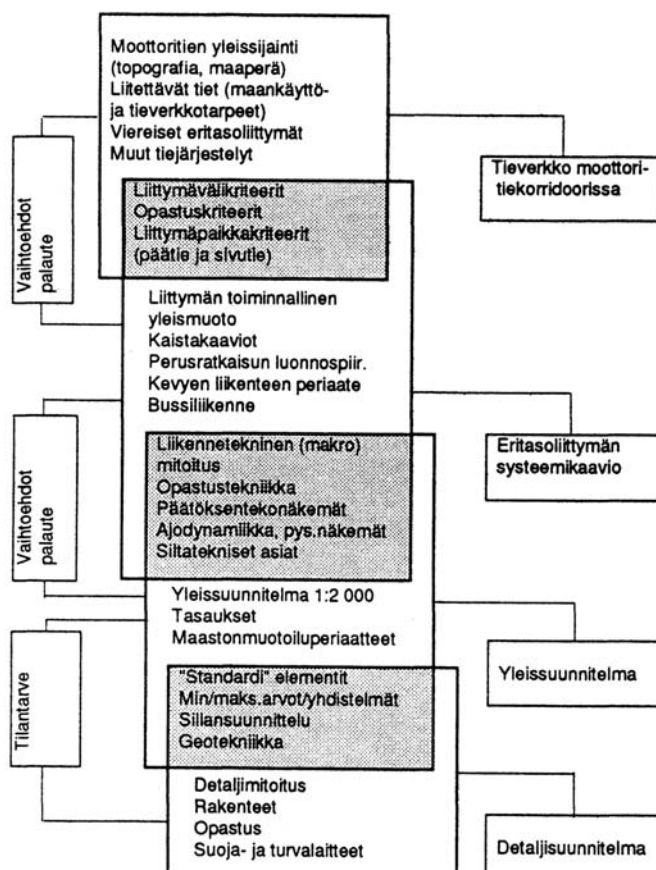
3.1 Suunnittelujärjestelmä

Moottoritien suunnittelutapahtuma on toiminnallisten ja fyysisten näkökohtien kiinteä kokonaisuus. Muista tieväylistä poiketen erittäin monet näkökohdat, kuten esimerkiksi opastus, tulevat vaikuttavana tekijänä mukaan jo verkon hahmotteluvaiheessa. Suunnittelu ei voi edetä puhtaasti hierarkisesti, vaan vaiheita sitovat toisiinsa kriteerit kahdessa suunnassa (feed back). Niiden huomioon ottaminen on kullekin suunnitteluvaiheelle yleinen onnistumisen edellytys.

Tässä tarkastellaan vain itse asiasisältöä, toiminnallisteknistä suunnittelu-prosessia, joka sisällytetään varsinaiseen projektiin, osallistumisjärjestelmiin, päätöksentekoon ja näistä vaiheista hallintoprosessinäkökulmasta annettuihin ohjeisiin. Tarvittavat suunnittelun vaiheet, kriteerit ja tuotokset ovat seuraavat (Kuva 14):

- tieverkko moottoritiekorridorissa
- eritasoliittymän systeemikaavio
- eritasoliittymän yleissuunnitelma
- eritasoliittymän detaljisuunnitelma.

Suunnitteluvaiheet, vaiheita sitovat kriteerit, sisällöt ja tulosteet



Kuva 14: Moottoritien suunnitteluprosessi

3.2 Verkkosuunnittelu

Moottoriväylä on oma toiminnallinen ja fyysinen kokonaisuus, jonka käyttö perustuu aina verkkotarkasteluun ja yhteyden kehittämisstrategiasta tehtyyn päätökseen. **Kehittämisstrategia** syntyy verkkotasaisen (korridoori-) suunnittelun päätöksenä.

Yhteysluokituksen mukaan verkot voidaan jakaa kahteen ryhmään:

- 1) **ulkoinen verkko** (valtakunnalliset ja seudulliset yhteystarpeet) ja
- 2) **taajaman verkko** (taajamarakenteen sisäiset yhteystarpeet).

Moottoriteillä samoin kuin muillakin teillä on **liittymäpolitiikka**. Sitä tarvitaan tarkoituksenmukaisen verkkokokonaisuuden luomiseksi, liikennevirtojen homogenisoimiseksi ja moottoritien toiminnallisuuden takaamiseksi. Keskeinen kriteeri liittymäpolitiikalle on moottoritien asema tieverkossa (**yhteystaso**), joka säätelee integroimisastetta paikalliseen yleiseen liikenteenvälitystehtävään. Tarkasteluun on otettava kerrallaan riittävän pitkä yhteysjakso, jotta hierarkisesti ylemmätkin tavoitteet pääsevät vaikuttamaan niin sijoitukseen kuin koko tiesysteemin toiminnalliseen ja tekniseen tasapainoon.

Taulukko 4: Moottoriteiden typologinen jako

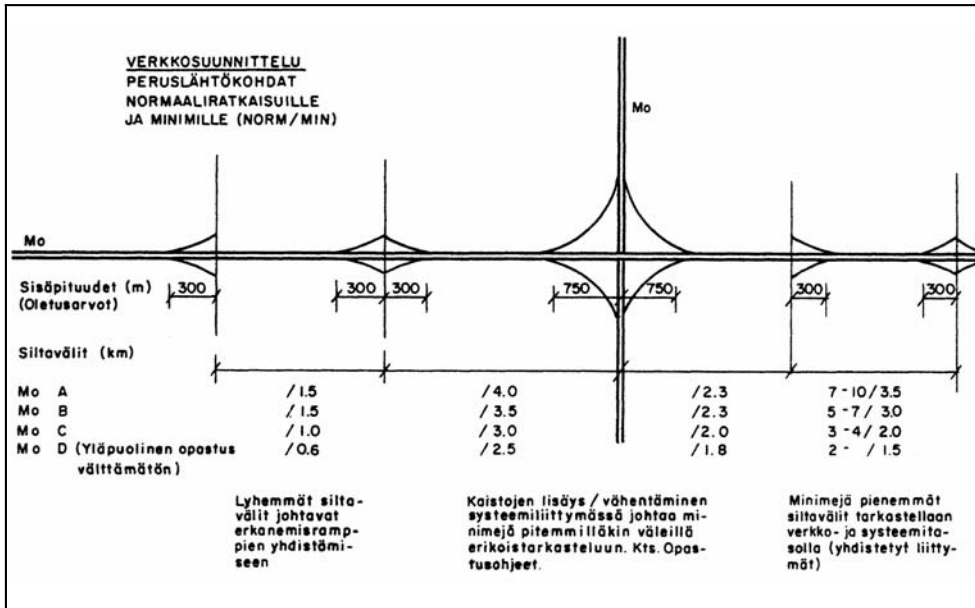
MOOTTORITEIDEN TYPOLOGIA
A: Valtakunnalliset (maan eri osien / talousalueiden väliset) moottoritiet maaseutuosuuksilla. Sallittu nopeus yleensä 120 km/h.
B: Valtakunnalliset moottoritiet kaupunkitaajamien ohitusosuuksilla. Sallittu nopeus 100 - 120 km/h.
C: Moottoritie taajamaseudun tiestön runkoväylänä (kehä- ja sisääntulofunktio). Sallittu nopeus yleensä 80 - 100 km/h (ympäristön sietokyky). Kaupunkimoottoritie 1 lk.
D: Moottoritie keskustojen syöttökehänä taajamarakenteeseen kiinteästi integroituna. Ei kauttakulkuliikennettä. Sallittu nopeus yleensä 80 km/h. Kaupunkimoottoritie II lk. Kaupunkimoottoritiet liittyvät valtakunnalliseen moottoritieverkkoon tämän jakeluyhteyksinä.

Taulukko 5: Moottoriväylän ja sen typologisten tyyppien käyttö yhteysluokissa ja verkoissa (Kaavioon voidaan sijoittaa myös muiden väyläluokkien typologiset tyypit)

Verkot Yhteydet	Verkot ja typologiset tyypit		
	Ulkoinen verkko Maaseututyypit Taajama-alueityypit		Taajamaverkko Taajamatyytit
Valtakunnallinen	MA Mol	MB (Mol)	
Seudullinen	MA MB	MB (Mc)	Mc (Md)
Paikallinen			MD

Suunnittelussa on varmistettava ratkaisujen opastettavuudesta. Sekoittumista (yleensä merkittävä vaikutus vasta alle 1000 m pituisilla toiminta-alueilla) ei sallita nopeilla (≥ 100 km/h) ajoradoilla. Opastusmahdollisuudet: "Viitoitus" TIEL 2130007 osa 3C.

Liittymäväleille (Kuva 15) on kehitetty yleiset **suositusarvot**, jotka johtavat hyvääri suunnitteluratkaisuun ja ovat yleensä liikenteen ja verkkoyhteyksien kannalta tyydyttäviä. **Minimi-arvot** ovat arvoja, joissa lähestytään liittymävälilyksymystä moottoritien normaaliratkaisujen käytön ja toimintavarmuuden alarajalle jo ilman liikennemäärätarkistusta. Poikkeuksellisen suuret kuormitukset saattavat edellyttää perusratkaisuja monimuotoisempia eritasoliittymiä ja siten aina pitempiä sisäisiä ja ulkoisia toiminta-alueita. Nämä pidentävät alustavassa (verkko)suunnittelussa lähtöarvona käytettävää "siltaväli"-mittaa. Jatkuva minimien käyttö ei ole yleensä perusteltua eikä johda taloudelliseen eikä toiminnallisesti hyvään suunnitteluratkaisuun.



Kuva 15: Moottoriteiden liittymäpolitiikka

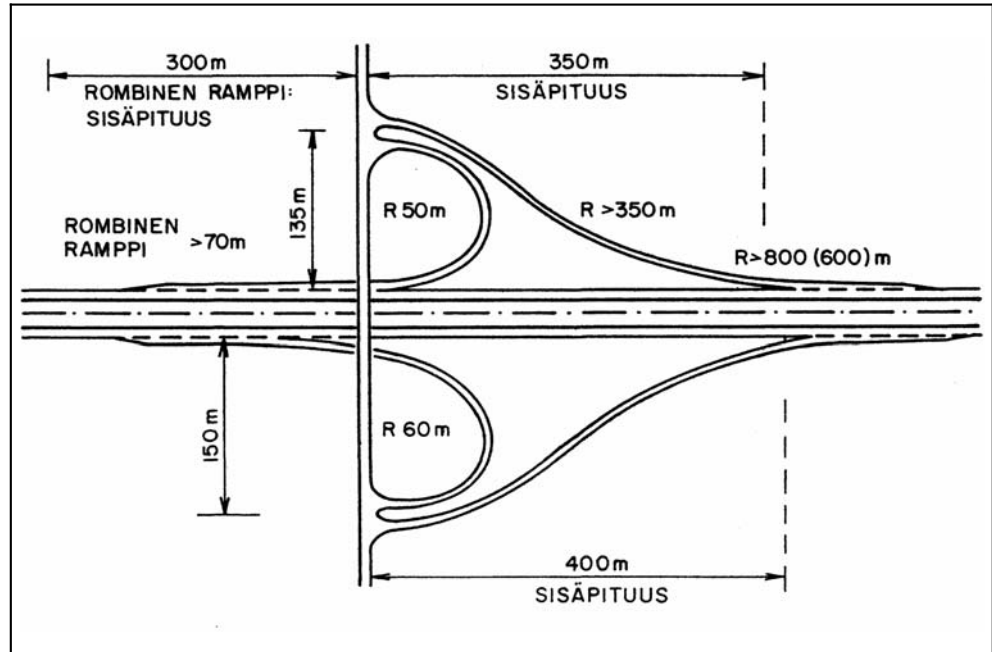
Moottoritien liityntäliittymällä on yleensä aina myös verkollinen funktio eli perusverkon liittäminen (ei pelkkä maankäyttöyksikön palvelu). Liittymäväliminimien mukainen suunnittelu ei edusta kokonaisuuden eikä keskeisten tavoitteiden kannalta yleensä "hyvää" ratkaisua. Kuvan 15 mukaiset etäisyydet ovat käytettävissä normaalikuormituksen vallitessa.

Ohjearvoja tiheämpi liittymäkysyntä tulee ensisijaisesti pyrkiä purkamaan verkkotasolla. Sen jälkeen on käytettävissä systeemis suunnittelun taseoisia keinoja. Nämä tulevat yleensä kalliiksi, ratkaisut ovat käyttäjän kannalta monimutkaisia ja verkkokokonaisuus menettää selkeyttään ja taloudellisuuttaan, useinkin varsin paikallisuonteisten intressien vuoksi.

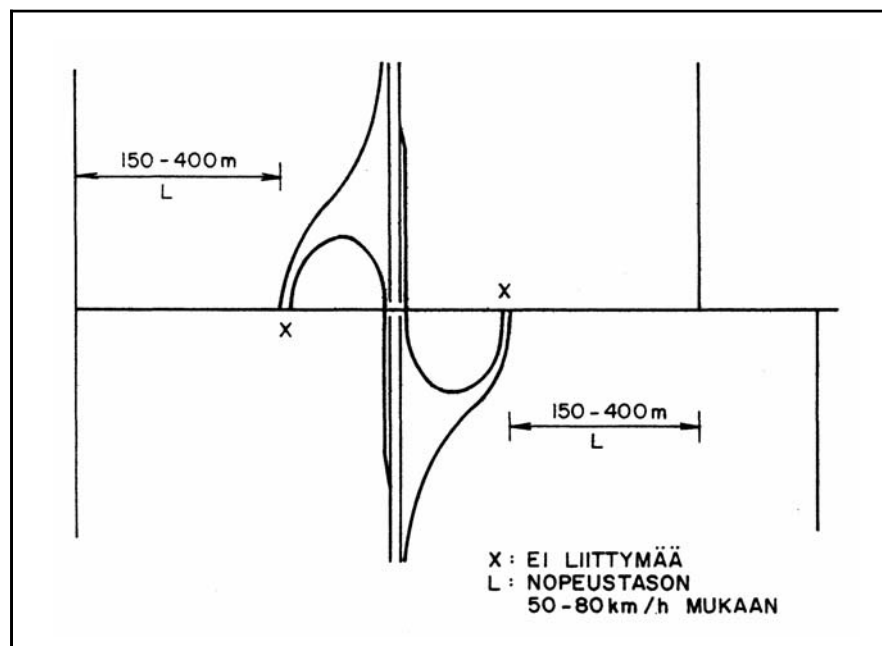
3.3 Systeemis suunnittelu

Liittymän perusratkaisu, **systeemikaavio** (muoto ja perusmitoitus) tehdään samanaikaisesti ensimmäisten tieratkaisujen luonnostelujen (verkko- ja pääsuuntaselvitys) yhteydessä karkealla tasolla noudattaen kuitenkin toiminnallisia ja geometrisia peruseriaatteita. Systeemis suunnittelu on, erityisesti järjestelmäliittymien osalta, vuorovaikutteista liikenteen, liikenteen ohjauksen (opastus) ja kaistakohtaisten ajoratilojen suunnittelua. Opastuksen merkitys ja mahdollisuudet löytyvät ohjeesta "Viitoitus" (TIEL 2130007, osa 3C).

