

Aalto-yliopisto
Insinöörیتieteiden korkeakoulu
Insinöörیتieteiden kandidaattiohjelma

Moottoritiet bulevardeiksi

Kandidaatintyö

26.11.2015

Kim Säppi

AALTO-YLIOPISTO INSINÖÖRITIEIDEIN KORKEAKOULU PL 11000, 00076 AALTO http://www.aalto.fi		KANDIDAATINTYÖN TIIVISTELMÄ	
Tekijä: Kim Säppi			
Työn nimi: Moottoritiet bulevardiksi			
Koulutusohjelma: Insinöörیتieteiden kandidaattiohjelma			
Pääaine: Energia- ja ympäristötekniikka		Pääaineen koodi: ENG3042	
Vastuupettaja(t): Henry Gustavsson			
Ohjaaja(t): Terhi Pellinen			
<p>Moottoriteiden ja moottoritiemäisten väylien bulevardisointi on keino vapauttaa moottoriteiden suoja-alueiden vaatimaa rakentamiskelpoista maata asuin-, toimitila- ja virkistysrakentamisen käyttöön kaupunkialueella. Bulevardisointi poistaa moottoritien aiheuttaman estevaikutuksen, parantaa alueen viihtyisyyttä ja helpottaa alueen muun liikenneverkon toteuttamista. Bulevardisoinnilla on kuitenkin liikenteellisiä vaikutuksia; alhaisemmat nopeusrajoitukset ja tasoliittymät saattavat ruuhkauttaa liikennettä. Lisäksi moottoritien liikenneturvallisuus on selvästi parempi kuin kadun, sillä kadulla eri liikennemuodot yhtyvät ja erilaiset esteet ja ärsykkeet ovat helpommin saavutettavissa.</p> <p>Kadun liikenneturvallisuus on otettava huomioon kadun suunnitteluvaiheessa. Pääasialliset turvallisuuteen vaikuttavat tekijät ovat kadun ajonopeus, reunaympäristön turvallisuus, liittymien ja kevyen liikenteen ylityspaikkojen järjestelyt sekä polkupyöräväylän sijainti. Ympäristön olosuhteet voivat vaihdella huomattavasti, joten myös kadun liikennejärjestelyiden on oltava joustavia ja ympäristöön soveltuvia. Liikennejärjestelyiden on oltava johdonmukaisia, jotta tienkäyttäjät pystyvät ennakoimaan liikenneolosuhteita aiemman kokemuksen perusteella.</p> <p>Kadun nopeusrajoituksen tulee perustua ajoradan ja sen ympäristön muodostamiin olosuhteisiin. Jotta nopeusrajoitus voidaan asettaa sopivaksi, tulee kadun leveyden määrittämisellä ja liikenteen rauhoittamisen toimenpiteillä tehdä kadun luontainen ajonopeus ympäristön ja muiden tienkäyttäjien tarpeita vastaavaksi. Kadun reunaympäristön tulee minimoida ajoneuvon hallinnan menetyksen aiheuttama vaara sekä ajoneuvon käyttäjille että muille tienkäyttäjille. Kadulla käytettävien liittymäratkaisujen soveltuvuus ja polkupyöräväylän oikea asema riippuvat paikallisista liikenneolosuhteista.</p>			
Päivämäärä: 26.11.2015		Kieli: suomi	Sivumäärä: 24+1
Avainsanat: bulevardi, bulevardisointi, liikenneturvallisuus, moottoritie			

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	1
1.1 Tutkimuksen tausta	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet, menetelmät ja rakenne.....	2
2 Bulevardisointi	3
2.1 Bulevardisoinnin perusteet.....	3
2.2 Bulevardisoinnin vaikutus kaupunkikuvaan	3
2.3 Bulevardisoinnin vaikutus liikenteeseen.....	4
3 Moottoritien ja bulevardin ominaisuudet	6
3.1 Moottoritien ominaisuudet	6
3.1.1 Moottoritien määritelmä	6
3.1.2 Moottoritien tietekniset vaatimukset	6
3.2 Bulevardien suunnittelun haasteet.....	8
4 Turvallinen kaupunkibulevardi	9
4.1 Moottoriajoneuvoliikenteen turvallisuus	9
4.1.1 Kadun liikenneturvallisuuden lähtökohdat	9
4.1.2 Kadun nopeusrajoitus ja leveys	10
4.1.3 Liikenteen rauhoittaminen	11
4.1.4 Katuympäristön pehmentäminen	12
4.1.5 Liittymien tyyppi	13
4.2 Kevyen liikenteen turvallisuus	14
4.2.1 Kevyen liikenteen sijainti	15
4.2.2 Kevyen liikenteen risteämisturvallisuus	17
5 Johtopäätökset ja yhteenveto	19
5.1 Suositukset moottoritien turvalliseen bulevardisointiin.....	19
5.2 Tutkimuksen rajoitteet ja jatkotutkimus.....	20
Lähteet	21
Liitteet	

Liite 1 Bulevardin mahdollisia poikkileikkauksia 1 s

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Moottoriteiden bulevardisointi on tapa vapauttaa kaupungeissa sijaitsevien moottoriteiden vaatima tila kaupunkirakentamiseen ja virkistyskäyttöön. Moottoritiet palvelevat vain moottoriajoneuvoliikennettä ja vaativat huomattavan määrän tilaa mahdollistaakseen turvallisen ajon suurilla ajonopeuksilla.

Asukasmäärältään ja työpaikkatarjonnaltaan kasvavien kaupunkien tulee kyetä vastaamaan asuntojen, liiketilojen ja virkistysmahdollisuuksien kysyntään. Uudet asuinalueet voidaan joko rakentaa entistä kauemmas kaupunkien keskustoista tai lähelle kaupungin keskustaa, mikä usein vaatii maankäytön tehostamista. Eräänä vaihtoehtona maankäytön tehostamiseen on esitetty kaupungin sisääntuloväylinä toimivien moottoriteiden ja moottoritienmäisten teiden muuttamista katumaisiksi kaupunki-bulevardeiksi.

Moottoritie rajaa ympäristönsä selvästi kahteen alueeseen ja erottuu laajoine suoja-alueineen selvästi ympäristöstään. Bulevardikatu taas sopii perinteiseen kaupunkikuvaan ja luonnolliseen kaupungin jatkumoon. Bulevardisoinnin seurauksena moottoritien suoja-alueen ja liiallisen meluhaitan takia rakentamiskelvottomalle maalle voidaan rakentaa asuntoja sekä toimitiloja tai virkistysalueita. Entisten ajoratojen yhteyteen rakennetaan kevyen liikenteen ja joukkoliikenteen infrastruktuuria. Moottoritien alikulut ja pitkät ylikulut muuttuvat pääosin ajoradan tasossa oleviksi ylityspaikoiksi. Bulevardisoinnin seurauksena moottoriajoneuvoliikenteen nopeus siis pienenee, mutta kaupungin tilankäyttö tehostuu sekä viihtyisyys ja muiden liikennemuotojen huomiointi lisääntyy.

Bulevardisointi vaikuttaa merkittävästi liikenteen rakenteeseen mahdollistaen monipuolisen eri liikennemuotojen käytön. Moottoritieellä kevyt liikenne on kielletty, ja rinnakkaisväylien taso voi olla vaihteleva. Tiiviisti rakennetussa kaupungissa, joka on suunniteltu monipuolisen liikenteen tarpeet huomioiden, kevyen liikenteen käyttö ja julkisen liikenteen tarjonta ovat entistä houkuttelevampia vaihtoehtoja.

Alhaisempien nopeusrajoitusten ja risteysten aiheuttamien pysähdysten ansiosta yksityisautoilu on vähemmän kannattavaa. Kaupungin keskustaan suuntautuvan liikennesuoritteen voidaan myös olettaa vähenevän, kun palveluita sijoitetaan bulevardien varsille. Pidentyneet matka-ajat keskustaan saattavat myös ohjata kulutusta kaupungin laitamille rakennettuihin ostoskeskuksiin.

Kaikkea nykymuotoista liikennettä ei kuitenkaan ole tarkoituksenmukaista korvata kevyellä tai julkisella liikenteellä. Moottoritiet ovat moottoriajoneuvoliikenteelle nopeita ja turvallisia liikenneväyliä, sillä niiden kaistat ovat leveitä eikä risteävää liikennettä tai ulkoisia ärsykyksiä ole. Jotta bulevardisointi on ylipäättään mahdollista, on ajonopeuksista ja liikenteen sulavuudesta tingittävä ympäristön ja muiden liikennemuotojen huomioon ottaen. Moottoritien korvaavan bulevardin suunnittelussa on kuitenkin huomioitava tehokkaamman maankäytön ja eri liikennemuotojen yhtymisen aiheuttamat haasteet kadun turvallisuudessa.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet, menetelmät ja rakenne

Tämän kandidaatintyön tavoitteena on perehtyä sekä moottoriajoneuvoliikenteelle että kevyelle liikenteelle turvallisen moottoritien korvaavan kaupunkibulevardin suunnittelun keinoihin. Tutkimus vaatii myös perehtymistä bulevardisoinnin muihin seurauksiin, kuten liikenteen ja kaupunkikuvan muutoksiin, jotka vaikuttavat bulevardin käyttötarpeeseen. Tutkimuksen pääpaino on kuitenkin liikenteelle turvallisen bulevardin suunnittelun keinojen selvittämisessä. Tutkimuksessa ei myöskään perehdytä bulevardisoinnin taloudellisiin tai yhteiskunnallisiin seurauksiin. Täten esimerkiksi bulevardisoinnin rahoitusta tai vaikutusta asunto- ja toimitilarakentamiseen ei tutkita tarkasti.