Perustapauksen, normaalin liityntäliittymän tilantarve (kuva 16), eritasoliittymän vaikutusalue sekundaaritiellä (kuva 17) sekä edellä esitetyt liittymäpaikan päätien geometrialle asettamat vaatimukset ovat **välttämättömiä maankäyttö- ja verkkosuunnittelussa hallittavia lähtökohtia**. Monimuotoisemmat tapaukset on aina erikseen luonnosteltava.



Kuva 16. Liityntäliittymän perusmitat ja tilantarve



Kuva 17: Eritasoliittymän vaikutusalue sekundaaritiellä

Moottoriliikennetie toimii kaksikaistaisten teiden tapaan hyvin vain liikennevirran ollessa ulkoisesti vain vähän häiritty, eli virrat ovat pitkämatkaisia. Tästä seuraa, ettei se sovellu **taajamaverkon** liikenneväyläksi, jossa virrat ovat yleensä lyhyitä, liittymäkuormitukset suhteellisen suuria kokonaiskuormitukseen verrattuna ja liittymävälit ohjeiden alarajalla. Sen sijaan moottoriliikennetie soveltuu **ulkoisen verkon** väylänä taajaman ohitusosuudella.

3.3.1 Periaatteet

Sekundaaritie typologia

Sekundaaritie on typologinen kokonaisuutensa, joka määrittelee eritasoliittymän ramppien liittämistavan ja sitä kautta systeemikaavion. Erotetaan seuraavat perustyytit:

- vauhtiliittymä (2-ajoratainen tie)
- "lohenpyrstöliittymä"
- vapaatoimiset tasoliittymät (X- ja T-liittymät sekä rombisen liittymätyypin yksisuuntaisen rampin turvallisuuden kannalta ongelmallinen liittymä)
- valo-ohjatut tasoliittymät
- kiertoliittymät.

Tärkeä rajaava kriteeri on kevytliikenteen järjestelyn taso sekä turvallisuuskysymyksenä että teknisen toteutettavuuden kannalta. Tasoliittymistä annettuja ohjeita käytetään. Kevytliikenteen väylien luokitukseen /10, kuva 28/ kytketyt nousuvaatimukset määrittävät "suojatievapaan" rombisen tyyppin minimikoon. Alikulkukäytävän korkeudelle asettaa mitan käytettävä kunnossapitotekniikka, joten se on määriteltävä. Kevytliikenneväylän periaatteellinen sijoitus ja tekniset ratkaisut selvitetään systeemisuunnitteluvaiheessa, jolloin myös kanta mahdollisiin bussipysäkkeihin jk-yhteyksineen on ratkaistava.

Rampit ja muut liittymän sisäiset ajoradat

Tieliikennelainsäädännössä nimitetään rampeja liittymä- ja erkanemisteiksi. Tässä ohjeessa käytetään ammattikäytännön termiä ramppi. Ramppi on siirtymäajorata, jolla hoidetaan tarpeellinen:

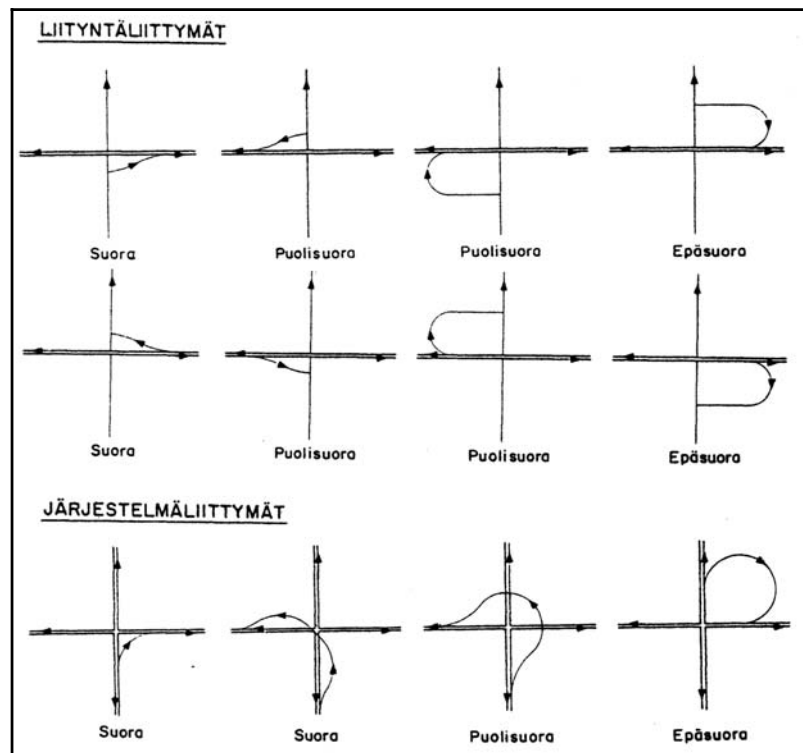
- nopeudenmuutos (kiihdytys, hidastus ja pysähtyminen)
- korkeustasoero (rampin nimitysperuste)
- varastoimistarve liikennevaloissa
- muut eritasoliittymän sisäiset yhdystarpeet (mm. kokoojaramppi, bussipysäkkiyhteys).

Perustyyppiä monimuotoisemmassa liittymässä (> 4 ramppia) on erityisiä **kokoojarampeja**. Lähekkäisiä eritasoliittymiä voidaan yhdistää toisiinsa **kokooja-ajoradoilla**. **Kaksoismoottoritie** on ratkaisu, jossa ulommat ajoradat muodostavat liikenteellisesti ja teknisesti alemman hierarkiatason moottoritien eräänlaisina jatkuvina kokoojaramppiajoratoina. Suomen suurtaajama-alueet ovat liian pieniä tämänkaltaiselle ratkaisulle.

Kaikille rampeille on ominaista **1-suuntaisuus**, samoin kuin itse moottoritiele, koko pituudella sekundaaritie liittymästä alkaen/liittymään päättyen. Rat-

kaisu perustuu paitsi juridiseen lähtökohtaan, tavoitteeseen minimoida väärinajo ja tehdä liikenneympäristö yksinkertaiseksi käyttää. Sekundaaritien liittymäalue on myös ratkaistava periaattein, joka minimoi vastavirtaan ajon mahdollisuuden. Kaikki moottoritiellä liikennöimisestä annetut säännökset ovat voimassa rampeilla ja eritasoliittymän muilla yhdysajoradoilla.

Perusrampit ovat nimityksiltään- Suora, puolisuora ja epäsuora (silmukka).

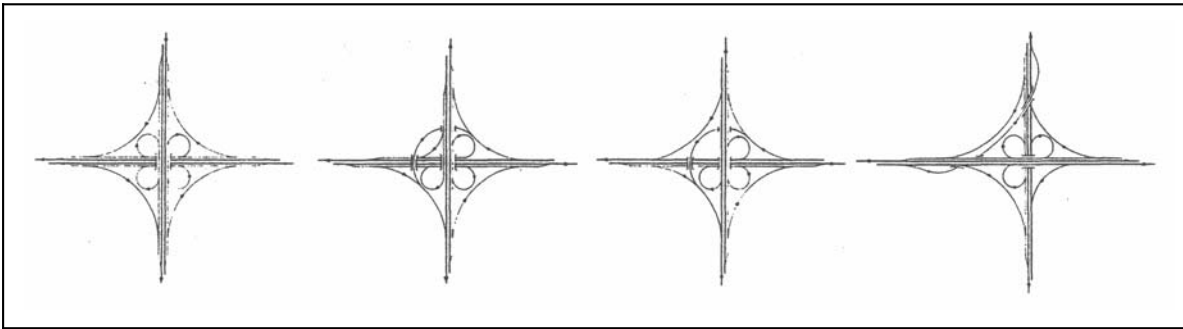


Kuva 18: Ramppien perusmuodot /2/

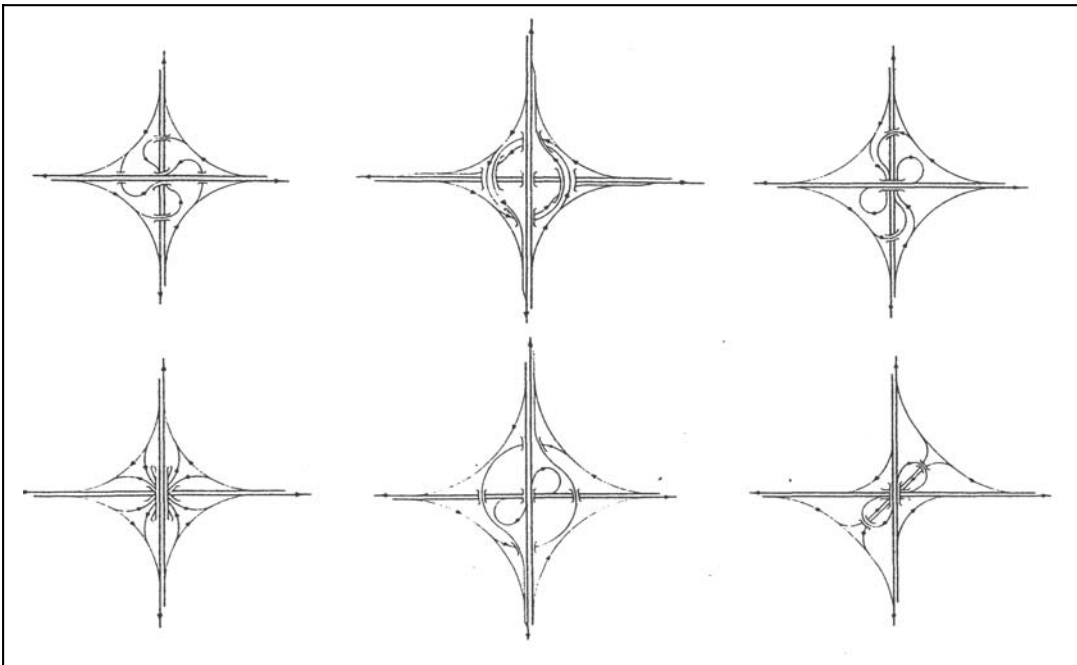
3.3.2 Järjestelmäliittymät

Järjestelmäliittymässä on jokaiselle ajosuunnalle oma ramppinsa. Liittymäyhteyksien tulee olla parillisia eli on taattava liikkumismahdollisuus suuntaisliittymässä kumpaankin ajosuuntaan. Yleisiä perustyyppisiä ovat X-liittymä (8 yhteyssuuntaa), haarautuma (4, poikk. 2 yhteyssuuntaa) ja T-liittymä (4 yhteyssuuntaa).

Järjestelmäliittymät koostuvat: rampeista, ramppiajoradoista, yhdysrampeista ja -ajoradoista sekä liittymis- ja erkanemisalveista. Näennäinen monimuotoisuus kätkee yksittäiset osaratkaisut, jotka ovat kukin tarpeelliset näkökohdat huomioonottavia, selkeitä ja turvallisia. Ratkaisun tulee aina ensisijaisesti perustua liikenteellisiin ja ajosuoritusnäkökohtiin. Oheiset kuvat 19 ja 20 esittävät muunnelmia perinteisestä X-liittymästä, neliapilasta ja suurista liikennemääriä varten suorista ja puolisuorista yhteyksistä sisältävistä tyypeistä. Kaikille näille on ominaista liikenteellinen lähtökohta ja toteutus.



Kuva 19: Neliäpila ja muunnelmia /2/

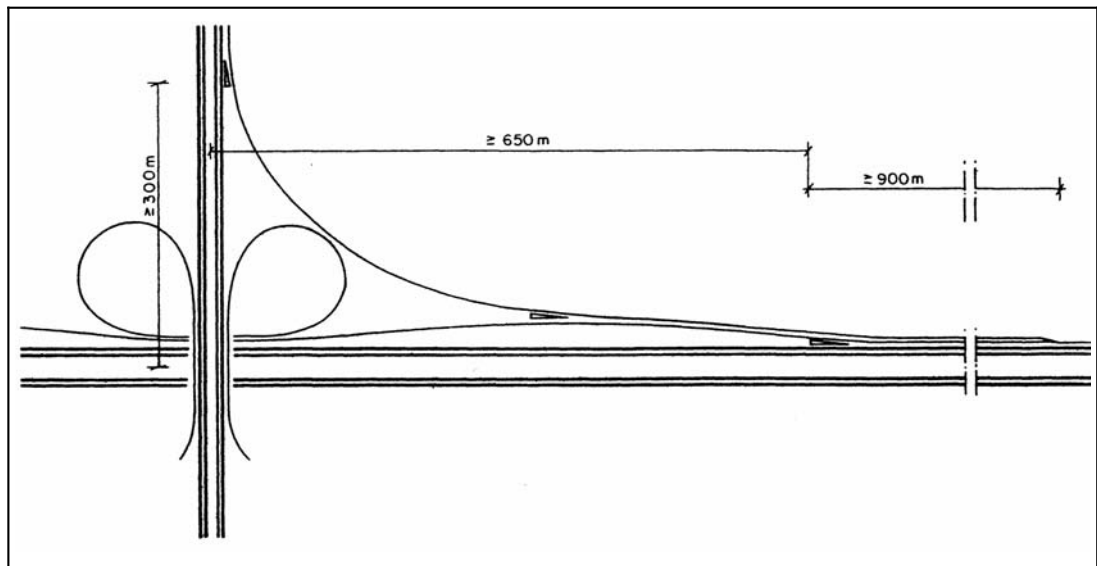


Kuva 20: Suuntehoisia järjestelmä liittymätyyppejä /2/

SUUNNITTELUPERIAATTEITA:

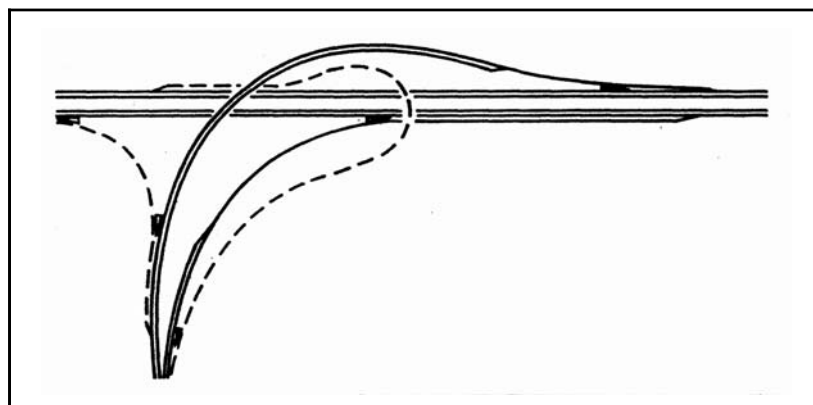
- **päätie-ehto** (reitti) määrittelee verkollisen perusmuodon (haarautumat ja "kulmat")
- **ramppien nopeustasotavoite ja liikennemäärä** määrittelevät silmukkaramppien käytön. Suoran ja puolisuoran rampin turvallinen käyttönopeus on yleensä $\geq (60)70$ km/h. Haarautumissa tavoite on ≥ 100 km/h, jos haarautuvan tien sallittu nopeus on 100 - 120 km/h, muulloin 80 km/h
- **silmukkarampin** (säde R 40 ... ≤ 80 m) käyttö rajautuu lähinnä nopeustasoltaan toisarvoisille ajosuunnille. 2-kaistaista silmukkaramppeja ei tule käyttää

- **neliapilaa** ei tule käyttää moottoriteiden välisenä tyyppinä. Se soveltuu korkeintaan moottoritien ja 2-ajorataisen päätien väliseksi ratkaisuksi. Tällöin saattaa olla, jos nopeustaso ja kuormitukset sallivat, mahdollista karsia kokoojaramppeja sekundaaritieltä
- **järjestelmäliittymien** kokoa moottoritien suunnassa osoittaa neliapila, jonka **rakenteellinen** kokonaispituus moottoritiellä on > 3 km. *Kuva 21*. Pituus määräytyy yleensä tarvittavasta 2-kaistaisesta liittymis- ja erkanemistekniikasta ja vastaavasta opastuksesta
- jos järjestelmäliittymään yhdistetään liityntäliittymän **ramppeja**, näitä käsitellään **mo-tiejärjestelmän** kytkentöinä. Ne erkanevat/liittyvät oikealta/oikealle perussääntöjen mukaan.