Tämä työ on kirjallisuustutkimus, jonka aineistona on käytetty tutkimustuloksia, kirjallisuutta, tilastotietoja, ohjeistuksia ja lakitekstejä teiden ja katujen suunnittelusta, rakennuksesta ja kunnossapidosta. Työssä on myös käytetty ulkomaisissa kohteissa suoritettuja tutkimuksia bulevardisoinnin vaikutuksista.

Bulevardisoinnista on tehty Aalto-yliopistossa kandidaatintyö vuonna 2014. Oliver Heinosen työssä käsitellään bulevardisoinnin liikenteellisiä vaikutuksia ja niiden arviointia Helsingin seudulla. [1]. Tässä työssä keskitytään erityisesti bulevardisoinnin liikenneturvallisuusvaikutuksiin ja niitä minimoiviin ratkaisuihin.

Työ koostuu viidestä luvusta. Seuraavassa luvussa esitellään tarkemmin bulevardisoinnin perusteita ja vaikutuksia. Luvussa 3 tutustutaan moottoritien ja bulevardin vaatimuksiin ja eroihin. Luvussa 4 esitetään keinoja, joilla voidaan parantaa kadun liikenneturvallisuutta eri liikennemuotojen osalta. Viimeisessä luvussa esitetään yhteenveto aiemmissa luvuissa esitetyistä ilmiöistä ja suosituksia bulevardisoinnin toteutukseen.

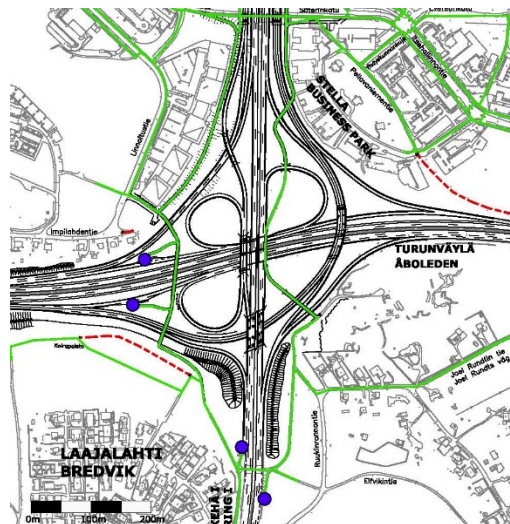
2 Bulevardisointi

Moottoritien bulevardisoinnilla tarkoitetaan moottoritien korvaamista katumaisella bulevardilla. Tässä luvussa tarkastellaan lyhyesti bulevardisoinnin syitä sekä sen vaikutuksia kaupunkikuvaan ja kaupungin liikenteeseen.

2.1 Bulevardisoinnin perusteet

Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston teettämän selvityksen mukaan bulevardisoinnin päätavoitteina ovat kaupungin rakentamiseen soveltuvan alan kasvattaminen ja asuinviihtyvyyden lisääminen esimerkiksi vähentämällä moottoriteiden toisistaan eristämien alueiden välille syntyvän estevaikutuksen merkitystä. Esimerkiksi Helsingissä Kehä I:n sisäpuolisten moottoriteiden ja moottoritiemäisten väylien bulevardisoinnin vapauttamille kaupunkibulevardivyöhykkeille odotetaan selvityksen mukaan rakennettavan asuinrakennuksia 80 000 asukkaalle ja toimitiloja 60 000 henkilön työpaikoille vuoteen 2050 mennessä. [2].

Moottoritiet vaativat laajat suoja-alueet melu-, saaste- ja liikenneonnettomuusvaikutusten minimoimiseksi. Myös moottoriteiden edellyttämät suuret eritasoliittymät vievät merkittävästi tilaa. Vain moottoriajoneuvoliikennettä palvelevien moottoriteiden tilankäyttö on pois muilta kaupungin vaatimilta toiminnoilta, kuten asuin- ja toimitilarakentamiselta sekä luonnon virkistyskäytöltä. Moottoritieväylät myös vaikeuttavat ympäristönsä muiden liikennejärjestelyjen toteuttamista. Kuvassa 1 on esitetty Espoossa sijaitsevan Turunväylän ja Kehä I:n eritasoliittymän tilavaatimus sekä kevyen liikenteen sekavat liikennejärjestelyt. Liittymän alueella kevyt liikenne joutuu käyttämään monimutkaisia kiertoteitä sekä alikulkujen ja siltojen muodostamaa liikenneverkkoa. Kuvassa 1 nähdään myös, kuinka läheisten katujen risteysten tilantarve on huomattavasti eritasoliittymää pienempi.



Kuva 1. Leppävaaransolmun kevyen liikenteen väylät vihreällä. [3]. Kuvaa muokattu.

2.2 Bulevardisoinnin vaikutus kaupunkikuvaan

Bulevardisointi vapauttaa moottoriteiden sitomaa tilaa rakennus- ja virkistyskäyttöön sekä lieventää moottoriteiden hallitsevaa vaikutusta ympäristönsä visuaaliseen

ilmeeseen. Kansainvälisissä tutkimuksissa on todettu sekä yhdysvaltalaisien että eteläkorealaisten kaupunkien bulevardisointiprojektien lisännen lähialueiden asuinrakentamista ja työpaikkatarjontaa sekä nostaneen maan arvoa [4,5].

Moottoriteiden aiheuttama estevaikutus kaupunginosien välillä voi olla huomattava. Kuvassa 2 on esitetty Yhdysvaltain Bostonissa toteutetun bulevardisoinnin aiheuttamaa muutosta kaupungin ilmeeseen. Entinen korotettu moottoritie on osin kaivettu maan alle, ja vapautunut maanpäällinen tila on käytetty pieneen bulevardiin sekä pitkittäiseen viheralueeseen [5]. Uusi ratkaisu on selvästi ystävällisempi kevyelle liikenteelle, tarjoaa suurkaupungin asukkaille virkistytymismahdollisuuksia ja auttaa luomaan viihtyisämpää kaupunkimaisemaa. Ennen pelkälle moottoriliikenteelle soveltuva alue on nyt monipuolisemmin käytettävissä. Myös bulevardisoinnin vaikutukset kadun ympäristölle ovat olleet myönteiset, sillä lähialueiden maan arvon on havaittu nousseen muuta kaupunkia enemmän ja alueelle on kohdistunut investointeja sekä liike-elämän että asuinrakentamisen saroilla [5].



Kuva 2. Vasemmalla Bostonin Interstate 93 ja oikealla sen korvannut Rose Kennedy Greenway. [6].

Moottoriteiden suuret ajonopeudet mahdollistavat pitkien ajomatkojen suorittamisen nopeasti. Tämä tukee lähiöiden ja nukkumalähiöiden rakentamista moottoriteiden varsille kauas kaupunkien keskuksista. Britannialaisessa tutkimuksessa on havaittu, että teiden lisärakentaminen ja parantaminen kasvattaa liikennemääriä [7]. Moottoriteiden viemä tila olisi kuitenkin käytettävissä kantakaupungin luonnolliseen laajentamiseen. Nopeiden liikenneyhteyksien vähentäminen edelleen kannustaa tiiviiseen kaupunkirakentamiseen, jolloin väylien tarve vähenee.

2.3 Bulevardisoinnin vaikutus liikenteeseen

Moottoriteiden suuret nopeusrajoitukset ja tasossa risteävien teiden puuttuminen tukevat nopeita pitkiä automatkoja. Bulevardikatujen nopeusrajoitukset ovat väistämättä alhaisemmat, jotta kuljettajien on turvallista ajaa kapeammilla kaistoilla, ja muut tienkäyttäjät eivät altistu liialliselle vaaralle. Edelleen moottoriteiden vaatiman liikenteen sujuvuuden edellyttämä liittymien harvuus sekä suurten ajonopeuksien mahdollistama

moottoritien käyttö kiertotienä kasvattavat liikennesuoritetta. Bulevardien mahdollistamat tiiviit kaupunkirakenteet sekä tasaisemmat liikenneolosuhteet sen sijaan kannustavat käyttämään mahdollisimman suorja ajoreittejä.

Edellisessä alaluvussa esitetty tiiviimmän kaupunkirakentamisen malli suosii julkisen ja kevyen liikenteen käyttöä henkilöautomatkojen sijaan. Julkinen liikenne on myös kannattavampaa tiiviimmin rakennetuissa kaupungeissa, jolloin palvelutasoa voidaan parantaa ja julkisen liikenteen houkuttelevuus kasvaa entisestään [8]. Myös kävellen ja polkupyöräillen suoritettujen matkojen on todettu olevan yleisempiä tiiviisti asutuilla alueilla, hyvän infrastruktuurin läheisyydessä ja lyhyillä matkoilla Yhdysvalloissa [9]. Kävellen ja pyöräillen suoritetuissa matkoissa erityisesti matkan pituus on rajoittava tekijä liikennemuodon valinnassa [10].

Kadun alhaisemman nopeusrajoituksen sekä yksitasoisten liittymien takia yksittäisen moottoriajoneuvomatkan ajallinen kesto pitenee bulevardisoinnin jälkeen aiempaan, moottoritiellä ajettuun matkaan verrattuna. Bulevardisoinnissa voidaan kuitenkin osittain huomioida ja ennaltaehkäistä tien moottoriajoneuvokapasiteetin alenema. Vaikka yksittäisen matkan ajallinen kesto kasvaa, tien välityskyky ei välttämättä kärsi samassa suhteessa. Käyttämällä Liikenneturvan suosittelemia vähimmäisturvavälejä ja ajoneuvon pituutena viittä metriä, saadaan taulukon 1 osoittamat lukemat matka-ajalle ja välityskyvyille keskinopeuksilla 50 ja 100 km/h.