Kuva 21: Neliapila. Periaate ja koko.

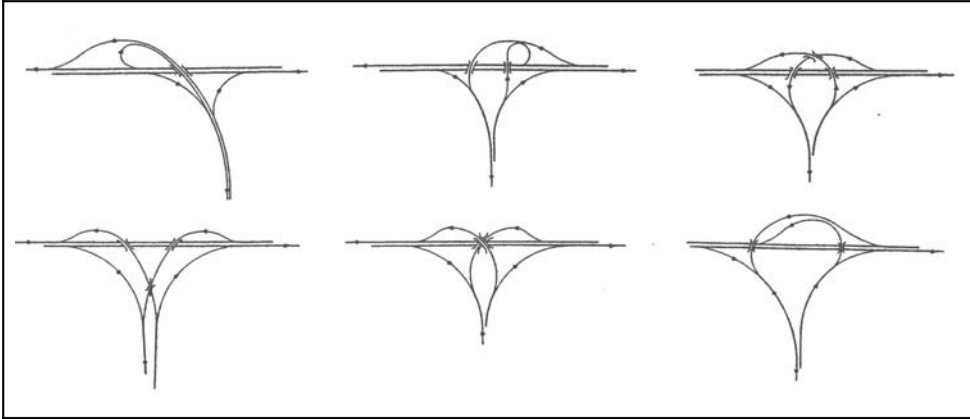
Haarautuma ilman toista liittyvää suuntaa johtaa epäselvään moottoritieverkon käyttöön ja liikenneturvallisuuden kannalta vaarallisiin ajosuorituksiin (keskialueen käyttö U-käännökseen). Alempiasteinen yhteys (ei mo-tie) ei korvaa verkkotasoisista **järjestelmäpuutetta** (T-yhteystarve).



Kuva 22: Haarautuma ja suuntien lisäys (-> T-liittymä)

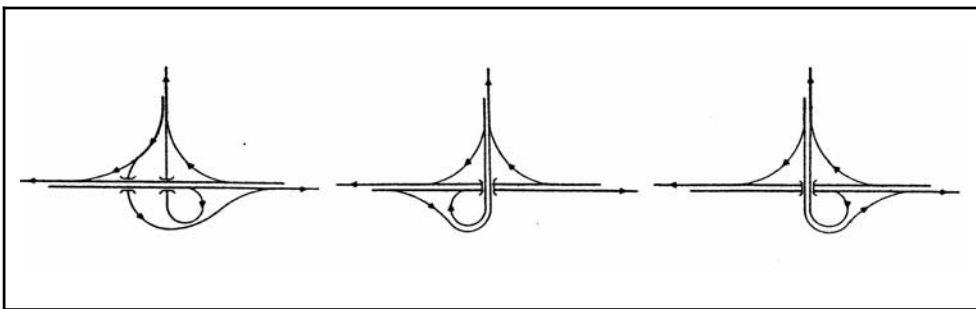
Haarautumassa tulee kaarevuuden riittää alistetussa suunnassa lähes alentumattomalle ajonopeudelle ($R \geq 700 \text{ m}/100 \dots 120 \text{ km/h}$, ja $R \geq 350 \text{ m}/80 \text{ km/h}$).

Trumpettityyppiä käytetään moottoriteiden T-liittymässä. Yhteyksien hierarkiavaatimusten vuoksi yleensä sopivampi on kaksostrumpetti. *Kuva 23.*



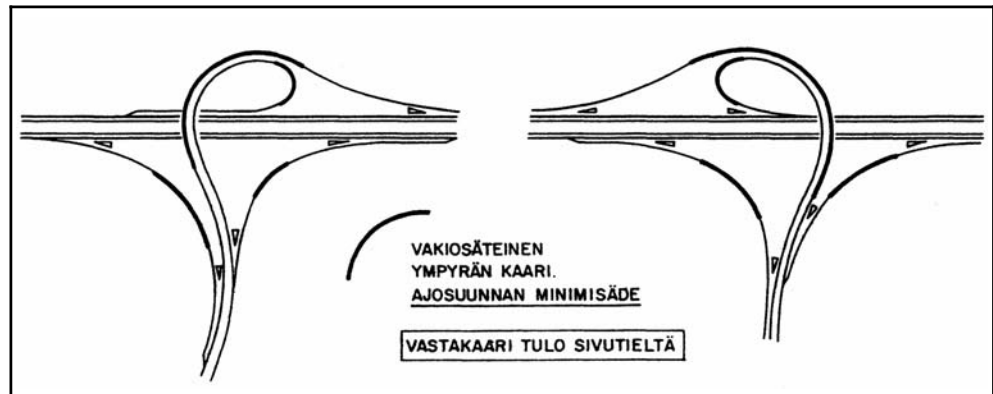
Kuva 23: Trumpettijärjestelmäliittymänä /2/

Trumpettityyppiä käytetään jonkin verran muiden teiden T-liityntäliittymänä moottoritielle. Tyyppi on hankala opastuksellisesti ja verkkorakenteen vuoksi, koska liittymä tuloteineen on moottoritiejärjestelmän osa. Verkkokokonaisuus saadaan esille liittämällä tulotie perusverkkoon T-liittymällä (esim. Drägsbyn etl.). Tekninen ratkaisu (silmukan säde) on yleensä kooltaan minimiluokkaa.



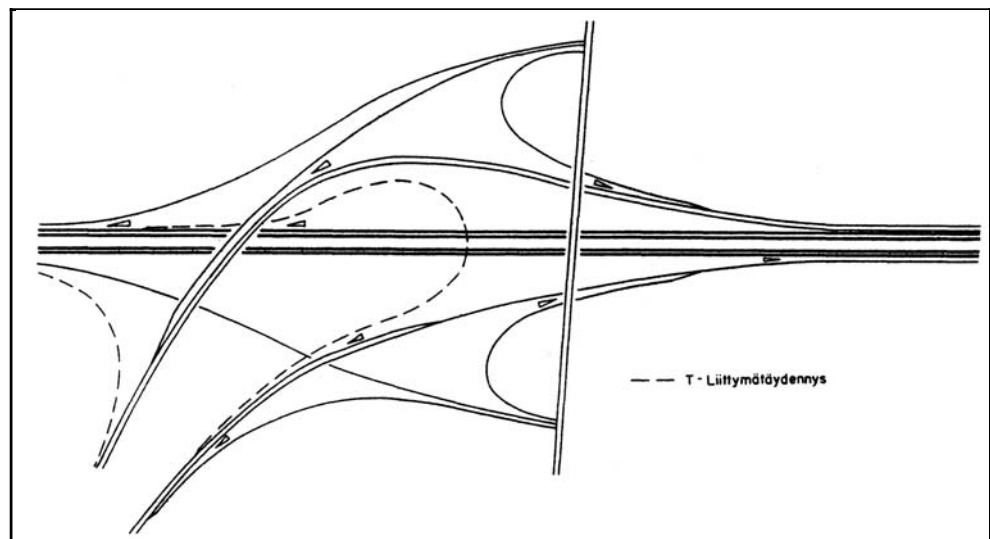
Kuva 24: Trumpetti liityntäliittymänä /2/

Trumpettiliittymän geometriseen ratkaisuun liittyy keskeisesti näkemäolosuhteet. Puolisuoran yhteyden kaarevuuden tulee pysyä vakiona (samalla tämän ajosuunnan säteen minimiarvo) risteyssillan kuperalla osuudella. Liittymään tulo järjestetään vastakaaren avulla kaarevuuden ja sen muutoksen korostamiseksi ja nopeuden alentamiseksi.



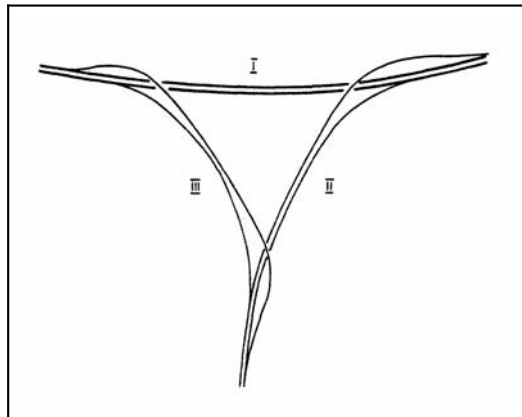
Kuva 25: Trumpetin geometrian periaate

Liityntäyhteyksien järjestäminen järjestelmäliittymän yhteyteen onnistuu liikenneteknisesti ja ajajan kannalta selkeästi käytettäessä annettuja ohjeita. Sekundaaritien kannalta on luotava normaalia liityntäliittymää vastaava rakenne. Lähinnä piirroksessa sekavalta vaikuttava kokonaisuus voidaan maastonmuotoilun ja istutusten avulla lohkottaa toiminnallisiin osiin ja häivyttää "tarpeeton". Yhdistelmää käyttämällä saadaan tiiviimpi verkon kokonaisuus ja vältetään liityntäyhteyksiä varten usein esitetystä "helposta" ratkaisusta, jossa perusverkko hajoitetaan tunnistamattomaksi renkaaksi useine puoliliittymineen järjestelmäliittymän ulkopuolella. Tämä ei ole suotava ratkaisu varsinkaan, jos liitettävät tiet ovat perusverkon (paikallisia) runkoväyliä. Esimerkkinä haarautumaan yhdistetty liityntäliittymä. Kuva 26.



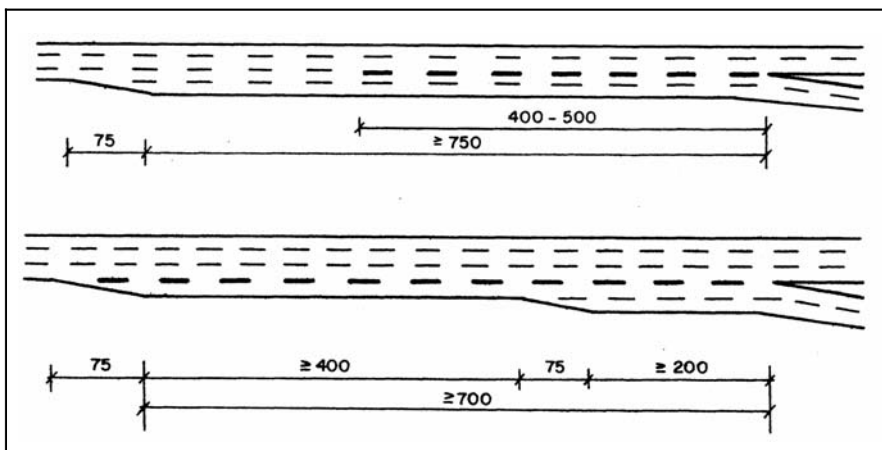
Kuva 26. Liityntäyhteydet järjestelmäliittymässä (Haarautuma)

Y-liitymässäkin tulee aina jonkin suunnan olla jatkuva (pääreitti) läpi liittymäalueiden. Liittyvien haarojen keskinäinen hierarkia riippuu verkkosuhteista. Käsikirjoissa liikkuu runsaasti tässä suhteessa epäjohdonmukaisia systeemi-kaavioita, jotka eivät ole toteuttamiskelpoisia.



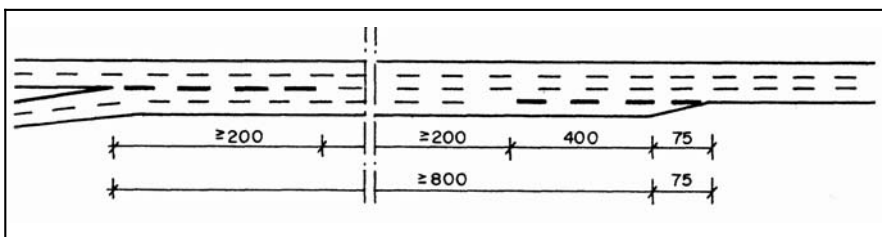
Kuva 27: Y-liittymän alistussuhteet

Järjestelmäliittymissä joudutaan kaistatasapainon ja kaksikaistaisten ramppiajoratojen vuoksi muodostamaan/purkamaan näitä kaksikaistaisia liittymäteitä. Ratkaisuperiaatteet mittoineen kuvien 28, 29 ja 30 mukaiset. Yläpuolinen opastus ja ajorata-merkinnyt ovat kiinteässä yhteydessä ajorata-pintojen ja kaistojen käsittelyn kanssa. Kerrallaan saa pääajoradalta vähentää vain yhden kaistan.



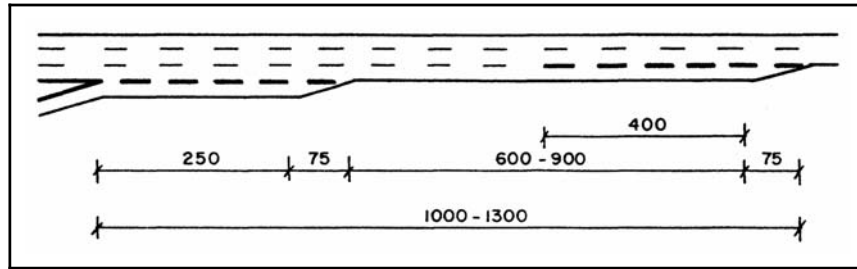
Kuva 28: 2-kaistainen erkaneminen ja kaistajärjestelyt

2-kaistainen liittyminen ratkaistaan kuvan 29 mukaisesti. Liittymisalueella ei saa olla "left merge"-ratkaisua (vasen liittyvistä kaistoista liittyä kiilamaisena ja häviää), joita esiintyy käsikirjoissa.



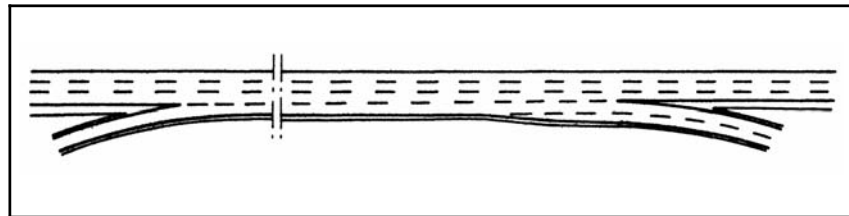
Kuva 29: 2-kaistainen liittyminen

Taajamaverkossa (Tyyppi Md) voidaan joutua kaistojen vähentämiseen linjal-la. Tämä voi tapahtua liittymisen vaikutusalueen jälkeen kuvan 30 mukaan.