Taulukko 1. Matka-aika ja yhden kaistan välityskyky keskinopeuksilla 50 ja 100 km/h. [11].

Keskinopeus (km/h)	Turvaväli (m)	Matka-aika (s/km)	Välityskyky (ajoneuvoa/h)
50	25	72	1667
100	100	36	952,4

Taulukkoa tarkastellessa on huomioitava, että kadun todellinen ajonopeus on huomattavasti moottoritietä vaihtelevampi ja 50 km:n/h keskinopeuden saavuttaminen vaatii huomattavasti 50 km/h suurempaa nopeusrajoitusta. Esimerkiksi Helsingin kantakaupungissa illan moottoriliikenteen keskinopeus syksyllä 2011 suoritettussa tutkimuksessa oli vain 14,8 km/h [12]. Kadun liikennejärjestelyt ja tasossa risteävät tiet vaikuttavat kielteisesti tien välityskykyyn. Bulevardisoinnin vaikutuksia välityskykyyn voidaan paikoin vähentää myös laajentamalla tietä yhdellä kaistalla molempiin suuntiin, sillä bulevardi vie vähemmän tilaa kuin moottoritie suoja-alueineen.

Bulevardisoinnin ohella on mahdollista säilyttää alkuperäisen moottoritien kaltainen tie, joskin alhaisemmalla nopeusrajoituksella, jos alkuperäinen tie katetaan tai kaivetaan tunneliin maan alle. Tällöin bulevardi voidaan rakentaa kyseisen tien päälle. Samansuuntaisen, nopeamman väylän olemassaolo vähentää myös bulevardin liikennettä, joten bulevardi voidaan suunnitella erityisesti rakentamisen ja kevyen liikenteen tarpeet huomioon ottaen. Laajamittainen kattaminen ja tunnelin rakentaminen on kuitenkin kallista. Myös tunnelin suuaukkojen sijoitus olemassa olevaan tiiviisti rakennettuun kaupunkiympäristöön voi olla haasteellista, joten liittymiä voi olla rajoitetusti.

3 Moottoritien ja bulevardin ominaisuudet

Moottoritie ja katu eroavat toisistaan käyttäjiensä, käyttötapansa ja ympäristönsä osalta. Tässä luvussa tutkitaan näiden erojen vaikutusta edellisessä luvussa esitettyjen bulevardisoinnin seurausten syntyyn sekä pohjustetaan seuraavassa luvussa esitettyjä kadun liikenneturvallisuuden haasteita ja niiden ratkaisukeinoja.

3.1 Moottoritien ominaisuudet

3.1.1 Moottoritien määritelmä

Suomi on ratifioinut Wienissä vuonna 1968 laaditun tieliikennettä koskevan yleissopimuksen vuonna 1985 [13]. Sopimukseen kirjattu moottoritien määritelmä on seuraava:

- j) Moottoritie tarkoittaa tietä, joka on erityisesti suunniteltu ja rakennettu moottoriajoneuvoliikennettä varten ja joka ei palvele sen varrella olevia kiinteistöjä sekä
 - i) jossa on, erityisiä kohtia tai tilapäisjärjestelyjä lukuunottamatta, kumpaakin liikennesuuntaa varten toisistaan keskikaistalla, jota ei ole tarkoitettu liikenteelle, tai poikkeuksellisesti muulla tavoin erotetut erilliset ajoradat;
 - ii) joka ei risteä samassa tasossa tien, rautatien, raitiotien eikä jalankulkutien kanssa;
 - iii) joka on erityisesti merkitty moottoritieksi. [13].

Lisäksi yleissopimuksessa on kielletty moottoritien käyttö jalankulkijoilta, polkupyöräilijöiltä sekä muilta kansallisessa lainsäädännössä määrättyä vähimmäisnopeutta saavuttamattomilta ajoneuvoilta. Myös ajoradalle ja pientareelle pysäköinti ja pysäyttäminen sekä U-käännökset ovat kiellettyjä. Sopimuksessa on esitetty myös ohjeita moottoritiele liittymiseen ja siltä erkanemiseen liittyviin toimenpiteisiin. [13].

Suomen lainsäädännön tieliikenneasetuksen sisältö moottoriteiden osalta on yhteneväinen yleissopimuksen kanssa, minkä lisäksi laissa on tarkennettu säännöstöä esimerkiksi asettamalla moottoritietä käyttävän ajoneuvon vähimmäiseksi sallituksi tai rakenteelliseksi nopeudeksi 50 km/h [14]. Suomen moottoritiet ovat muiden maanteiden tapaan valtion hallinnoimia ja ylläpitämiä [15].

Suomessa on myös teitä, jotka täyttävät Wienin yleissopimuksen asettamat moottoritien vaatimukset muilta osin kuin merkinnöiltään. Tällaisia moottoritiemäisiä teitä ovat esimerkiksi osin Helsingin Laajasalontie ja Itäväylä sekä valtatie 1 pääte Turussa. Vaikka näitä teitä ei virallisesti määritellä moottoriteiksi, on niiden bulevardisoinnin tarkastelu perusteltua. Tässä alaluvussa esitetyt vaatimukset eivät kaikilta osin koske tällaisia moottoritiemäisiä teitä, mutta esimerkiksi tilankäyttönsä ja liittymätyyppiensä kannalta ne muistuttavat moottoriteitä.

3.1.2 Moottoritien tietekniset vaatimukset

Moottoritien vaatima suoja-alue ulottuu Suomen maantielain mukaan yleensä 20 metrin päähän lähimmän ajoradan keskilinjasta, joskin etäisyyttä voidaan erityisestä syystä lyhentää tai pidentää. Suoja-alueelle ei lain mukaan saa myöskään rakentaa rakennusta. [15]. Liikenneviraston määrittelemät moottoriteiden peruspoikkileikkaukset sekä niiden vaatima pinta-ala suoralla tielinjauksella on esitetty taulukossa 2. Vertailun vuoksi taulukossa on myös Helsingin kaupungin katupoikkileikkausten suunnitteluohjeen mukainen nelikaistainen pääkatu, jonka ajokaistat ovat 3,5 metriä, keskialue 5 metriä,

kevyen liikenteen ajoradasta erottavat erotuskaistat 3 metriä ja molemmin puolin tietä olevat kevyen liikenteen väylät 4,5 metriä leveitä.

Taulukko 2. Moottoritien peruspoikkileikkausten tilavaatimukset suoja-alueineen. [16,17].

Poikkileikkaus	Nopeusrajoitus (km/h)	Keskialue (m)	Ajorata (m)	Pientareet (m)	Tilavaatimus (m ² /km)
Leveä moottoritie, kolme kaistaa	≤ 120	15	11,25	4,25	70500
Leveä moottoritie, kaksi kaistaa	≤ 120	15	7,5	4,25	66750
Kapea moottoritie, keskialue	≤ 100	12,5	7	2,25	61750
Kapea moottoritie, teräksinen keskikaide	≤ 100	0,3	7	2,35	49650
Pääkatu	≤ 50	5	7	7,5	34000

Moottoriteiden reunaympäristön suunnittelu on suurten ajonopeuksien takia tärkeää, sillä kuljettajan menettäessä ajoneuvon hallinnan ajoneuvon ei tulisi ajautua vastaantulevan liikenteen sekaan, eikä ajoneuvon tulisi kaatua tai ajautua hallitsemattomasti takaisin ajoradalle. Maanteille on suunniteltu erilaisia pengerprofiileja, joita sovelletaan käytettävissä olevan tilan ja tien läheisten esteiden mukaan [16]. Moottoritietä bulevardisoidessa penkereet vaativat tyypistä riippuen vaihtelevia maarakennustoimenpiteitä.

Suurten ajonopeuksien takia myös esimerkiksi liikennemerkkien, valaisinpylväiden ja siltapilareiden valinta, sijoittelu ja suojaaminen ovat tärkeitä tien turvallisuuden kannalta. Törmäysturvallisten tolppien ja pylväiden sekä tarkoituksenmukaisten kaiteiden oikealla sijoittelulla ja käytöllä voidaan sekä pienentää niiden aiheuttamaa törmäysriskiä että ennaltaehkäistä ja vaimentaa muihin kiinteisiin esteisiin kohdistuvia törmäyksiä [16].

Moottoriteiden suuret nopeusrajoitukset asettavat myös erityisen korkeita vaatimuksia tien pinnan laadulle. Moottoritiellä olevan kuopan tai muun virheen väistäminen voi johtaa ajoneuvon hallinnan menetykseen, ja suuren ajonopeuden takia renkaan osuminen kuoppaan voi johtaa ajoneuvon osien rikkoutumiseen. Kadulla ongelma ei alhaisemman nopeusrajoituksen ansiosta ole yhtä vakava, joten tien kunnossapidon taso ei tarvitse olla yhtä korkea kuin moottoritiellä.

Moottoriteiden käyttö on rajattu vain nopeille moottoriajoneuvoille, joten moottoritiet vaativat käytännössä rinnakkaisen väylän muulle liikenteelle. Kaupungissa tämä vaatimus toteutuu käytännössä automaattisesti katuverkon ansiosta.