Kuva 30: Kaistan vähentäminen liittymän jälkeen

Pitemmän taajamatiejakson (Mc) **vakioiduksi yleisratkaisuksi** on esitetty kuvan 31 mukaista kaistajärjestelyä. Tavoitteena on pääajoradan liikenteen häirinnän minimointi ja lisäjoustopuolelta saaminen erkanemis-/liittymistapahtumien toteuttamisajankohdalle. "Vakiointi" kuvaa yleistä ajajan toiminnan helpottamisympäristöä, joka on läpimenevä ajatusmalli moottoritieympäristössä.



Kuva 31: Kaupunkimoottoritie vakioitu ratkaisuehdotus (USA)

3.3.3 Liityntäliittymät

Liityntätyypin valintaan vaikuttavat tärkeysjärjestyksessä:

- liitettävän tien typologia
 - o liikenneympäristön jatkuvuus
 - o liittymien liikenteellinen toimintaperiaate
 - o nopeustaso
 - o ajoratojen määrä
- liikennemäärät
- käytettävissä oleva tila ja maasto.

Kussakin liikenneympäristössä on käytettävä siihen ympäristöön tyypillisiä ratkaisuja, joissa on voimassa normaalit ajosäännöt (esim. liittymäsaarekkeen oikealta puolelta ajo). Maaseutuolosuhteissa on periaatteessa vain näitä tulpallisia T-liittymiä.

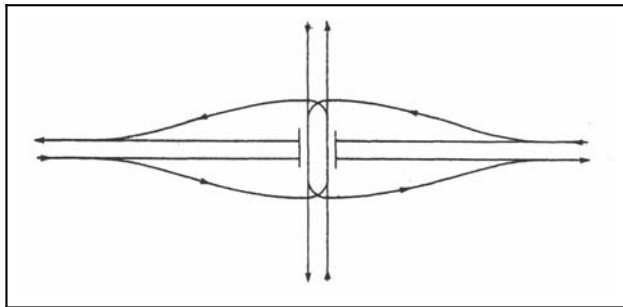
Eritasoliittymän ramppien sekundaaritien puoleinen pää on orientoinnin kannalta vaikea, koska kääntymissuunnat moottoritiele poikkeavat usein "tavoitteilmansuunnasta". Havaintokapasiteetin rajallisuuden vuoksi virheajon mahdollisuudet lisääntyvät. Näistä vaarallisimmat on rampille tai jopa moottoritiele asti vastavirtaan ajo. Liikenneteknisiin ratkaisuihin tulee mahdollisimman pitkälle päästä "automaattiseen" turvallisuuteen.

Liityntäliittymiä on kaksi perustyyppiä:

- rombinen
- puolinelipila.

Rombinen liittymä

Rombisessa liittymässä (Kuva 32), jossa on vain suoria ja puolisuoria rampeja, muodostuu yksisuuntaisten ajoratojen liittymiä. Nämä eivät ole tyyppisiä maaseutuolosuhteissa, jolloin tyyppin sallima väärinajomahdollisuus lisääntyy. Liittymätyyppi soveltuu kaupunkiympäristöön, jossa yksisuuntaisuus on tavanomaisempaa. Poikkeuksellinen risteilysuhde, moottoritie ylhäällä, soveltuu huonosti rombiseen tyyppiin, koska rampit "sukeltavat" ilman kaarevuutta. Rampin lisäpituuskaan ei auta optista ohjausta.



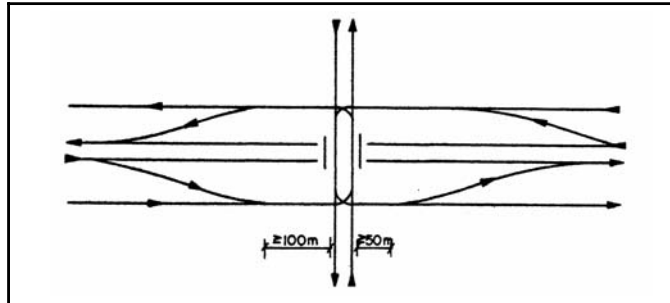
Kuva 32: Rombinen eritasoliittymä /3/

Turvallisuusongelmia tulee myös suppeissa ratkaisussa siltarakenteiden muodostuessa helposti näkemäesteiksi rampilta tultaessa. Silta- ja kaiderakenteiden muotoilulla voidaan ongelmaa vähentää.

Liittymän leveys (seisviivojen etäisyys) vaikuttaa valo-ohjausjärjestelmään, ajokaistojen määrään sillalla (0 ... 2 lisäkaistaa) ja mahdollisuuteen täydennysrakentamiseen. Vaihtoehtojen arviointi ja käyttö on seuraava:

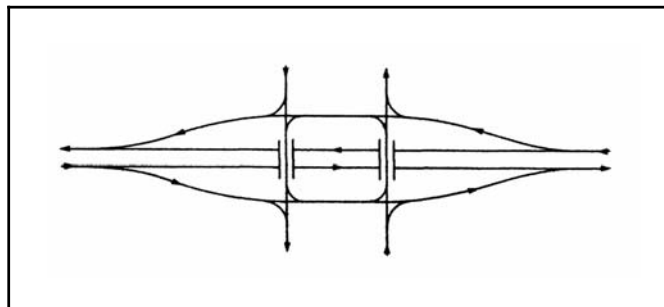
- tavanomainen (**conventional**) maaseutuliittymä tavoitteena välttää sillan lisäkaistat: Leveys noin 350 m
- kokoonpuristetussa (**compressed**) ratkaisussa ryhmityskaistat vasemmalle limittäin: Leveys nopeilla teillä noin 220 - 240 m, hitaamilla noin 180 m. Valo-ohjaus voi olla yhteenkytkemätön, ajoneuvo-ohjattu
- taajamissa käytetty suppeampi ratkaisu: Leveys noin 150 m. Alueelliseen liikennevalo-ohjaukseen liitettynä ei edullinen ratkaisu
- tiukka taajamamitoitus (**TUDI**, Tight Urban Diamond Interchange): Leveys 70 - 105(120) m on suositeltavin kaksitasoinen eritasoliittymä katuverkkoon. Ehtona on yhteenkytketty alueellinen liikennevalo-ohjausjärjestelmä.

Rombinen liittymä sopii hyvin yksisuuntaisten reunakatujen (frontage road) kanssa. Kuva 33.



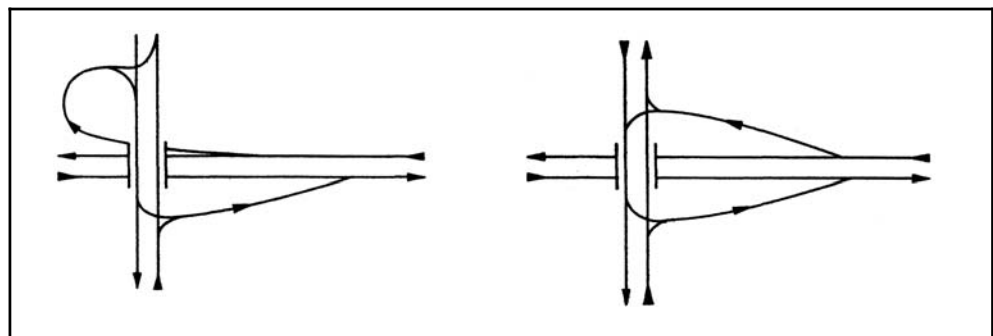
Kuva 33. Rombinen liittymä ja reunakadut /3/

Ruutukaavan (yksisuuntaisten katujen) katupari liitetään moottoritiehen jaettulla rombisella liittymällä (Split diamond). Kuva 34. Kapasiteetti on tavanomaista suurempi.



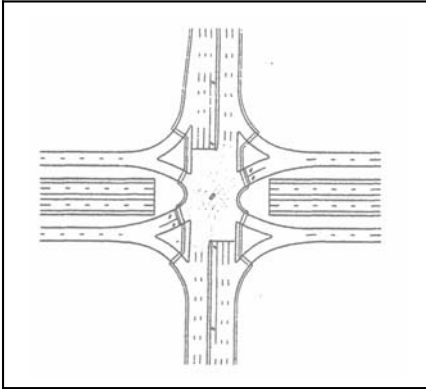
Kuva 34: Katupari ja jaettu rombinen liittymä /3/

Puolikas rombisesta liittymästä, **suuntaisliittymä** (Kuva 35), soveltuu taajama-alueella maankäyttöyksikön perustelemaksi **lisäliittymäksi**. Suuntaisliittymässä voi käyttää myös silmukkaramppia. Kaksi itsenäistä, vierekkäistä suuntaisliittymää asettaa opastukselle ja katuverkolle erityisiä vaatimuksia. Vielä suurempi orientointiongelma syntyy, jos runkoyhteydet jaetaan kahdeksi puoliliittymäksi (järjestelmäliittymää kiertävä syöttörengas). Selvästi **verkollisen liityntäliittymän** tulee mahdollistaa kaikki ajosuunnat.

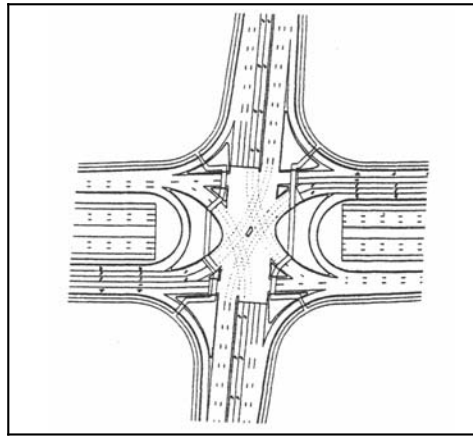


Kuva 35: Suuntaisliittymä

Viimeinen tulokas rombiseen liittymäperheeseen on **SPUI** (Single Point Urban Interchange). *Kuva 36*. Se perustuu poikkeuksellisiin tasoliittymäratkaisuihin, vaatii suuren tilan (lähes 100 m leveä, koska vasemmalle kääntymisen tapahtuu nopeasti ajettavissa kaarteissa $R \geq 70$ m).



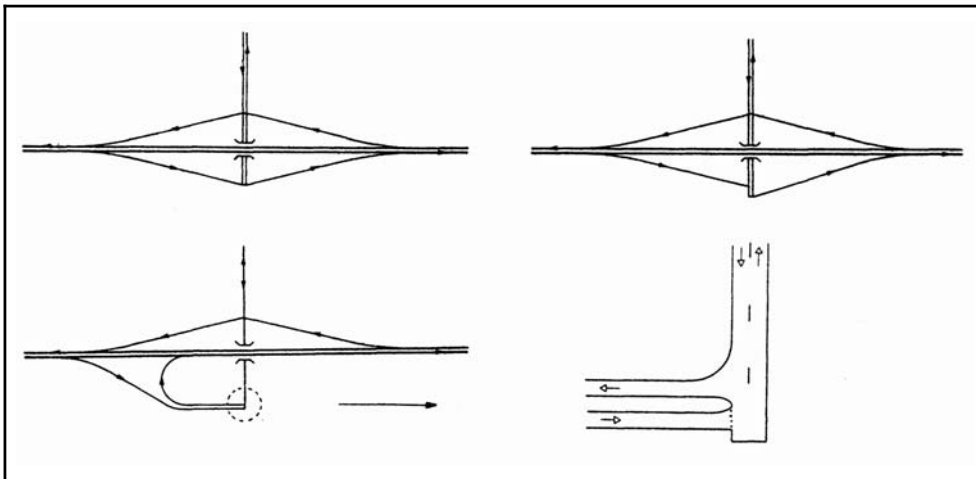
Kuva 36: SPUI



Kuva 37: SPUI ja reunakadut

Kevyen liikenteen sujuvat ja turvalliset järjestelyt ovat osaksi mahdottomia tavoitteita, varsinkin kun osa liikennevirroista on valo-ohjaamattomia. Ratkaisu, jossa päätie on yläpuolella, edellyttää sillassa koko tasoliittymäalueen ylittävää silta-aukkoa. Aukon mitta on > 60 m. Sillan rakennekorkeus on lähes 3 m. Ratkaisuja on (kesä 1992) valmiina noin 40 kpl. SPUI voidaan ratkaista myös reunakatuja kanssa. *Kuva 37*.

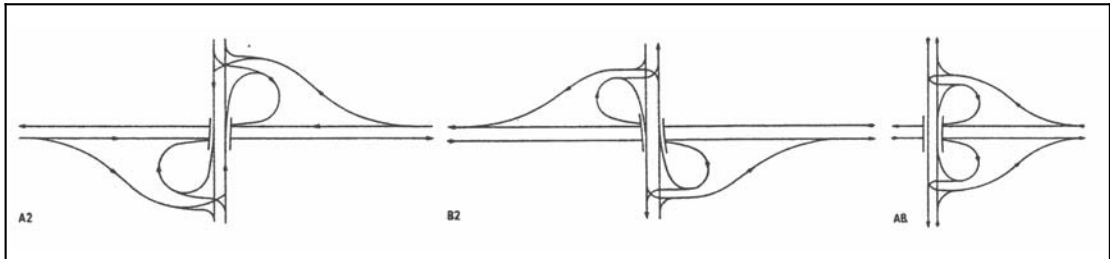
Perusverkon tien T-liittymä moottoritiehen tehdään luontevasti rombisenä käyttäen perusverkon suunnitteludetaljeja. Takaramppien porrastus selvittää risteysajoa. Huonompi yleisratkaisu on yhden silmukkaramppin käyttöön perustuva tyyppi. Se on ratkaistava paluuajo mahdollistavana.



Kuva 38: Rombinen T-liittymä ja muunnelmät I/2/

Puolineliapilatyypit

Puolineliapilan (Parclo = partial cloverleaf) perustyyppissä on 4 rampia kahdessa neljänneksessä (silmukka ja suora rampi parina tyytit A2 ja B2). Merkittävä etu on se, että sekundaaritielle muodostuu normaalit liittymät: Kaksi tavallista T-liittymää liikenteenjakaajakorokkeineen. Silmukat voivat olla joko liittyvälle (A) tai erkanevalle (B) liikenteelle. Nimitunnus kuvaa silmukoiden sijaintia risteyssillan suhteen (A = Advance, B = Beyond).



Kuva 39: Puolineliapilatyypit /3/

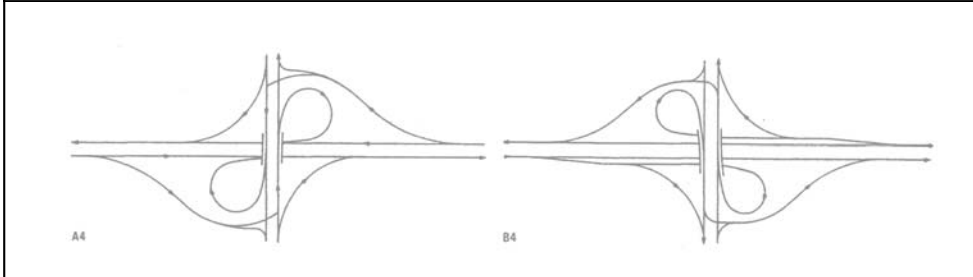
Silmukoiden sijainti ristikkäisissä sektoreissa parantaa sekundaaritiien toimintaa. Vaikeassa maastossa (vesistö, rautatie, maankäyttö) on pakko käyttää muuten ei-suositeltavaa tyyppiä, jossa rampit ovat samalla puolella sivutietä (AB).