3.2 Bulevardien suunnittelun haasteet

Bulevardilla tarkoitetaan puiden reunustamaa puistokatua. Bulevardin määritelmä on varsin joustava, ja tieluokka sisältääkin useita erilaisia katuja. Niin Helsingin kaksikaistainen Bulevardi kuin viisikaistainen Huopalahdentien eteläpää kadunvarsipysäköinnin ja kiinteistöajon mahdollistavine sivuajoratoineen ovat Kielitoimiston sanakirjan määritelmän mukaisia bulevardeja [18]. Helsingissä on harkittu merkittävien moottoritiemäisten sisääntuloväylien korvaamista kaupunkibulevardeilla, joiden välityskyky on Helsingin Bulevardia suurempi, mutta jotka tukevat viihtyisän kaupunkiympäristön kehittymistä ympärilleen [2].

Bulevardien suunnittelun haasteena on muun katusuunnittelun tavoin eri liikenne-
muotojen tarpeiden yhteensovittaminen. Moottoriteiden tapauksessa suunnittelun ensisijainen ja tärkein päämäärä on moottoriliikenteen sujuvuuden ja turvallisuuden takaaminen ja toissijaisesti ympäristövaikutusten rajoittaminen. Katujen tapauksessa moottoriliikenteen tarpeet tulee sovittaa kaupunkirakentamisen, asukkaiden, kevyen liikenteen, julkisen liikenteen ja yritysten sekä muiden palveluntuottajien tarpeisiin. Bulevardisoinnissa olemassa olevat rakenteet eivät juuri vaikuta suunnitteluun, sillä tilaa vapautuu moottoritien ajoradalta ja ympäristöstä. Sen sijaan uuden kadun tuomat uudenlaiset rakentamismahdollisuudet ja kadulle asetetut vaatimukset pitää huomioida.

Bulevardin viihtyvyyden edellyttämät puut vaikeuttavat kadun suunnittelua. Puut luovat näkemästeen niin liikennemerkkeihin ja muihin opasteisiin kuin toisiin tienkäyttäjiin. Puut toimivat myös ylimääräisinä kiinteinä esteinä ajoradan läheisyydessä kasvattaen törmäysriskiä. Monipuolisen liikenteen edellyttämän alhaisen liikennesopeuden ansiosta riski voidaan kuitenkin minimoida sijoittamalla puut tarpeeksi kauas ajoradasta sekä ajoradan tasoa korkeammalle.

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan muutettaessa moottoritietä kaduksi on otettava huomioon tie- ja katuverkon toteutuminen. Asemakaavan alaisten katujen rakentaminen ja hoito on lain mukaan yksittäisten kuntien vastuulla. [19]. Bulevardisoinnin suunnittelussa tulisikin huomioida myös naapurikuntien liikenteen ja maankäytön tarpeet, mikäli muutoksen vaikutusten odotetaan kohdistuvan myös niihin.

4 Turvallinen kaupunkibulevardi

Tässä luvussa tutustutaan kaikille tienkäyttäjille turvallisen kaupunkibulevardin suunnittelun keinoihin. Alaluvussa 4.1 selvitetään moottoriajoneuvoliikenteelle turvallisen ja sujuvan kadun suunnittelua edellisessä luvussa esitettyjen ehtojen puitteissa. Alaluvussa 4.2 keskitytään kevyelle liikenteelle turvallisen bulevardin suunnitteluun.

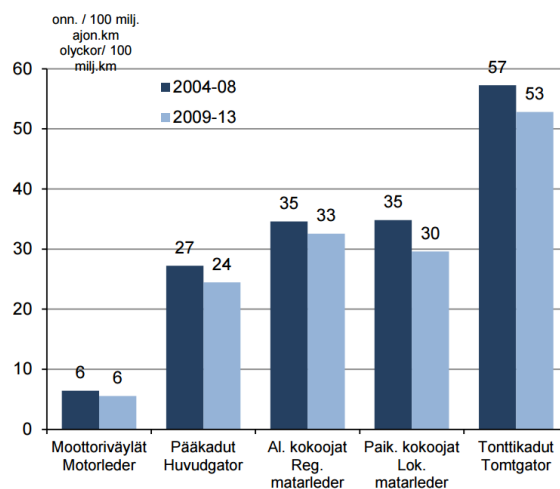
4.1 Moottoriajoneuvoliikenteen turvallisuus

4.1.1 Kadun liikenneturvallisuuden lähtökohdat

Tässä tutkimuksessa ei huomioida mahdollisuutta parantaa liikenneturvallisuutta kieltämällä tai rajoittamalla ajoneuvotyyppien käyttöä bulevardisoidulla kadulla. Tiiviimmän kaupunkirakenteen sekä alhaisempien nopeusrajoitusten on kuitenkin todettu kannustavan julkisen ja kevyen liikenteen käyttöön yksityisautoilun sijasta, jolloin bulevardin liikennemäärät ovat sen korvaamaa moottoritietä pienempiä [20]. Tien nopeusrajoituksen pienentäminen moottoritien rajoituksesta kadun nopeusrajoitukseen yhdenvertaistaa alueen liikenneverkkoa, jolloin bulevardin käyttäminen kiertotienä ei ole ajallisesti yhtä kannattavaa kuin moottoritien tapauksessa, mikä tasoittaa liikenteen jakautumista alueen katuverkolle.

Koska bulevardin liikennenopeus on normaalitilanteessa moottoritietä alhaisempi, ajoneuvojen välisten törmäysten seuraukset ovat lievempiä. Kadulla kuitenkin ajoneuvot ovat lähempänä toisiaan, tiellä voi olla risteävää liikennettä ja kaupunkiympäristössä on runsaasti muita ärsykeitä. Osittain näistä syistä johtuen kaduilla sattuu enemmän liikenneonnettomuuksia liikennesuoritteeseen nähden.

Kuvassa 3 esitetään henkilövahinkoihin johtaneiden liikenneonnettomuuksien jakautuminen tieluokittain ajoneuvosuoritteeseen suhteutettuna Helsingissä vuosina 2004–08 ja 2009–13. Moottoriväylien liikenneonnettomuudet koostuvat Helsingissä lähes yksinomaan moottoriajoneuvoliikenteen onnettomuuksista, kun taas kaduilla onnettomuuksilukuihin sisältyvät myös jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden kokemat henkilövahingot. Moottoriajoneuvojen käyttäjät kuitenkin kärsivät kuvan 3 tarkasteluaikoina yli 50 % kaikista henkilövahingoista, joten moottoriväylät ovat moottoriajoneuvoliikenteelle tilastollisesti hyvin turvallisia suhteutettuna niiden liikennesuoritteeseen. [21].



Kuva 3. Helsingin henkilövahinkoihin johtaneet liikenneonnettomuudet tieluokittain 100 miljoonaa ajoneuvolla ajettua kilometriä kohden vuosina 2004–08 ja 2009–13. [21].

4.1.2 Kadun nopeusrajoitus ja leveys

Liikenteen nopeus on merkittävä onnettomuuksien määrään ja laatuun vaikuttava tekijä. Helpoin tapa vaikuttaa liikenteen nopeuteen on tien nopeusrajoituksen muuttaminen. Lontoossa vuosien 1987–2006 onnettomuustilastoista tutkittiin liikenneonnettomuuksien määrän ja vakavuuden muutoksia kaduilla, joiden nopeusrajoitus laskettiin 20 mailiin tunnissa (noin 32 km/h). Autoilijoiden henkilövahinkojen määrä laski tarkastelujaksolla keskimäärin 52,5 % nopeusrajoituksen alentamisen seurauksena, kun yleinen liikenneturvallisuuden tason paraneminen huomioidaan. Alennetun nopeusrajoituksen katujen lähialueilla autoilijoiden henkilövahingot laskivat keskimäärin 11,5 %. Myös muiden tienkäyttäjien kokemien henkilövahinkojen määrä laski tutkituilla alueilla lähialueita huomattavasti enemmän. Tutkimuksessa ei huomioitu vaikutuksia katujen liikennesuoritteeseen, mutta onnettomuuksien ei myöskään havaittu siirtyneen läheisille suuremman nopeusrajoituksen kaduille. [22].

Nopeusrajoituksen laskeminen taajaman yleisnopeusrajoituksen 50 km/h alle on varteenotettava keino turvallisen kaupunkibulevardin suunnittelussa. Suomalaisten kaupunkien ja lähiöiden keskustoissa on jo katuja, joiden nopeusrajoitukset ovat 30 tai 40 km/h. Erityisesti 30 km:n/h nopeusrajoitukset ovat käytössä lähinnä koulujen ja päiväkotien ympäristöissä.

Nopeusrajoituksen valinnassa tulee huomioida sekä ympäristön että liikenteen tarpeet. Tiiviin asutuksen ja palvelutarjonnan keskusta-alueilla bulevardin nopeusrajoitus voidaan viihtyisyyden ja turvallisuuden perusteella asettaa jopa 30 km:iin/h, mutta kauempana keskustasta voidaan valita moottoriajoneuvoliikenteelle suosiollisempi suurempi nopeusrajoitus, esimerkiksi 50–60 km/h. Matalasta nopeusrajoituksesta johtuva matka-ajan pidentyminen voi myös kannustaa moottoriajoneuvon käyttäjiä suorittamaan matka esimerkiksi joukkoliikenteellä tai polkupyörällä, vähentäen moottoriajoneuvojen määrää ja pienentää näin kaikkien tienkäyttäjien onnettomuusriskiä entisestään [20].