Puolineliapilatyypin valinta on osaksi ristiriitainen. Erkaneva silmukka on asianmukaisestikin suunniteltuna tilankäytön ja matkan lisääntymisen välttämiseksi (pieni säde, yleensä $R \leq 60$ m), ajodynaamisesti jonkin verran hankala raskaalle liikenteelle. Liittyvässä silmukassa on sekundaaritiellä epäloogisia kääntymissuuntia.

Maaseutuolosuhteissa tulee liikenneympäristön (typologian) vuoksi pyrkiä ratkaisuun, joka toimii pisimpään liikennevaloitta tai voidaan kehittää hukka-kustannuksitta sellaiseksi (B4).

Puolineliapila soveltuu rombista paremmin tapauksiin, joissa joudutaan poikkeukselliseen risteilysuhteeseen, moottoritie ylhäällä. Rampille saadaan selvä kaarevuus ennenkuin profiilin kupera pyöristys aikaa. Erkaneva silmukka (Parclo B) soveltuu korkeine näkemävaatimuksineen lähinnä oikealle kaartuvaan ja laskevaan tienkohtaan, jolloin rampilla ei tarvita merkittävää kuperaa pyöristystä.

Perustyyppinä suurempitehoisia ovat 6-ramppiset ratkaisut (A4 ja B4). Kuva 40.



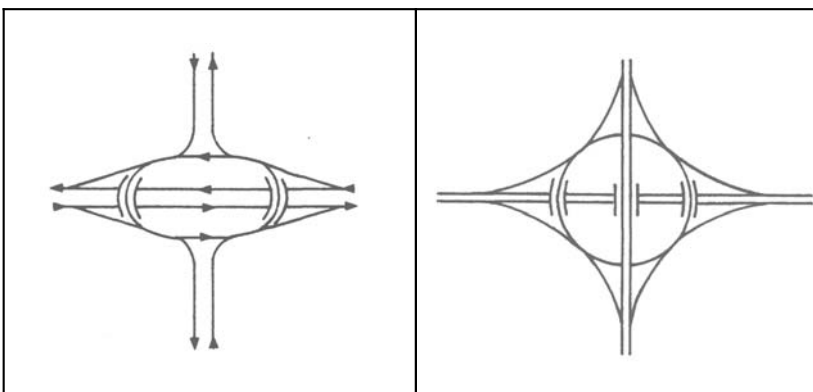
Kuva 40: 6-ramppiset puolineliapilat /3/

Näillä tyypeillä on korvattu moottoriteiden ja pääkatujen välisiä tehottomia ja tarpeettomiakin neliapiloita. Nämä edustavat SPUIn kanssa tehokkaimpia 2-tasoisia eritasoliittymätyyppejä. Tyyppi A4 sopii taajamaväyläolosuhteisiin (lähes) pakollisine liikennevalo-ohjauksineen, mikä on otettava huomioon erkanemisrampin pituuksissa. Tyyppi B4 etuja edelliseen verrattuna ovat mm. väärinajomahdollisuuden täydellinen eliminointi ja luonnolliset ajosuunnat. Moottoritietä poistuvan liikenteen jatkuva eteneminen sekundaaritiellä on etu tälle liikennesuunnalle. Tyyppi sopii "tie"olosuhteisiin.

Toisaalta moottoritien liittymisalueen toiminta olisi edullisempaa liittyvän liikenteen ollessa valo-ohjaamaton satunnaisvirta samoinkuin moottoritienkin liikenne on (A4). Liikennevalot aiheuttavat liittymisrampille tiheän ajoneuvolautari, jolla on vaikeuksia liittyä moottoritie liikenteeseen tätä häiritsemättä tai häiriintymättä itse.

Muita tyyppejä

Kiertoliittymän käyttöön perustuvia **sekoittumisliittymiä** on käytetty niissä maissa, joissa kiertoympyrä on ollut tavanomainen liikennetekninen perusratkaisu. Kolmitasoisena sitä on käytetty erittäin suurikokoisena myös moottoriteiden järjestelmäliittymänä. Kuva 41.



Kuva 41: Sekoittumisliittymä. 2- ja 3-tasoiset /3/

3.3.4 Ylitiheän liittymävälilyksynnän ratkaiseminen

Paineet suositeltuja minimejä lyhyempiin eritasoliittymäväleihin johtuvat erillisistä uusista maankäyttökohteista, olemassaolevasta verkosta tai virheellisistä ja vajain liikenneteknisin perustein tehdystä verkkosuunnittelusta. Verkon yhteysluokitus, toiminnallinen luokitus ja käytettävät tyypologiset ratkaisut ovat maankäyttö- ja verkkosuunnittelun lähtökohtia.

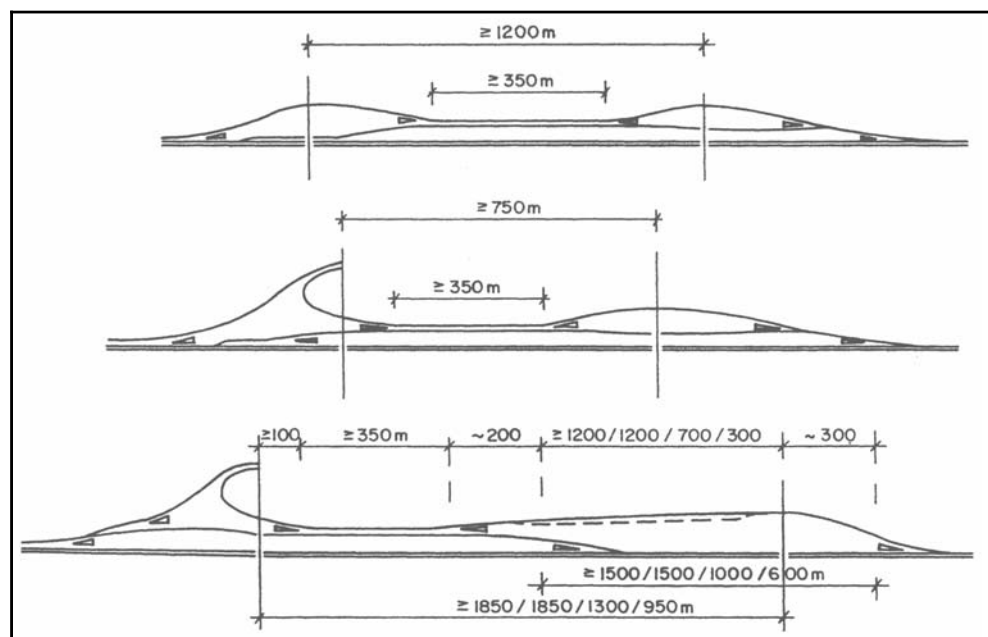
Käytännön ongelmia on pyrittävä ensisijassa ratkaisemaan **verkkotason** muutoksin. Toissijaisesti liian tiheä liittymiskysyntä ratkaistaan eritasoliittymän **systemisuunnittelun** keinoin. Käytettävissä ovat mm:

- liittymien paikalliset yhdistämistekniikat
- ristikkäisrampit
- kaksoisjärjestelmät.

Yhdistetyt liittymät

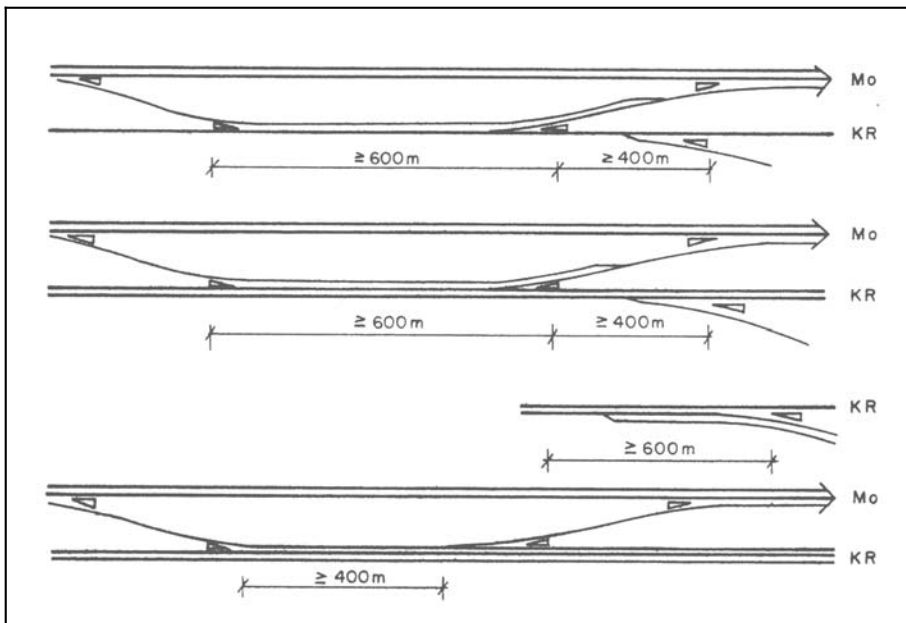
Perusongelma, sekoittumisalueen muodostuminen moottoritielle, vältetään kokoojarampin avulla. Yhdistetty liittymä toimii moottoritien suhteen yhtenä liittymänä eli yhden erkanemisalueen periaatteella, ellei perättäisten erkanemispunkkien välimatkaehtoja (moottoritiet tyypologiatyyppäin 1,5/1,5/1,0/0,6 km liittämispoliitiikan mukaan) voida toteuttaa.

Kahden lähekkäisen erkanemisen vaatimus johtaa korkealuokkaisilla moottoriteilla (ulkoisen verkon yhteystaso ja taajamaverkon runkoväylätaso) pitkiin kaksiajorataisiin kokoojarampeihin ja epähavainnolliseen kokonaisratkaisuun. Ei suositeltava ratkaisu.



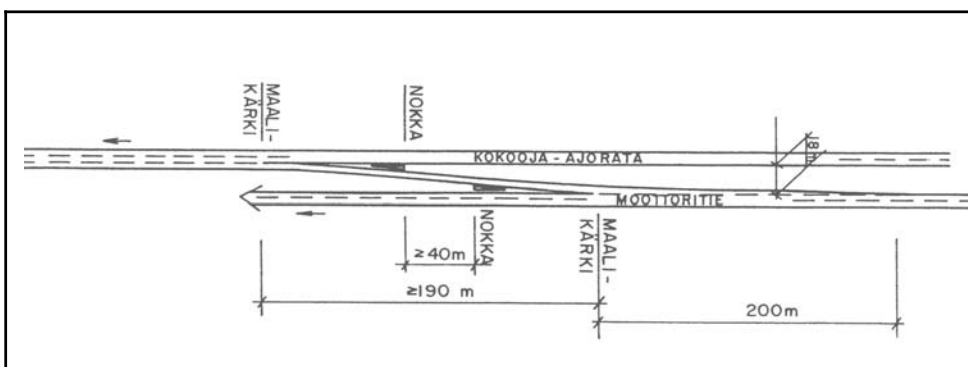
Kuva 42: Liittymien yhdistämisperiaatteita.

Kokoojarampeilla syntyy "vaihtorampin" (ajoradalta toiselle siirtyminen, **slip ramp**) vuoksi vasemmalta liittymisiä ja erkanemisiä. Nämä ovat vastoin yleisiä toiminnallisia periaatteita ja sellaisina turvattomia ja ajoradan liikennevirtoja häiritseviä. Muulloin, paitsi kun sekoittumisalue voidaan sen lyhyden vuoksi purkaa ilman kaistatasapainoa, on kaistatasapaino järjestettävä. Ajoradan kaistakaaviosta on tällöin löydettävä läpimenevä(t) jatkuva(t) kaista(t) ja vasemmalta liittyminen korvattava jatkuvana lisäkaistana.



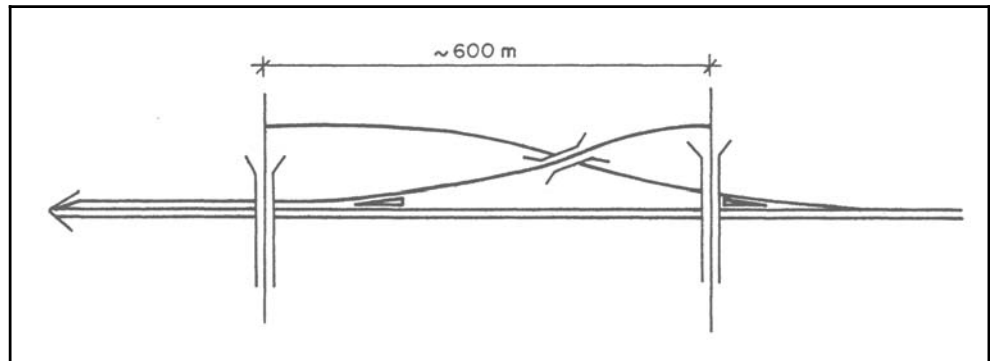
Kuva 43: Vaihtorampin (slip rampin) kaistajärjestelyjä kokoojarampilla

Vaihtorampin kytkentä kokoojaramppiin, noudattaa normaaleja erkanemis-/liittymisalueiden suunnitteluohjeita "vasenpuolisiksi" käännettyinä. Tämä ja ajoratojen erottamisvaatimus vaihtoalueella onnistuvat kuvan 44 mukaisilla mitoilla. Kaiteen ohjaava näkövaikutus katsotaan saavutettavan vasta vähimmäispituudella 40 m. Samat periaatteet ovat voimassa tavanomaisten rampien välisissä vaihtorampeissa, nopeustason sallima toiminta-alueiden lyhentämismahdollisuus hyväksikäyttäen.



Kuva 44: Vaihtorampin (Slip ramp) mitoitus

Kokoojarampille syntyvän sekoittumisalueen sijaan käsikirjoista löytyy ratkaisuksi **ristirampit**. Ne on todettu onnettomuusherkiksi niissä yleensä äärimmilleen tingittyjen suuntaelementtien vuoksi. Ei suositeltava käytettäväksi kaavion (kuva 45) mukaisessa tarkoituksessa ilman alustavaa teknistä suunnittelua.

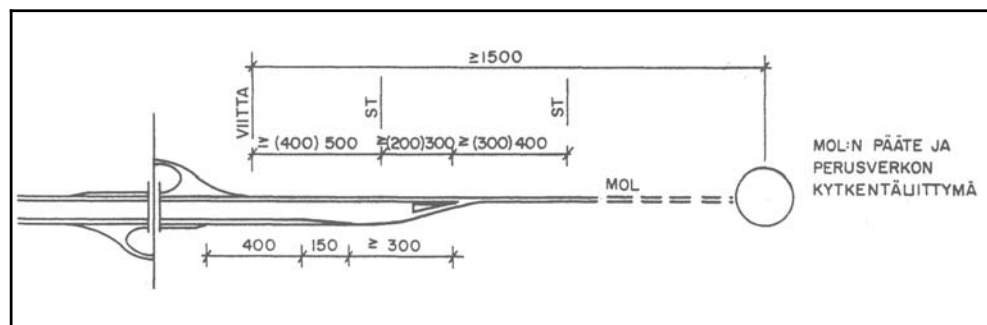


Kuva 45: Ristirampit

Esimerkin mitat koskevat vaakasuoraa tieosaa. Siltaväliin vaikuttavat päätien kaltevuus ja keskinäiset risteilysuhteet joko pidentävästi tai lyhentävästi.