Keskeinen kadun suunnittelussa huomioitava liikenteen rauhoittamisen keino on oikean ajoradan todellisen ja näennäisen leveyden valitseminen. Moottoritielle tyypilliset leveät ajoradat ja -kaistat avarassa ympäristössä ohjaavat suuriin ajonopeuksiin, kun taas kadun kapeammat kaistat sekä puiden, rakennusten ja muiden liikennemuotojen läheisyys ohjaavat tien luonnollista ajonopeutta alhaisemmaksi [23]. Täten kadun leveyden tulee vastata kadulle turvallisen ajonopeuden ja ympäristön asettamiin vaatimuksiin, joten kauempana keskustasta, suuremman nopeusrajoituksen alueella, kaistat voivat olla leveämpiä ja kaistojen määrä voi olla suurempi.

Helsingin katupoikkileikkausten suunnitteluohjeen mukaisesti ajokaistan leveydeksi voidaan määrittää 3,0 metriä nopeusrajoituksen ollessa korkeintaan 40 km/h. Suuremman nopeusrajoituksen tapauksessa sopiva kaistan leveys on 3,5 metriä. Linja-autojen käyttämän kaistan leveyden tulee kuitenkin olla vähintään 3,5 metriä. [17]. Lisäksi erityistä huomiota vaativissa kohdissa, kuten suojateilla, katu voidaan kaventaa esimerkiksi lisäämällä kadulle keskisaarekkeita. Keskisaarekkeen tai muun kavennuksen kohdalla kuljettajan on usein muutettava ajoneuvon ajolinjaa, lisäten kuljettajalta vaadittavan huomioinnin määrää entisestään.

Kadun leveyteen vaikuttaa myös ajokaistojen lukumäärä. Suomen kaupunkien pääkadut ovat pääasiassa kaksi- tai nelikaistaisia, joten näitä voidaan pitää suunnittelun lähtö-

kohtina. Koska bulevardisointikohteet eroavat liikenneolosuhteiltaan muista kaduista, voidaan verrata yksittäisen kadun turvallisuuden muutoksia kadun kaistaluvun muutostöiden seurauksena. Tässä pyritään siis vastaamaan seuraavaan kysymykseen: “Mikä on paras kaistaluku osoitetussa katutilassa?”

Yhdysvalloissa kadun kaventamisen seurauksena suoritetuissa tutkimuksissa on havaittu 19–47 prosentin alenemia liikenneonnettomuuksien määrässä suhteessa liikennesuoritteeseen. Tutkitut kadut olivat jo ennen kaistaluvun pienentämistä keskimääräistä turvallisempia. Tutkittujen kohteiden tyypillinen toimenpide oli muutos neljästä ajokaistasta kahteen pääajokaistaan ja molempia ajosuuntia vuorottain palvelemaan vasemmalle kääntyvien odotuskaistaan. Yli jäänyt tila käytettiin kohteesta riippuen joko pysäköinnin, pyöräilyn tai jalankulun tarpeisiin. Tutkituissa kohteissa myös liikenteen nopeus pieneni, mikä selittyy kadun ajonopeuden määräytymisellä jonon hitaimman ajoneuvon perusteella, kun ohituksen mahdollistavaa kaistaa ei ole. Ruuhkautumisen todennäköisyyden ei normaaliolosuhteissa havaittu kasvavan, mikäli tietä käytti alle 20 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, sillä vasemmalle kääntymistä odottavilla oli oma kaistansa. [24]. Tutkimus ei sovellu täysin uuden kadun kaistamäärän tutkimiseen, sillä muutosten yhteydessä on toteutettu toimenpiteitä, jotka voidaan toteuttaa uuden kadun suunnitteluvaiheessa.

Edellisen perusteella kolmikaistainen tie ei riitä korvaamaan esimerkiksi Helsingin suuria sisääntuloväyliä, joiden liikennemäärät ylittävät selvästi 20 000 ajoneuvon rajan [25]. Ajokaistoja tulee olla siis vähintään kaksi molempiin suuntiin. Havainto vasemman kääntymiskaistan tehokkuudesta liikenteen sujuvuuden parantajana tukee kääntymiskaistojen rakentamista ainakin ruuhkautumiselle alttiilla osuuksilla. Suomessa on nykyäänkin kolme kaistaa yhtäjaksoisesti ylittäviä suojateitä ilman liikennevaloja, joten tässä mielessä kaistojen lukumäärä ei ole liian suuri. Kaistojen lukumäärä riippuu myös muun katuverkon kehityksen suunnasta; jos bulevardeihin verrannollisia yhdensuuntaisia vaihtoehtoisia katuja on käytettävissä, voivat bulevardien odotetut liikennemäärät pienentyä huomattavasti.

4.1.3 Liikenteen rauhoittaminen

Nopeusrajoitusten ohella liikenteen nopeutta voidaan hallita muilla liikenteen rauhoittamisen (engl. traffic calming) keinoilla. Liikenteen rauhoittamisella tarkoitetaan kadun rakenteisiin sekä liikenteen ohjaukseen ja valvontaan liittyviä toimenpiteitä, joiden tarkoitus on sovittaa liikenteen nopeus ympäristöön sopivaksi ja parantaa tienkäyttäjien turvallisuutta [23]. Liikenteen rauhoittamisen keinot vaikuttavat kadun luonnolliseen ajonopeuteen ja edistävät siten nopeusrajoituksen noudattamista. Edellä esitetyt kadun leveyden säätelyn keinot ovat myös liikenteen rauhoittamisen keinoja.

Ajoradan leveyden lisäksi kadun ympäristön avaruus vaikuttaa sopivan ajonopeuden arviointiin. Siinä missä moottoriteiden ympärillä on suoja-alueen tuottama laaja aukeama voidaan kaupungissa tuoda rakennukset, istutukset, ajoradan reunan esteet ja kevyt liikenne lähelle ajorataa. Ympäristön tiiviynä antama visuaalinen signaali ohjaa kuljettajia laskemaan ajonopeuksia. [23]. Samalla tehostetaan maankäyttöä, ja valituista keinoista riippuen, erityisesti puuistutusten tapauksessa, lisätään kaupunkiympäristön viihtyisyyttä. Lähelle ajorataa sijoitetut esteet voivat kuitenkin kasvattaa ajoradalta suistumisen seurausten vakavuutta ylimääräisinä törmäyskohteina.

Ilmeisiä liikenteen rauhoittamisen muotoja ovat myös ajorataa paikoin korottamalla toteutetut hidasteet. Hidasteiden käyttö riippuu alueelle valitusta liittymätyypistä. Hidasteiden käyttö on perusteltua esimerkiksi liikennevalottomissa etuoikeutetun kevyen liikenteen ylityskohdissa. [23]. Hidasteiden sijoittelu riippuu myös moottoriajoneuvo-liikenteen nopeudesta sekä sen ja risteävän kevyen liikenteen määrän odotetusta suhteesta; alhaisesta ajonopeudesta töyssyyn hidastamisen kustannus on pienempi, ja risteävän liikenteen määrän ollessa pieni verrattuna hidasteen yli ajavaan liikenteeseen voi hidasteen hyöty jäädä pieneksi. Myös ylityskohdan näkemä tulee ottaa huomioon hidasteiden sijoittelussa.

Kadun leveyteen ja ajolinjoihin voidaan vaikuttaa paikallisesti joko keskelle katua rakennettavilla kaistat toisistaan erottavilla esteillä tai kaventamalla ajorataa sen reunoilta lähtien. Näin saadaan paikallinen kadun leveyden muutoksen ja sivuttaissiirtymän aiheuttama vaikutus ajonopeuteen ja liikenteen huomiointiin. Ajoradan reunasta ulottuvia esteitä on kahta tyyppiä: vastaantulevan liikenteen kohtaamisen sallivat ja estävät esteet. [23]. Tällaisten esteiden tarpeellisuuden määrittäminen vastaa hidasteiden tarpeellisuuden määrittäystä. Liikenteenjakajien, keskisaarekkeiden ja keskikaistojen käyttö on mahdollista kaikkialla, mutta vastakkaissuuntaista liikennettä lähentävät ja ajokaistoja yhdistävät keinot sopivat parhaiten runsaan kevyen liikenteen ja alhaisten nopeusrajoitusten alueille.

Ajoradan paikalliseen leveyteen vaikuttaa myös mahdollisten linja-autopysäkkien tyyppi. Linja-auton pysäytysalue voi sijaita joko kokonaan ajoradalla, täysin muusta ajoradasta eroavalla levennyksellä tai osittain ajoradalla mahdollistaen kuitenkin pysähtyneen linja-auton ohituksen kaistamerkitöjä noudattaen. Ajoratapysäkki estää muuta liikennettä käyttämästä samaa ajokaistaa, kun linja-auto on pysähtyneenä, mutta vaatii vähiten tilaa. Kaistan käytön estäminen tilapäisesti on tehokas liikennettä rauhoittava keino. Kaksikaistaisella tiellä liikenne toiseen suuntaan keskeytyy kokonaan, jolloin kevyen liikenteen tien ylitys on turvallista. Näin ratkaisu sopii hyvin alhaisen nopeusrajoituksen alueille.

Kadun levennyksessä sijaitsevat linja-autopysäkit vaativat ajoradan ympäristöltä eniten tilaa, mutta niiden vaikutus muuhun moottoriajoneuvoliikenteeseen ja näin liikennettä rauhoittava vaikutus on pienin. Näin pysäkit soveltuvat hyvin alueille, joilla moottoriajoneuvoliikenteen osuus on suuri ja joilla siihen kohdistuvien häiriön tulisi olla pientä, eli suuren nopeusrajoituksen alueille. Osittain pysäkkiä ympäröivällä ajoradalla sijaitsevan pysäkin vaikutukset riippuvat pysäkin ympäristön geometriasta ja muista esteistä, mutta asettuvat edellä esiteltyjen tyyppien väliin. Erityisesti tällainen pysäkki kuitenkin heikentää muiden tienkäyttäjien näkemää linja-auton ollessa pysähdyksissä, eikä estä liikenteen kulkua. Näin tällaisen pysäkin sijoittamista ennen suojatietä tulisi välttää.

4.1.4 Katuympäristön pehmentäminen

Reunaympäristön pehmentämisellä tarkoitetaan ajoradan ulkopuolisen alueen suunnittelua siten, että ajoradan ulkopuolisiin esteisiin törmäämisen todennäköisyys, ajoradalta suistumisen seurauksien vakavuus ja tien ulkopuolisiin kohteisiin kohdistuvan vahingon vakavuus pienenevät [26]. Reunaympäristön pehmentämistä on tutkittu pääasiassa maanteilla. Maantiehen verrattuna katuympäristössä ylimääräisenä haasteena on suurempi jalankulkijoiden ja muun kevyen liikenteen määrä sekä sijainti ajoradalla tai hyvin lähellä ajorataa. Siinä missä autojen törmäysturvallisuus kehittyy jatkuvasti, ei kevyellä liikenteellä ole vastaavanlaista suojaa. Näin katuympäristön suunnittelussa korostuu

erityisesti kevyen liikenteen suojeleminen, kun maanteillä toimenpiteet kohdistuvat moottoriajoneuvoliikenteen turvallisuuden parantamiseen.

Perinteisellä kadulla ajoradan jalankulkijoiden käyttämästä väylästä erottaa vähintään joko korotetulla reunakiveyksellä tai puuistutuksin varustetulla erotuskaistalla. Reunakiveyksen tarkoitus on erottaa jalankulun väylä ajoradasta korkeuserolla ja estää ajoneuvon suistuminen ajoradalta jalankulkijoiden joukkoon. Kiveyksen suistumista estävä vaikutus riippuu ajoneuvon rakenteesta, kiveyksen muodosta, koosta ja materiaalista sekä kohtauskulmasta ja -nopeudesta. Parhaimmillaan kiveyksen on todettu voivan estää henkilöauton ajoradalta suistumisen jopa 15 km:n/h kohtisuoralla lähestymisnopeudella. Reunakiveys voi kuitenkin aiheuttaa ajoneuvon kaatumisen, mutta kadulle sopivalla ajonopeudella se on epätodennäköistä. Tarvittaessa vaikutusta voidaan tehostaa suojakaiteilla. [27].

Myös bulevardille tyypilliset ajorataa reunustavat puut estävät ajoneuvojen suistumisen ajoradalta pysäyttämällä ajoneuvon tai hidastamalla sitä merkittävästi törmäyksen seurauksena. Ajoneuvon törmätessä puuhun on seurausten tutkittu tyypillisesti olevan pylväeseen tai tolppaan törmäyksen seurauksia vakavampia. Kadulle tyypillisillä ajonopeuksilla puuhun törmäminen ei tutkimuksen mukaan kuitenkaan yleensä johda vakaviin vammoihin. [28]. Ajoneuvojen törmäämistä puihin voidaan estää käyttämällä reunakiveyksiä tai suojakaiteita ajoradan reunassa. Puuhun pysähtynyt auto ei aiheuta vaaraa muulle moottoriajoneuvoliikenteelle.

Muiden kadunvarren kiinteiden esteiden, kuten lyhtypylväiden ja liikennemerkkien, tulee Tiehallinnon ohjeistuksen mukaan käyttää törmäystilanteessa ajoneuvon alle taipuvia myötääviä ja kevyitä rakenteita. Tällaiset rakenteet sitovat osan törmäysenergiasta omaan muodonmuutukseensa ja pienentävät näin ajoneuvon ja ajoneuvon käyttäjiin kohdistuvia voimia. Rakenteet eivät kuitenkaan aiheuta suurta vaaraa muille tienkäyttäjille. [29].

4.1.5 Liittymien tyyppi

Bulevardin risteävien teiden liittymien tyyppi on keskeinen tekijä sekä kadun turvallisuuden että liikenteen sujuvuuden ja tien välityskyvyn kannalta. Liittymätyypin valintaan vaikuttavat liikenteen määrä, laatu ja ympäristön tekijät ja rajoitukset. Moottoritien korvaavalta bulevardikadulta voidaan olettaa vaadittavan suurta välityskykyä erityisesti keskusta-alueiden ulkopuolella, joten liikenteen sujuvuuden varmistaminen on tärkeää. Keskusta-alueiden ulkopuolella liittymän mahdollisimman tehokas tilankäyttö taas ei ole tärkeää. Kadulle tyypillisen tasoliittymän perustyyppit ovat avoin, kanavoitu, porrastettu, valo-ohjattu, tulppa- ja kiertoliittymä [30]. Tässä käsitellään kyseisiä liittymätyyppejä Tiehallinnon tasoliittymien suunnitteluohjeistuksen esittämien tietojen valossa.

Kiertoliittymät ovat Tiehallinnon ohjeistuksen mukaan henkilöautoliikenteelle turvallinen vaihtoehto, ja erityisesti vasemmalle kääntyminen on niissä muita valo-ohjauksellisia liittymätyyppejä helpompaa. Kokonaisuutena kiertoliittymä on tasa-arvoinen liittymätyyppi, joten myös buleardiin nähden risteäviltä kaduilta on helppoa ja turvallista käyttää liittymää. Kiertoliittymään mistä tahansa suunnasta saapuvalta ajoneuvolta vaaditaan merkittävää hidastamista. Jos liittymässä on selvä, suoraan liittymän yli jatkuva pääsuunta, voi tämän suunnan liikenne häiriintyä suhteettoman paljon hidastamistarpeen takia. Kiertoliittymä onkin siis vahva liikennettä rauhoittava

tekijä. Kiertoliittymässä liittyvien katujen ei tarvitse olla lähes kohtisuorassa toisiinsa nähden, jotta liittymä olisi turvallinen. Kiertoliittymän haarojen määrä voi myös olla suurempi kuin neljä, joka on tyypillinen raja muille liittymätyypeille. Kiertoliittymä vaatii tyypillisesti suuremman tilan kuin muut liittymätyypit. [30].

Valo-ohjattu liittymä on Tiehallinnon ohjeistuksen hyvin turvallinen liittymätyyppi sekä moottoriajoneuvoliikenteelle että kevyelle liikenteelle. Vaikka eri tulosuuntien välityskyvyn painotusta voidaan säädellä, on erityisesti mahdollisen pääsuunnan keskimääräinen viivytysaika suurempi kuin muilla liittymätyypeillä. Sivusuunnista saapuvan liikenteen on helppoa ja turvallista käyttää liittymää. Valo-ohjattu liittymä on turvallinen myös nelihaaraisena, sillä tienkäyttäjien ajojärjestys on hyvin määrätty. [30]. Valo-ohjattu liittymä on kuitenkin muita liittymätyyppejä joustamattomampi, sillä nykyisellä ilmaisinteknologialla tienkäyttäjien aikeita ei voida ennustaa. Tämä seikka voi muuttua, jos automatisoidut toisten ajoneuvojen ja tieverkon kanssa kommunikoivat ajoneuvot yleistyvät.

Avoin, kanavoitu, porrastettu ja tulppaliittymä ovat liittymätyyppejä, joissa tiet liittyvät toisiinsa suoraan ja joissa ei käytetä liikennevalo-ohjausta. Avoin, kanavoitu ja tulppaliittymä eroavat Tiehallinnon ohjeistuksen mukaan toisistaan rakenteellisten seikkojen perusteella; avoimessa liittymässä kaikki liittymän haarat ovat täydeltä leveydeltään liikenteen käytettävissä, tulppaliittymässä sivusuunnan ajokaistat erotetaan saarekkeella tai tiemerkinillä ja kanavoidussa liittymässä kaikkien haarojen ajoradat ovat rajattu saarekkeilla tai tiemerkinöillä. Porrastetussa liittymässä neljän haaran risteuksen sijaan sivusuunnat liittyvät kahdessa erillisessä kolmihaaraisessa risteyksessä. Näissä liittymätyypeissä sivutieltä saapuminen ja vasemmalle kääntyminen voivat aiheuttaa suuria turvallisuusriskejä tai viivytyksiä. Valo-ohjauksettomaan avoimeen, kanavoituun ja tulppaliittymään liittyy normaalia suurempi törmäysriski, mikäli liittymä on nelihaarainen. [30].