3.3.5 Moottoritien päätte

Moottoritien supistaminen moottoriliikennetieksi (Mol) ja mahdollinen senjälkeinen lopettaminen tulee tehdä väliaikaisratkaisunakin turvallisuus ja selkeys tavoitteena. **Kaventamista ei saa yhdistää eritasoliittymään**. Opastuksen väärinymmärtämisen välttämiseksi **eri toiminta-alueet ja opastus on porrastettava riittävästi**. Ratkaisun tulee sallia tien kummassakin ajosuunnassa jatkossa sallittu nopeustaso. Työmaatasoisissa tilapäisissä järjestelyissä voi käyttää lyhyempiä muutosalueita ja alempia sallittuja nopeuksia lisätyn opastein ja tiemerkinnoin niin, että näkeminen on mahdollista myös öiseen aikaan.



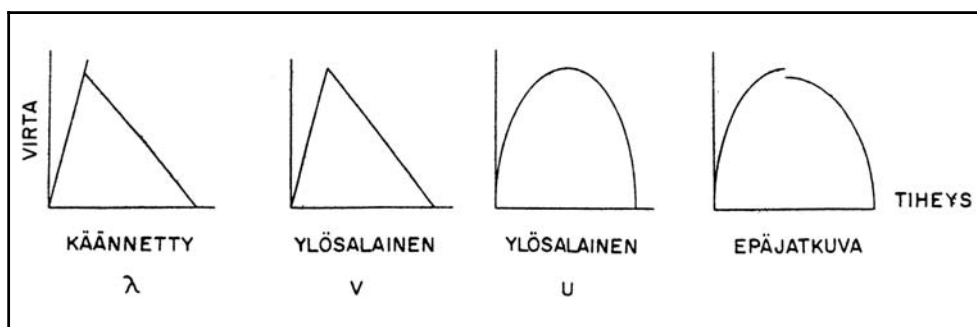
Kuva 46: Moottoritien päätte

3.4 Liikenneprosessi

3.4.1 Virtateoriat

Moottoriteiden ja niiden eritasoliittymien mitoittaminen ja toimivuuden tarkastelu, kuten yleensäkin liikenteen käsittely, on perusteiltaan muuttumassa. Tämä johtuu ennen kaikkea teoreettisen tutkimuksen paneutumisesta virran sisäisiin lainalaisuuksiin tavanomaisten määrien mittausten lisäksi. Uusia mitoitustaulukoita jouduttaneen vielä odottamaan vuosiakin. Seuraavassa tarkastellaan suunnitteluohjeen luonteesta poikkeavasti teoreettisia perusteita, koska ne edistävät omakohtaista ajattelua ja toimintaa.

Liikenne on prosessi, jossa edeltävä tila vaikuttaa nykytilaan ja tämä vuorostaan seuraavaan. Liikenteellisen toimivuuden kannalta ovat keskeisiä käsitteitä nopeus-liikennemääräsuhde ja tungostumis-palautumisprosessi. Käynnissä olevaa muutosta kuvaavat liikenteen perusyhtälön, liikennemäärä-tiheys, kuvaajan muodot. Kuva 47. Näistä ylösalainen paraabeli (U) on perinteinen, johon mm. HCM-85 mitoitus- ja palvelutasotekniikka perustuu. Kilpailuvia teorioita edustavat ylösalainen V, käännetty X ja epäjatkuva käyräpari. Uudemmat tutkimukset osoittavat nopeuden ja liikennemäärän välillä olevan lineaarisen tai kaksoislineaarisen suhteen maksimivälityskykyyn saakka. Lineaarisuhdetta kuvaa liikennemääräfunktion vasen nouseva suora haara. Taite peruskuvajassa merkitsee toiminnallista epäjatkuvuutta.



Kuva 47. Liikennemäärä/tiheys- teorit /4/

3.4.2 Toimivuustavoitteet

Keskeisten liikenneväylien, kuten moottoriteiden, suunnittelu- ja tarkastelukriteerinä tulee käyttää **pääajoradan luotettavaa toimintaa** kaikissa normaaleissa kysyntätilanteissa. Tämä edellyttää liikennekysynnän nykyistä parempaa tuntemista. Toimintapolitiikkana se tarkoittaa ylisytön ja siitä aiheutuvan liiallisen tihentymisen seurauksena aiheutuvan nopeuden ja liikennemäärän laskun välttämistä. Tarkastelu pohjautuu siten uudempaan liikenneteoriaan ja liikenteen prosessiominaisuuksiin.

Tungostumiskierteen välttäminen on ehdottoman tärkeää, koska tungos johtaa **ajoratilan tehottomaan (*) käyttöön**. Tämä alentunut toimivuustila jatkuu moninkertaisesti sen ajan, minkä laskennallinen ylisytön purkaminen kestäisi. Pitkälle kehitetyt tasapaino/optimointi-verkko-ohjelmat ("ekvilibrium"-periaatteelle rakennetut) eivät harvoja poikkeuksia lukuunottamatta vielä käsittele liikennettä prosessina eivätkä ota huomioon häiriön synnyn aikaista välitöntä toiminnan muutosta (alempi nopeus, hiukan alentunut välityskyky), seuraavaa syvempää muutostilaa (nopeuden ja välityskyvyn romahdus) ja pitkään kestävästä palautumisesta luontaiseen liikennevirran tilaan (nopeus alku-peräinen).

3.4.3 Pullonkaula

Tekninen pullonkaula (kapea tai kaventunut tienkohta) muodostaa tienkohdan, jonka liikenteellinen mekanismi on selkeä. Toiminnassa erotetaan selvästi kolme eri tilaa:

- normaali liikenne, jossa nopeus on vain vähän jos lainkaan liikennemääräriippuva
- Jonoutunut tilanne aina pysähdyksiin saakka (within the queue)
- jonon purkaustila ja purkautumisvirta (queue-discharge-flow).

Kaventumisen aiheuttama häiriö (alentunut purkausvirta/kaista) kasvaa kavennussuhteen mukaan. Välityskykynä voidaan pitää 1300-1500 ajon/kaista.

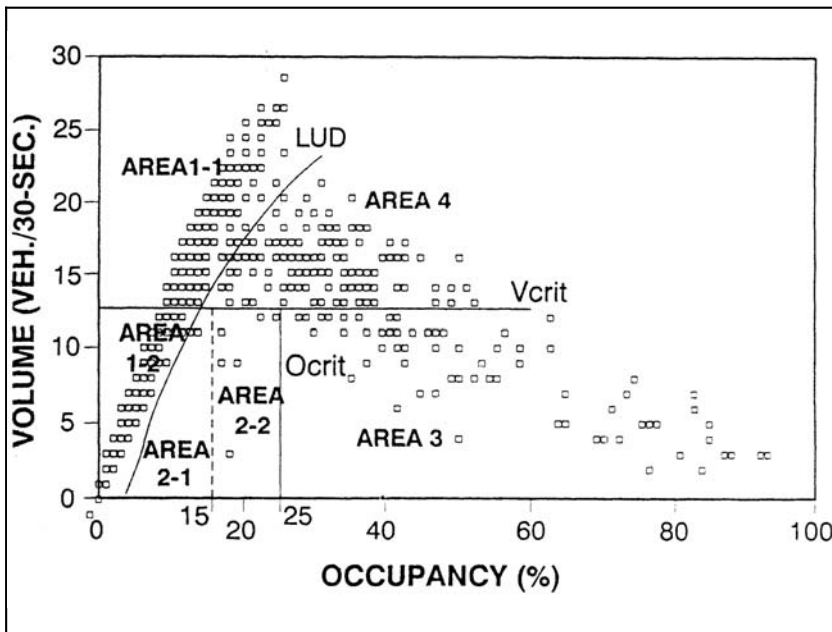
3.4.4 Varausosuus (occupancy) liikenteen kuvaajana

Liikenteen toiminnalliset tilat sijoittuvat liikennemäärä/varausosuus(**) akselissa selkeisiin alueisiin. *Kuvat 48 ja 49*. Edellinen kuvaa tienkohtia, joissa ei esiinny toistuvia tungoshäiriöitä, jälkimmäinen pullonkaulajaksoisen tien liikennettä. Liikenteellinen tila voi löytyä ajassa, paikassa tai virrassa.

(*) Tehokkuuden yksikkö on ajon.km/kaistakm x T.

(**) Varausosuus (occupancy), yksikkö %, tarkoittaa sitä aikaosuutta kokonaisajasta, jonka tienkohta (mittausanturi) on ajoneuvojen varaama.

Tilapisteiden toiminnallinen merkitys selviää kuvissa olevien alueiden (Area) avulla. Kaavioita voidaan käyttää tällöin liikennetilän häiriöiden tulkintaan ja etsintään.

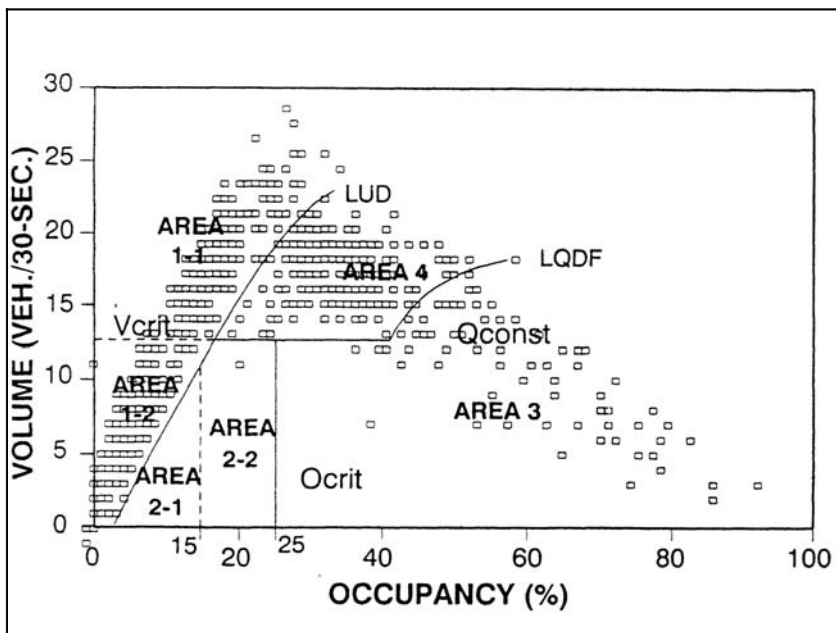


Kuvassa 48 alueiden välinen viiva

- LUD tarkoittaa tungostuneen ja tungos-
turnattoman tilan rajaa (Lower bound of
Uncongested Data),
- Ocrit kriittistä varausosuutta (O critical)
- Vcrit kriittistä liikennemäärää (V critical)

Kuva 48: Liikennevirran ominaisuudet Satunnaiset häiriöt /5/

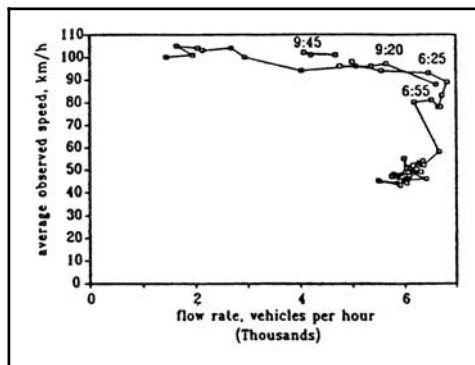
Viivat jakavat kentän alueisiin (Area)



- Area 1 tarkoittaa tungostumatonta
liikennettä.
- Area 2 tarkoittaa erästä tungostyyppiä
- Area 3 tarkoittaa syvää tungostilaa
- Area 4 lievempää tungostilaa
- Kuvan 49 alue 4 kuvaa pullonkaulan ai-
heuttamaa purkausvirtaa (QDF, queue
discharge flow. Rajaviiva LQDF).

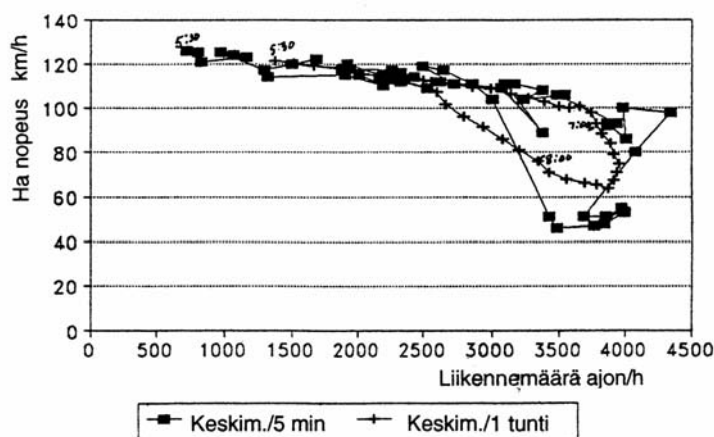
Kuva 49: Liikennevirran ominaisuudet. Toistuva (pullonkaula) häiriö /5/

3.4.5 Liikenteen tila aikasarjana



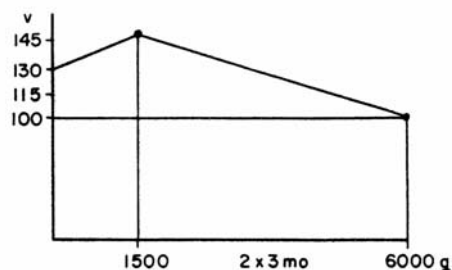
Kuva 50. Tilamittaukset aikasarjana, 3-k mo ajon./h /6/

Tilan aikasarjapisteet muodostavat tyypillisesti *kuvan 50* mukaisen pistejoukon. Kun näistä lasketaan liukuva tuntikeskiarvo, tulee esiin käytäntöä ja elpymisen hitautta kuvaava käyrä. *Kuva 51*.



Kuva 51: Liikennetilä prosessina /5/

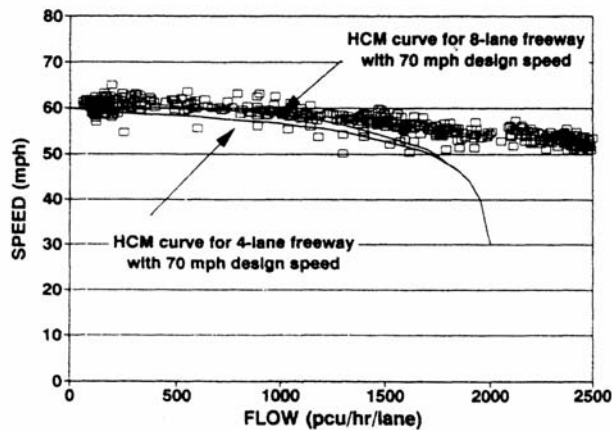
Liikennetilanteen vuorokautista aikasidonnaisuutta vapaissa nopeusolosuhteissa (Saksa) osoittaa *kuva 51*, jonka mukaan nopein liikennetilanne (1000 - 1500 ajon/ajorata) koostuu varhaisaamun kulkijoista. Yö- ja päiväliikenne ovat ajankohdasta/liikennemäärästä johtuen hitaampia. Ilmiö on tuttu myös Suomessa.