Perinteiset kaupunkikeskustat rakentuvat suureksi osaksi nelihaaraisten liittymien ympärille, ja niiden kevyt liikenne on vilkasta. Näin ollen kanavoidun valo-ohjatun liittymän tulisi olla keskusta-alueen liittymän perustyyppi. Keskusta-alueen ulkopuolella käytetyn liittymän tyyppi riippuu alueen ympäristöstä ja risteävien katujen liikenteestä. Jos risteävä liikenne on vähäistä, on mahdollista käyttää valo-ohjauksettomia liittymätyyppejä, joista erityisesti kanavoitu ja porrastettu liittymä ovat turvallisuuden kannalta suositeltavia liittymätyyppejä. Jos pääsuunnan liikennettä halutaan rauhoittaa tai risteävä liikenne on vilkasta, ovat valo-ohjattu liittymä ja kiertoliittymä soveltuvia tyyppieitä. Tiehallinnon ohjeistuksen mukaan kiertoliittymän ja valo-ohjatun liittymän välityskyvyt ovat samaa luokkaa, mutta valo-ohjatun keskimääräinen viivytysaika on suurempi. Liikenneturvallisuuden kannalta on myös suotavaa, että tieosuudella ja alueella käytetään pääsääntöisesti pientä määrää eri liittymätyyppejä. Tällöin liittymän rakenne ja liikenneolosuhteet ovat ennakoitavissa ennen liittymään saapumista. [30].

4.2 Kevyen liikenteen turvallisuus

Tässä kevyellä liikenteellä tarkoitetaan ensisijaisesti kävelijöitä ja polkupyöräilijöitä. Esteettömyyden näkökulmasta myös pyörätuolien, rollaattorien ja vastaavien liikkumisen apuvälineiden tarpeet on huomioitava katuja suunniteltaessa. Muut kulkuvälineet, esimerkiksi rullalaudat ja -luistimet, ovat paljon harvinaisempia, joten niitä ei huomioida erikseen. Näiden moottorittomien kulkuvälineiden kuljettajat rinnastetaan Suomen

lainsäädännössä jalankulkijoihin [31]. Tällaisten kulkuvälineiden käyttäjät hyötynevät pääasiassa liikuntarajoitteisille suunnatuista esteettömyystoimenpiteistä. Katuympäristössä mopoilun erottaminen muusta ajoneuvoliikenteestä ei ole tarpeen [10].

Kevyen liikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden kannalta merkittävimmät tekijät ovat kevyen liikenteen sijainnillinen asema kadulla sekä ajoradan ylittämisen mahdollistavat järjestelyt. Tässä alaluvussa tarkastellaan näiden seikkojen toteutuksen vaihtoehtoja Liikenneviraston jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnitteluohjeen avulla.

4.2.1 Kevyen liikenteen sijainti

Jalankulkijoiden paikka on tyypillisellä kadulla ajoradan reunoilla reunakiveyksellä ajoradan tasosta erotettuna. Poikkeuksen tähän sääntöön tekevät esplanadit, kävelykadut sekä niin kutsutut yhteinen tila -tyyppiset kadut (engl. shared space), joilla koko katutila on kaikkien liikennemuotojen käytettävissä. Suurin problematiikka kohdistuu siis polkupyöräilijöiden asemaan. Tässä tutkimuksessa rajoitetaan tutkimaan vain moottoriajoneuvoliikenteelle sallittuja katutyyppejä, joissa kevyen liikenteen asema on joko sallitun ajosuunnan oikeanpuolimmaisena ajokaistan oikealla puolella tai koko ajoradan leveydellä.

Seuraavassa tarkastellaan liitteessä 1 havainnollistettuja malleja kadun poikkileikkauksesta kevyen liikenteen järjestelyjen osalta. Liitteessä on esitetty erilaisia vaihtoehtoja kadun tilankäytölle ja liikennemuotojen asemoinnille. Luokan A vaihtoehdoissa katu on jaettu reunakiveyksellä kahteen korkeustasoon ja polkupyöräilylle sallitut alueet ovat samassa tasossa jalankulkijoiden kanssa. Luokan B vaihtoehdoissa katu on jaettu kahdella reunakiveyksellä tai reunakiveyksellä ja saarekkeella kolmeen tasoon tai väylään ja polkupyöräilijät ovat eri tasossa tai väylällä sekä ajorataan että jalankulkijoihin nähden. Luokan C vaihtoehdoissa katu on jaettu reunakiveyksellä kahteen korkeustasoon ja polkupyöräilijät ovat ajoradan tasossa. Vaihtoehto D esittää yhteinen tila -tyyppistä yksitasoista katua, jossa eri liikennemuodoilla ei ole määrättyä asemaa.

Luokan A yleinen ongelma on polkupyöräilyn ja jalankulun rinnastaminen. Polkupyörä luokitellaan Suomen lainsäädännössä ajoneuvoksi, ja polkupyöräilijää koskevat ajoneuvon kuljettajan säännöt, esimerkiksi väistämissäännöt. Polkupyöräilijän väistämissääntöjen tuntemuksessa on kuitenkin Salla Karvisen tutkimuksen mukaan merkittäviä puutteita sekä polkupyöräilijöiden että autoilijoiden keskuudessa. Puutteellinen sääntöjen tuntemus saattaa Karvisen mukaan edistää aggressiivista liikennekäyttäytymistä. [32]. Muiden luokkien vaihtoehdot tuovat selvemmin esiin polkupyöräilijän aseman ajoneuvon kuljettajana. Luokan A ansio on kuitenkin polkupyöräilyn erottaminen ajoradasta, sillä Liikenneviraston ohjeistuksen mukaan erityisesti suuren nopeusrajoituksen alueilla myös polkupyörä- ja moottoriajoneuvoliikenteiden välille voi syntyä vaarallinen suuri nopeus- ja liikemääräero. Pyöräilyn sijainti jalankulun väylän yhteydessä tukee myös liikuntarajoitteisille esteettömän infrastruktuurin rakentamista. [10].

Vaihtoehdossa A1 polkupyöräilijät käyttävät samaa tilaa kuin jalankulkijat. Yhdistetyn pyörätien ja jalkakäytävän ongelma on polkupyöräilijän ja jalankulkijan tyypillisen nopeuden erotus. Suuri nopeusero yhdistetyllä väylällä voi Liikenneviraston ohjeistuksen mukaan johtaa erityisesti jalankulkijoiden keskuudessa turvattomuuden tunteeseen. Yhdistettyä pyörätietä ja jalkakäytävää ei tule rakentaa kevyen liikenteen vilkkaasti

liikennöimälle alueelle, joten malli soveltuu korkeintaan kaupunkikeskustojen ulkopuolelle. [10].

Vaihtoehdoissa A2 ja A3 polkupyöräily ja jalankulku ovat erotettu toisistaan erottelukaistalla, eri pintamateriaalilla, kiviraidalla tai tiemerkinillä kahdelle eri väylälle. Pyörätien rakentaminen yksisuuntaiseksi voi olla perusteltua erityisesti, jos käytävissä oleva tila on rajoitettu. Jalankulun ja polkupyöräilyn erottelu mahdollistaa Liikenneviraston ohjeistuksen mukaan polkupyöräilijöille suuremman ajonopeuden ja sujuvuuden sekä parantaa polkupyöräilijöiden ja jalankulkijoiden turvallisuutta. Nopeuseron kasvu saattaa kuitenkin lisätä onnettomuusvaaraa ja onnettomuuksien vakavuutta erityisesti pyörätien ylityskohdissa. [10]. Vaihtoehto A3 on tilan salliessa suositeltava, sillä puiden istuttaminen pyörätien ja jalkakäytävän väliin korostaa väylien erottelua ja mahdollistaa polkupyörä- ja moottoriajoneuvoliikenteen välisen paremman keskinäisen huomioon. Vaihtoehto A2 mahdollistaa kevyen liikenteen väylän yhteisen kunnossapidon ja lumitilan ajoradan välittömässä läheisyydessä.

Luokan B vaihtoehdoissa eri liikennemuotojen erottelu voidaan toteuttaa joko reunakiveyksillä tai erityisesti ajoradan ja pyörätien välisellä välikaistalla. Pyörätie voi olla yksi- tai kaksisuuntainen. Pyörätien erottaminen jalkakäytävästä eri tasoon korostaa liikennemuotojen eroa, mutta suojaa silti polkupyöräilijöitä autoliikenteen aiheuttamalta vaaralta. Rakenteellisesti sekä jalkakäytävästä että ajoradasta erotellun pyörätien kunnossapito on haastavaa [10]. Polkupyöräilyn rajoittaminen rakenteellisesti voi hankaloittaa tukosten tai muiden pyöräilijöiden ohittamista. Tätä voidaan lievittää käyttämällä luiskamaisia reunakiveyksiä. Vaihtoehto B1 helpottaa pyöräilijöiden ja ajoradan käyttäjien keskinäistä havainnointia. Vaihtoehto B2 puoltaa lumitilaksi soveltuvan välikaistan rakentamista ajoradan ja pyörätien väliin.

Luokan C vaihtoehdoissa polkupyöräily tapahtuu ajoradan tasossa joko erillisellä pyöräkaistalla tai sekaliikenneväylällä muun ajoneuvoliikenteen seassa. Luokan C vaihtoehdot ovat yksisuuntaisia. Pyöräliikenteen asema muiden ajoneuvojen tasossa korostaa kaikkein selvimmin pyöräilijän asemaa ajoneuvon kuljettajana. Ajoradan tasossa polkupyöräliikenne ei häiriinny muusta kevyestä liikenteestä tai häiritse sitä. Pyöräilijät voivat kuitenkin Liikenneviraston ohjeistuksen mukaan kokea olonsa turvattomaksi erityisesti vilkkaan liikenteen alueilla, sillä pyöräilijän ja muun ajoneuvoliikenteen välillä ei pääsääntöisesti ole fyysistä estettä. Esteiden ja muiden pyöräilijöiden ohitus on helppoa erityisesti vaihtoehdon C1 pyöräkaistalla. Vaihtoehto C2 eli sekaliikenneväylä soveltuu alhaisen nopeusrajoituksen ja vähäisen ajoneuvoliikenteen alueille. [10]. Sekaliikenneväylä voidaan myös toteuttaa niin kutsuttuna pyöräkatuna, jolla moottoriajoneuvoliikenne tapahtuu pyöräilijöiden ehdoilla [33].