Kuva 52: Nopeuden aikasidonnaisuus

3.4.6 Välityskyky ja palvelutaso

Viimeaikaisissa tutkimuksissa on saatu korkeita välityskykyarvoja. "Normaaleja" 15 min rate-arvoja (*) ovat noin 2200 ajon/h ja kaista. Kuva 53. Kuvassa vertailu HCM-käyriin.



Kuva 53: Tyypillinen mittaustulos /7/

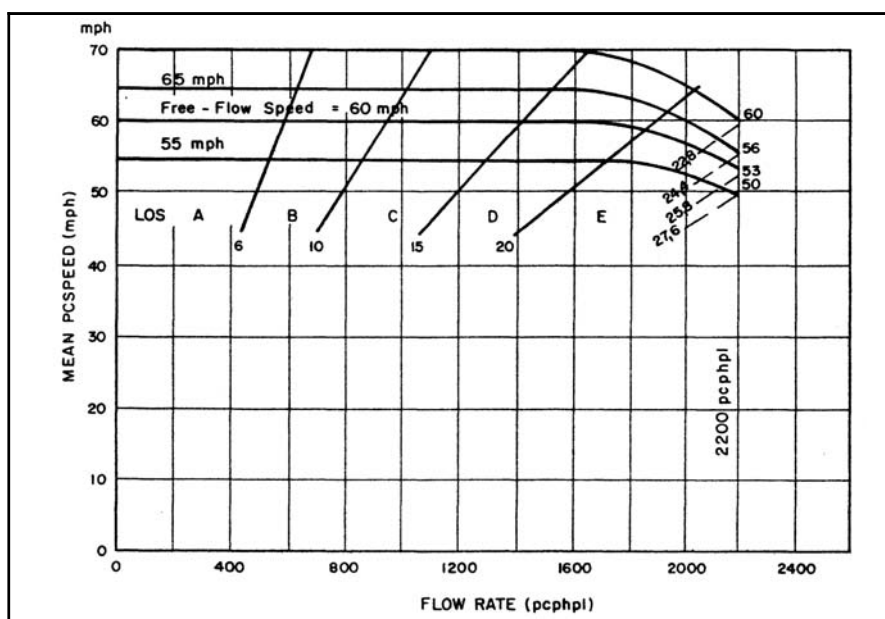
Liikenteellisen toimivuuden peruskriteeriksi on HCM:n uudistuksessa (92-) otettu tiheys (ajon./km). Tiheyden käänteisarvo on mitta ajoneuvoväli + ajoneuvon pituus. Ajajan havainnoima tilaindikaattori on ajoneuvoväli eli etäisyys edelläajavan takapuskuriin. Se yhdessä nopeustason kanssa ohjaa ajajan ajopäätöksiä ja edellä ajavan ajoneuvon seuraamista.

Palvelutasorajat (LOS: A-E) ilmoitetaan tiheyden (ajon./km) avulla. Kaava liikennemäärä = nopeus x tiheys sitoo perustekijät toisiinsa. Liikennemäärä ilmoitetaan yleensä arvona 15 min rate/hay (*). Moottoriteiden palvelutasokuvaaja raja-arvoineen uudistetussa muodossaan (HCM 94) esitetään kuvassa 54. Vapaa nopeus palvelutasotavoitteena sidotaan yhteysluokitukseen. HCM:n liikennetilatarkastelu on toistaiseksi staattinen eikä käsittele tungostumis-/purkautumisprosessia. Näitä kosketellaan jaksossa 3.4.5 ja 3.4.7.

Moottoriteiden palvelutasojen A-D sanalliset tilakuvaukset vastaavat aikaisempia kuvauksia, jolloin D vastaa yleisesti käytännöllistä kapasiteettia (kuormittunut, mutta vakaa). Häiriöitynyt tila E on yleensä lyhytkestoinen siirtymävaihe tilaan F (stop-and-go), eikä epämääräistä, käytännön kannalta tarpeellontakin rajaa E/F aina esitetä (vrt. 3.5.3).

4-kaistaisen moottoritien linjaosuuden välityskyvyn normaaliarvoksi esitetään (HCM 92-) 2.200 hay (15 min. rate)/h. Sen soveltuvuutta suomalaisiin olosuhteisiin ei ole selvitetty.

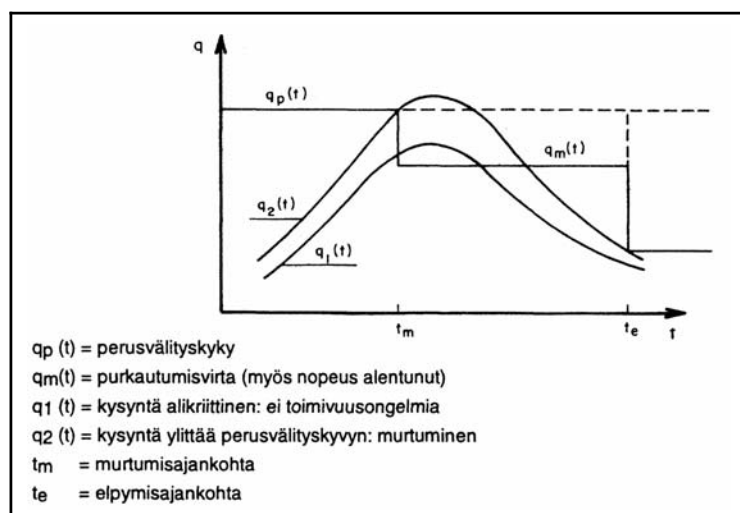
(*) Esim. 15 min rate-arvo tarkoittaa 4 x 15 min havaintoarvo.



Kuva 54: Uusittu HCM Moottoritiet palvelutasot ja tiheyden raja-arvot ajon./km /8, muistiinpanot/

3.4.7 Kysyntä ja tarjonta

Edellä oleva liikenneteoreettinen tarkastelu voidaan tiivistää tietyn kysyntätilanteen toimivuustarkasteluksi. Kysyntäfunktion $q = f(t)$ ja liikenteenvälityskäytön funktion $p = f(t)$ yhteisvaikutus on keskeinen suunnittelu-, mitoitus- ja liikennetilanteen laadun/luotettavuuden kriteeri. Tarkastelu suoritetaan aina suuntaisliikennettä käsitellen. Käytetään korkeintaan 15 min rate-arvoja. Tiejakson liikenteen päivittäisiä kysyntäfunktioita ja purkautumisvirtaa ei yleisesti ottaen tunneta. Kuva 55 osoittaa prosessin periaatetasolla. Laskentoja varten tarvitaan funktiot ja lukuarvot.



Kuva 55: Kysyntä ja välityskyky liikenneprosessissa

3.5 Liikenteellinen mitoitus

3.5.1 Toiminnallinen yleistavoite

Eritasoliittymän ramppiyhteyden välityskykyyn vaikuttaa rampin ja sekundaaritien liittymän liikennetekninen ratkaisu, rampin nopeutta alentava geometria ja liittymis-/erkanemisalueen kaistajärjestely. Kunkin näistä kolmesta toiminta-alueesta tulee olla erikseen toimiva. Turvallisuuden ja päätien toimivuuden kannalta on huolehdittava siitä, ettei erkanemisrampilla muodostu sellaisia jonoja, jotka edellyttävät hidastamista tai pysähtymistä moottoritien ajoradalla. Tasoliittymistä annettuja ohjeita voidaan sellaisenaan käyttää sekundaaritien ja rampin välisen liittymäpaikan toiminnan arviointiin.

Moottoritien ja varsinkin liittymisrampin välinen toimivuus riippuu paitsi liikennekysynnän suuruudesta myös moottoritieajoon tottumattomien määrästä ja yleisestä, opitusta ajokäyttäytymisestä. Lainsäädännön (*) tulkinta ja valvonta vaikuttavat myös eritasoliittymän toimintamahdollisuuksiin ja -tasoon. On ilmeistä, että tiestön tehokkuuteen pyrkivä ajokäyttäytyminen tulee tavaksi ennen laillistumistaan.

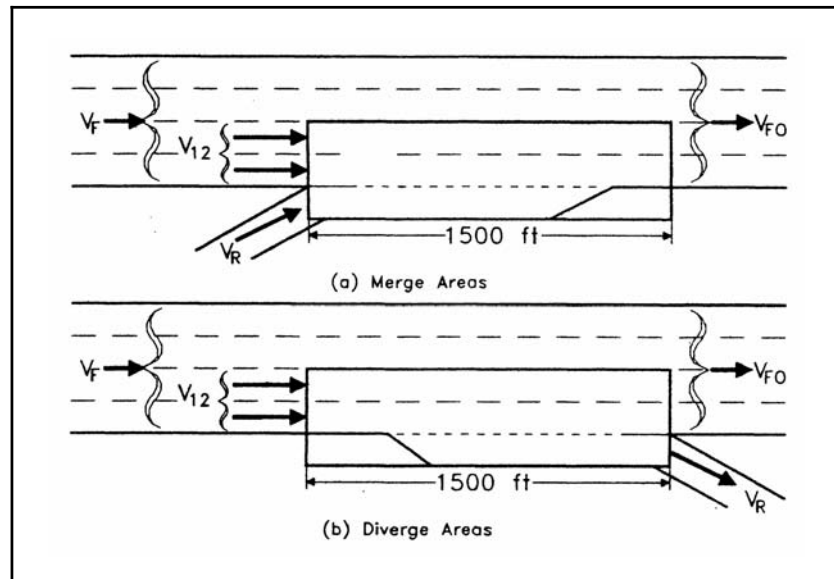
Liittymisprosessi on luonteeltaan toispuolista sekoittumista. Se, samoin kuin tavanomainen sekoittuminen muodostuu perättäisistä toiminnoista, jotka kukin vaativat toiminta-aluepituutta. Voidaan erottaa maalikärjen jälkeen seuraavat prosessivaiheet: aukon etsiminen, nopeuden hienosäätö, kaistan vaihto ja ajoneuvovälin sopeuttaminen "normaaliksi" Liian lyhyiksi pakottuneet aikavälit (ylitiheys) eivät ole pysyviä ja muodostavat toiminnallisen ongelmalähteen.

3.5.2 Liittymis- ja erkanemisalueen välityskyky

Uusimpien tutkimusten mukaan (TRB: HCM:n uusiminen) toimivuus määrittyy rampin ja kahden oikean puolisen kaistan (kaksikaistaisella ajoradalla koko ajoradan) liikennemäärän perusteella (15 min. rate). 3- ja 4-kaistaisia ajoratoja varten on kehitetty (USA) jakaumafunktiot kaistojen 1 ja 2 liikennemäärän summan laskemiseksi poikkileikkauksen liikennemäärän ja ramppiliikenteen funktiona. Niiden soveltuvuutta Suomen oloihin ei ole tarkistettu.

(*) Tieliikenneasetuksen 1-7 § määrää: Moottoritiellä on ajoneuvoa kuljetettava eniten oikealla vapaalla ajokaistalla. Milloin ajokaistat on opastusmerkein osoitettu tarkoitetuksi kukin tietylle liikennesuunnalle, kuljettaja saa kuitenkin käyttää olosuhteisiin ja matkan jatkamiseen parhaiten soveltuvaa ajokaistaa"

Karkeana arviona 6-kaistaisille moottoriteille voidaan pitää reunakuormituksen osuutta 60-70 %. Merkittävä käyttäytymisperusteinen tekijä useampikaistaisilla ajoradoilla on kaistoilla 1 ja 2 läpi liittymäalueen jatkavien autoilijoiden määrä. Tämä määrä vähentää reunatoimintoja, liittymis- ja erkanemisliikennemääriä.



Kuva 56: Liittymis- ja erkanemistapahtuma. Toiminta-alueet ja virrat /11/

Kaaviot (kuva 56) osoittavat mitoitusperiaatteen ja taulukko 7 HCM uudistuksessa todennäköisesti suositettavat **ideaalivälityskykyarvot** (HCM luku 3) /11/. Olennaista toiminnan hyvälle tasolle on sellainen liittymis- ja erkanemisalueiden geometrinen ratkaisu (pituudet, kaarevuus) joka sallii/mahdollistaa likimain ($\geq 85\%$) päätien nopeustason- Tämän ohjeen osassa B esitetyt geometriset ratkaisut täyttävät nämä toiminnalliset vaatimukset.

Taulukko 7: Liittymis- ja erkanemiskapasiteetit, 15 min rate, hay/h, ideaalitalanne /11, soveltaen/.

Moottoritien tyyppi	Liittymisalue		Erkanemisalue	
	Max V_{FO}	Max V_{R12}	Max $V_{FO} + V_R$	Max V_{12}
2 + 2k	4.400	4.400	4.400	4.400
3 + 3 k	7.050	4.600	7.050	4.400

V_{FO} = moottoritien kokonaisliikennemäärä välittömästi liittymäpaikan alapuolella
 V_{R12} = liittymisvaikutusalueetta lähestyvä kokonaisliikenne $V_{12} + V_R$

Tiheyden laskemiseksi on kehitetty /11/ seuraavat kaavat:

Yksikaistaisen rampin liittymisalue:

$$DR = 3.33 + 0,0046 VR + 0,0049 V12 - 0,0127 LA, \text{ jossa}$$

DR = rampin vaikutusalueen tiheys (hay/kaista/km)
LA,D on liittymis-/erkanemisalueen kokonaispituus (m).

Kaavan rakenne osoittaa, ettei liikenteen tulosuunnalla (ramppi tai moottoritien oikeat kaistat) ole merkitystä keskimääräiseen tiheyteen.

Yksikaistaisen rampin erkanemisalue:

$$DR = 2,62 + 0,0053 V12 - 0,0183 LD$$

Kotimaisia mittauksia ei ole esitettävissä.

3.5.3 Liittymis- ja erkanemisalueiden palvelutaso

Myös näiden alueiden liikenteellinen toimivuus ja palvelutason arviointi tul- laan uudistettavassa HCM:ssä perustamaan tiheyteen samalla periaatteella kuin linjaosuuksilla /11/. Palvelutasoluokan A yläraja on sama kuin linjaosuu- della. Sen sijaan muissa palvelutasoluokissa oletetaan liittymis- ja er- kanemisalueilla hyväksyttävän linjaosuutta hiukan suurempi tiheys. Käyte- tään 15 min. rate arvojalhay. Suositettavat (HCM:n uudistus) raja-arvot esite- tään *taulukossa 8*.

Taulukko 8: Liittymä- ja erkanemisalueiden palvelutasorajat /11/

Palvelutaso	Tiheyden enimmäisarvo (hay/kaista/km)	
A	6	(6) (1)
B	12	(10)
C	17	(15)
D	22	(20)
E ja F	>22	>(20)

(1) Vastaavat linjaosuuden arvot

Tutkimuksissa /11/ ei toimivan virran nopeus ole alittanut tasoa 67 km/h (40 mph). Yleensä nopeus on ollut yli 80 km/h (50 mph). Kriittinen rajatiheys on ollut 22-25 ajon./km. Jos mitoitustarkastelu osoittaa isompaa tiheyttä, on romahtaminen todennäköistä ja palvelutason luokitus on F. On huomattava, että esitetyllä raja-alueella voi esiintyä sekä vakaa että epävakaata liikennetilannetta samalla tiheyden arvolla.

Välittömästi liittymisalueen alapuolella saattaa esiintyä näitä korkeampiakin tiheyksiä. Liikenne pyrkii kuitenkin aina "normalisoitumaan" kasvattamalla aikavälit (headway), tai paremminkin autoilijan rekisteröimät ajoneuvovälit siedettäväksi. Tämä tapahtuu jättäytymällä liikennevirrassa ja sillä tavalla ajoneuvojonoa pidentämällä. Tarvittava hidastelu aiheuttaa ilman lisäsyöttöäkin tungostumisen ja liikenteen puuroutumisen ylävirrassa. On havaittu /12/, että ensimmäinen shokkiaalto tapahtuu 0,5-2,5 km liittymäalueen alapuolella. Liittymäalueen korkea kuormitusaste ei ole siten tavoiteltavaa koko väylän toiminnan luotettavuuden kannalta.

3.5.4 Rampin sisäinen kapasiteetti

Ramppien liikennetilasta on tehty vähän selvityksiä, koska välityskyvyn rajoittaa yleensä päätekohtien järjestely. Yksikaistaisen ajoradan, kuten nopean, pitkäkhön ja geometrialtaan hyvän rampin sisäisenä välityskykyarvona voidaan pitää arvoa 1500 hay/h. Rampin mahdollistama liikennemäärä alenee tästä nopeustason alentumisen (kaarevuus), noususuhteiden ja raskaan liikenteen funktiona.

Yleisesti käyttöön tulevien yleisperiaatteiden (mm. uusittu HCM) mukaan toimivuus ja palvelutaso määritellään tiheyden avulla. Ramppien osalta merkittävää on vain **käytännöllisen kapasiteetin** arviointi silloin kun rampin geometria asettaa sille rajan. Voidaan menetellä siten, että arvioidaan vaakageometrian sallima nopeustaso. Sen ja tiheysrajan (D/E) avulla lasketaan välityskykyarvo (hay-rate/h), joka muunnetaan kysynnäksi (ajon/h) ottamalla huomioon raskaiden autojen vaikutus. Alhaisesta nopeustasosta ja silmukkaramppien lyhyydestä johtuen nousun vaikutus ekvivalenttiin on vapaita tieosia suppeampi. Ilmeisesti välillä 2-7 olevat arvot ovat käyttökelpoisia tutkimusten puuttuessa.

Silmukkarampin (R noin 50 m) sisäisenä välityskykyynä voidaan suunnittelussa edelleenkin pitää arvoa 800-900 hay/h.

3.5.5 Sekoittumisalueet

Sekoittumisalueet tulevat kysymykseen vain kaupunkimoottoritiellä ja kokoojarampilla. Sekoittumisalueen liikenteen toiminta on monitahoinen ja häiriöaltis. Lyhyillä sekoittumisalueilla (alle normaalien liittymis-erkanemisalueiden yhteispituuden) liittyvän ja erkanevan liikenteen kaistanvaihdot tapahtuvat samanaikaisesti suoraan jatkuvan liikenteen seassa suhteellisen suurella nopeudella. Liittyminen tapahtuu kuitenkin pääasiassa (80-90 %) alueella 200-270 m maalikärjen alapuolella /12/.

Edellä (3.5.1) todetut perättäiset liittyvän liikenteen toiminnot löytyvät myös sekoittumisalueilta. Sekoittuminen johtaa korkean kuormituksen aikana yleensä alimittaisten ajoneuvovälien (m tai s) hyväksymiseen aiheuttaen epävakaan liikennetilanteen, tarpeen ajoneuvovälin kasvattamiseen nopeutta hidastamalla, shokkiaallon ja tukkeutumisen /12/.

Sekoittumisalueiden toiminnan tarkastelu ja palvelutason arviointi perustuu tiheyteen soveltaen edellä esitettyjä menetelmiä ja raja-arvoja.

3.6 Liikenteen hallinta

3.6.1 Toiminnallinen tehokkuus

Liikenteen alueellinen (verkko)suorite lasketaan yleensä vuositasolla, henkilökilometrimäärä/vuosi (hlökm/v) ja tonnikilometrimäärä/vuosi (tkm/v). **Tien tehokkuus** on tien (kaistan) pituus- ja aikayksikköä kohti mahdollistama suoritelmäärä, yksikkönä ajonkm/kaistakm/h.

Nopeus/liikennemääräriippuvuus on loivasti laskeva suora liikenteen murtumispisteeseen saakka. Maksimitehokkuus on juuri tätä tilaa ennen. Tämän vuoksi tulee välttää vastaavan tiheysrajan ylittymistä liikenteen hallinnan keinoin ja ylläpitää jatkuvaa, korkeata tehokkuutta.

Häiriön aiheuttama tehokkuuden välitön alentuminen (nopeuden lasku ja mahdollisesti liikennemäärän pienentyminen) on 10-20 %. Syvän häiriötilan tehokkuustaso on noin (0)20 % ja häiriökohdan alapuolisen, palautuvan virran noin 70 % normaalimaksimista. Ruuhkasta aiheutuva vajaakäyttöinen tie tuhlaa tiepääomaa ja kohottaa liikennekustannuksia.

3.6.2 Ramppiohjaus

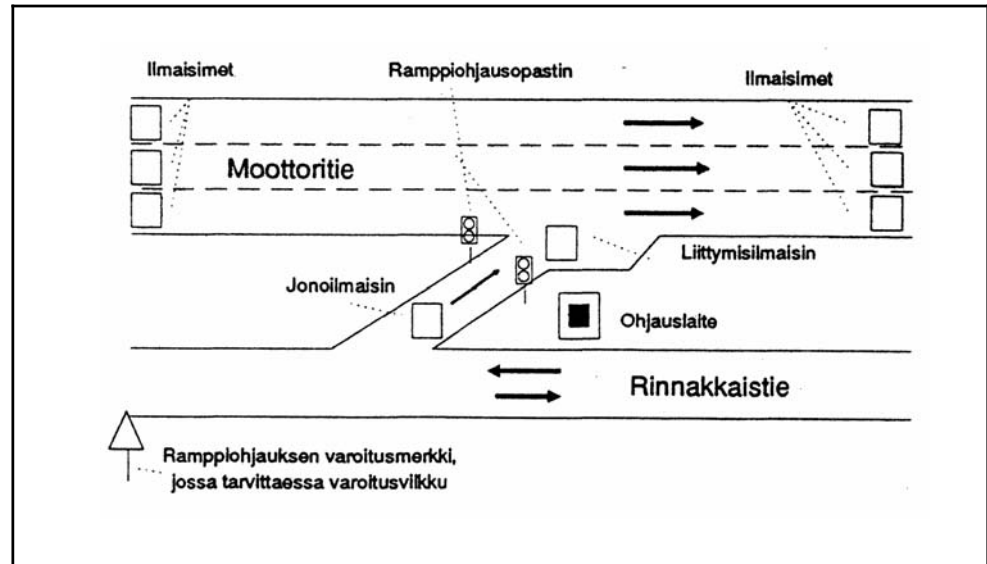
Liikenteen hallinnan keinoja ovat:

- liikennepoliittinen vaikuttaminen kysyntään (kulkumuoto)
- käytön sääntely kohdistettuna toimivuuden kannalta kriittisiin tienkohtiin/ajankohtiin.

Moottoritien toiminnan sääntely on periaatteessa yksinkertaista estämällä ylisyyttö ramppiohjauksella (liikennevalo-ohjaus). Lisäksi voidaan tarvita sekä kiinteä että muuttuva opastusjärjestelmä vaihtoehdoille reiteille korridorissa tai alueella.

Ramppiohjauksen ohjauslogiikan tulee perustua **ongelman ennakointiin** eikä vain jo syntyneen häiriön purkamiseen. Tämä edellyttää liikenteen prosessiominaisuuksien tuntemista, relevantteja tilamittauksia ja kynnsarvoja muutoksineen. Tämän tyyppisiä kehitelmiä on jo käytössä.

Ramppiohjaukseen liitetään yhä useammin liikennepoliittisia näkökohtia suosimalla henkilöautoista kuormitetuimpien ($\geq (2)3$ hlö/ha) priorisoitua pääsyä moottoriteille.

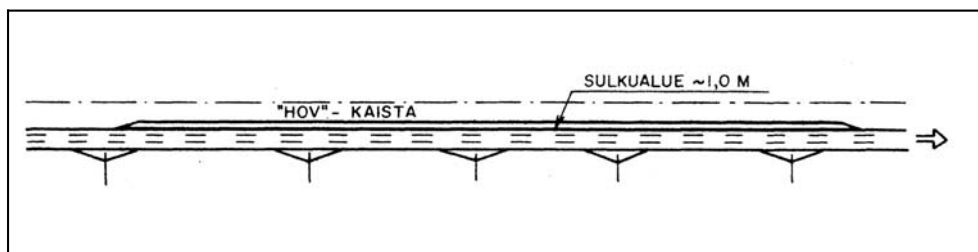


Kuva 57: Ramppiohjaus /9/

3.6.3 Korkeakuormitusajoneuvojen ajoradat ja -kaistat

Varsinkin USA:ssa lähestytään kehittämätöntä joukkoliikennettä (bussit) suomalaisella kaupunkimoottoriteillä pikkubusseja ja henkilöautoja (yleensä $\geq 2-3$ hklöä), ns. HOV:ja (Korkeakuormitusajoneuvo, High Occupancy Vehicle), järjestämällä näille etuisuuksia tai erityisiä HOV-kaistoja. Kaistat ovat keski-alueen vieressä ja ovat itse asiassa ruuhkautumisherkän alueen "ohituskaistoja", joita voi käyttää vain koko alueen ohittava liikenne. Kaistojen käyttöä valvotaan. Kaistojen kuormitukset eivät ole yleensä nousseet suuriksi, joten

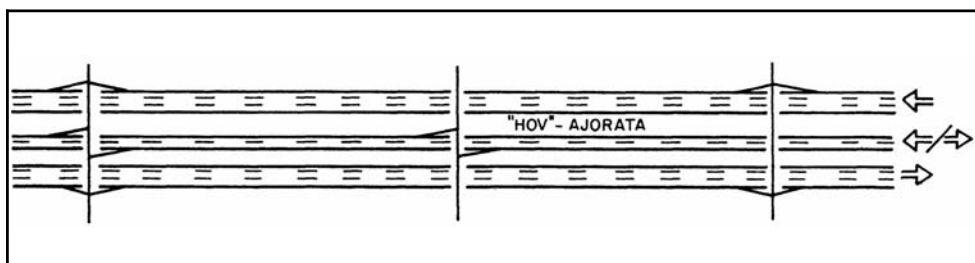
kaistoja ei voida ottaa pois ("varata") muulta liikenteeltä, vaan ne on rakennettava entisten lisäksi. Lähemmin "Tielaitoksen selvityksiä 21/1994. HOV-ratkaisut", TIEL 3200231.



Kuva 58: HOV-kaista

Alunperin suunniteltuna voidaan HOV-järjestelmä sijoittaa erillisenä kolmantena ajoradana moottoritien keskialueelle. Näissä ratkaisuissa voidaan tälle ajoradalle rakentaa omia rampeja poikkikaduille. Ajorata on yleensä suunnaltaan käännettävissä (aina yksisuuntainen). Järjestelyn taloudellinen kynnyks on korkea:

- moottoritiellä (3+3 kaistaa) kaistakuormitus $\geq 23\ 000$ ajon/vrk.
- HOV-ajoradalla $> 3\ 000$ henkilöä huipputunnin aikana kaistaa kohti.



Kuva 59: HOV-ajorata

3.7 Yleissuunnittelu

Yleissuunnitelmalla tarkoitetaan geometrisesti mitoitettua liikenneteknistä ratkaisua, joka täyttää toiminnalliset vaatimukset, on maastoon ja ympäristöön sijoitettu ja josta käsittelyjen jälkeen annetaan toimenpidepäätös. Yleissuunnitelman tulee sisältää luonnokset silloista ja muista taitorakenteista. Geotekninen periaateratkaisu tulee selvittää. Eritasoliittymän osalta yleissuunnitelma vastaa systeemikaavio tai sitä tarkempi suunnitelma.

Eritasoliittymäalue on nopeiden päätösten ja ajosuoritusten suorituspaikka. Yleissuunnitteluvaiheessa tulee kiinnittää erityistä huomiota **liikenneympäristön pehmeään ratkaisuun**, joka ymmärretään lähinnä niin loivien luiskien käyttämisenä, että vältetään kaiteilta. Toiseksi tulee **suojata väistämättö-**

mät kovat esteet, kuten siltapilarit, valaisinpylväät ja opasterakenteet törmäysystävällisillä kaiteilla tai käyttää **törmäysystävällisiä** ratkaisuja. Koimanneksi tulee käyttää maarakenteita ja istutuksia muodostamaan ja **korostamaan yhteenkuuluvia liikennetiloja ja häivyttämään taustahäiriöitä**.

Yleissuunnitelmatasoinen suunnitteluvaihe edeltävine vaiheineen, tieverkko moottoritiekorridorissa ja eritasoliittymän systeemisuunnittelu, tulee läpikäydä myös tilantarpeen osoittamiseksi kaavoituksessa. Yksinkertaisissa ja ongelmattomissa tapauksissa riittää tähän myös ammattitaidolla tehty systeemikaavioon päätyvä suunnittelu.

3.8 Detaljisuunnittelu

Detaljisuunnittelu tapahtuu tiesuunnitelmavaiheessa. Vaihe ei olennaisesti muuta asiallisesti laadittua eritasoliittymän yleissuunnitelmaa. Tarkka geometrinen suunnittelu tapahtuu osan B mitoitusohjeita käyttäen. Lisäsuunnittelu sisältää siten lähinnä rakennussuunnitelman tuottamia rakenne- ja mitta-, määrä- ym. piirroksia, tulostuksia.

LÄHTEET

- /1/ TRB Annual Meeting 1992 Session 103
- /2/ Rijkswaterstaat, Richtlijnen voor het ontwerpen van autosnelwegen. 1975
- /3/ RTAC: Manual of Geometric Design Standards for Canadian Roads. 1986
- /4/ TRB 1225/1990
- /5/ TRB PREPRINT 930330
- /6/ TRB Record 1287/1990
- /7/ TRB Record 1320/1991
- /8/ TRB Annual meeting 1994, Session 44
- /9/ Ramppiohjausselvitys, TI EL 3200036, tielaitoksen selvityksiä 40/1991, TIEL kehittämiskeskus
- /10/ Pääväylät kaupunkialueilla, TIEL 2130011
- /11/ New Capacity Analysis Procedures for Ramp-Freeway Terminals (Proceeding of HCM-Symposium 1994)
- /12/ Evaluating Capacity of Freeway Weaving Sections and On-Ramps Using the Microscopic Simulation Model FOSIM (HCM-Symposium 1994)