Vaihtoehdon D eli yhteinen tila -tyypin kadut korostavat jalankulun ja yhteisöllisyyden merkitystä. Kaikki liikenne tapahtuu jalankulun ehdoilla ja näin liikenteen nopeuden tulee mukautua jalankulkijoiden nopeuteen ja käyttäytymiseen. [10]. Huonon ennakoitavuutensa takia katutyypin sopii korkeintaan aivan kaupungin ydinkeskustaan, jossa moottoriajoneuvoliikenteen merkitystä halutaan merkittävästi vähentää.

Kevyen liikenteen järjestelyjen johdonmukaisuus on tärkeää; saman tyyppisillä kaduilla ja saman tyyppisissä ympäristöissä tulee käyttää samankaltaisia ratkaisuja [10]. Pyöräilyn väylä voidaan ympäristöolosuhteista ja painotetuista tarpeista riippuen perustellusti

toteuttaa joko yhdistettynä pyörätienä ja jalkakäytävänä, erillisenä pyörätienä, pyöräkaistana tai sekaliikenneväylänä. Yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä mahdollistaa väylän joustavan käytön vähäisen kevyen liikenteen alueella. Erillinen pyörätie on turvallisuudeltaan ja sujuvuudeltaan parempi, mutta voi aiheuttaa kunnossapidon haasteita. Pyöräkaista ja sekaliikenneväylä ovat hyviä vaihtoehtoja keskustan väyläratkaisuksi, ja erityisesti pyöräkatuna toteutettu sekaliikenneväylä sopii vahvasti rauhoitettuun liikenneympäristöön.

Eräs mahdollisuus kevyen liikenteen infrastruktuurin kehittämiseen on Helsingin Baanan kaltaisten laadukkaiden kevyen liikenteen väylien rakentaminen. Käytöstä poistetun satamaradan ratakuilussa kulkeva Baana muodostaa katkeamattoman ja muun liikenteen kanssa risteämättömän 1,3 kilometrin pituisen kevyen liikenteen reitin Kiasma-museolta Ruoholahteen. Baanaa käyttää vuosittain noin 700 000 pyöräilijää. Helsinkiin onkin suunniteltu rakennettavan 130 kilometrin pituinen baanaverkko. [34]. Jos merkittävä osa läpikulkuliikenteestä käyttää baanaverkkoa, voivat bulevardin kevyen liikenteen järjestelyt olla vaatimattomampia. Baanan sijainti ratakuilussa on kuitenkin otollinen, eikä vastaavaa joutotilaa ole kaikkialla käytettävissä.

4.2.2 Kevyen liikenteen risteämisturvallisuus

Kevyen liikenteen risteämistäjärjestelyt ovat merkittävä tekijä kevyen liikenteen turvallisuuden kannalta. Noin 51 % Suomen taajamien jalankulkuonnettomuuksista vuosina 2008–12 sattui suojateilla. Samana ajanjaksona polkupyöräilyn onnettomuuksista 87 % sattui liittymissä. [10]. Vuosina 2009–13 Helsingissä sattuneissa kevyen liikenteen onnettomuuksissa vastapuolena oli noin 69 %:ssa onnettomuuksista henkilöauto [21]. Henkilöauton suuren massan takia jo pienessä nopeudessa sattuneen onnettomuuden seuraukset voivat olla vakavat. Kevyen liikenteen turvallisuutta on vaikea parantaa mahdollisten ajoneuvojen turvallisuusominaisuuksien ja turvavarusteiden avulla, joten kevyen liikenteen turvallisuutta on parannettava tiesuunnittelun ja liikennekasvatuksen keinoin.

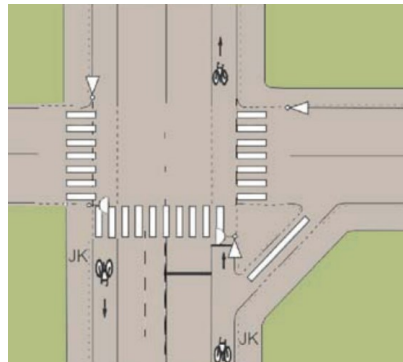
Erityisesti taajamassa kevyen liikenteen ajoradan ylitys pyritään toteuttamaan ajoradan tasossa. Ali- ja ylikulut vaativat tilaa ja voivat pidentää kevyen liikenteen reittiä sekä erityisesti alikulut saattavat Liikenneviraston ohjeistuksen mukaan tuntua turvattomilta. Jos reittiä ei koeta luonnolliseksi ja turvalliseksi, saattavat tienkäyttäjät käyttää vaihtoehtoisia turvattomia reittejä. Bulevardisoidulla tiellä liikenteen määrä edellyttää ajoradan tasossa olevan risteämisen merkitsemistä suojatieksi ja pyörätien jatkeeksi, mikäli alueella on pyörätie. Jos maastonmuodot tukevat eritasojärjestelyjen rakentamista, voidaan niiden rakentamista harkita. [10]. Keskusta-alueiden ulkopuolella liikenteen suuntautumisen ollessa voimakkaampaa ovat eritasoratkaisut varteenotettava vaihtoehto.

Liikenneviraston ohjeistuksen mukaan ajoradan tasossa olevan risteämiskohdan turvallisuuden edellytykset ovat hyvä näkemä ja muiden tienkäyttäjien havainnoinnin helppous sekä väistämismahdollisuuden selkeys ja risteysympäristön ohjaus väistämismahdollisuuden noudattamiseen. Jos pyöräily on järjestetty erillään ajoradasta, tulee ylityskohdan Liikenneviraston ohjeistuksen mukaan sijaita joko selvästi ajoratojen liittymäalueella tai sen ulkopuolella, jotta väistämismahdollisuuden epäselvyyksiltä vältytään. Lisäksi ajoradan liikenteen nopeuden tulee olla riittävän alhainen, mitä voidaan tukea liikenteen rauhoittamisen keinoilla tai käyttämällä liikennevaloja. [10]. Näkemän parantamiseksi

voidaan risteysten ympäristöstä karsia ylimääräisiä näköesteitä, kuten puita ja mainostauluja. Myös rakennusten sijoittelua risteysten ympäristössä voidaan rajoittaa.

Liikenneviraston ohjeistuksen mukaan suojateiden ja pyörätien jatkeiden tulee olla riittävän lyhyitä ja suorita, jotta ylitys voi tapahtua turvallisesti. Suojatiellä tulee olla keskisaareke, jos ylitettäviä ajokaistoja on valo-ohjatussa risteyksessä vähintään neljä tai valo-ohjauksettomassa risteyksessä vähintään kolme. Keskisaarekkeella on myös luonnollinen liikennettä rauhoittava vaikutus. [10]. Muita liikenteen rauhoittamisen keinoja, kuten korotettuja suojateitä, voidaan käyttää haluttaessa korostaa kevyen liikenteen merkitystä sekä erityiskohteiden, kuten koulujen, lähistöllä.

Risteämien toteutus riippuu valitusta kevyen liikenteen sijoittelun mallista sekä liittämätyypeistä. Sekaliikenneväylällä suuren ajonopeuden kiertoliittymissä polkupyöräliikenne ohjataan pois ajoradalta. Liikennevalo-ohjatuissa liittymissä pyöräkaistan liikenne voidaan ohjata moottoriajoneuvoliikenteen edellä sijaitsevaan pyörätaskuun, josta vasemmalle kääntyminen on turvallista ja jossa polkupyöräilijä on selvästi havaittavissa. Myös pelkkä ajoradan pysäytysviivan siirtäminen kauemmas risteyksestä auttaa Liikenneviraston ohjeistuksen mukaan havainnoinnin parantamisessa. Sekaliikenneväylän tai pyöräkaistan polkupyöräliikennettä voidaan suojella liittymän liikenteeltä rakentamalla kuvassa 4 havainnollistettu oikealla kääntymisen mahdollistava vapaa oikea. [10].



Kuva 4. Vapaa oikea mahdollistaa ajoradan tason polkupyöräliikenteen kääntymisen oikealla menemättä risteysalueelle. [10].

Risteämiskohtien tulee olla oikein sijoitettuja ja niitä tulee olla riittävästi, jotta turvallisiksi luotuja ylityskohtia käytetään. Valo-ohjattu ylitys on kevyelle liikenteelle turvallisin ajoradan tasossa risteämisen vaihtoehto, mutta aiheuttaa viivytyksiä kaikille liikennemuodoille. [10]. Kevyen liikenteen risteämisjärjestelyjen tulee olla alueellisesti yhteneväisiä, jotta liikennetilanteet ovat ennakoitavissa.

5 Johtopäätökset ja yhteenveto

Tässä kandidaatintyössä tutkittiin moottoritien muuttamista turvallisiksi ja viihtyisäksi kaupunkibulevardiksi. Moottoritien bulevardisointi on eräs keino vastata kaupunkien lisääntyvään rakentamiskelpoisen maan tarpeeseen. Bulevardisointi myös parantaa lähialueiden viihtyisyyttä ja kannustaa autoilijoita vaihtoehtoisten liikennemuotojen käyttöön. Bulevardisoinnilla on merkittäviä vaikutuksia liikenteeseen. Erityisesti liikenteen turvallisuus heikkenee, sillä tilastollisesti erittäin turvallinen moottoritie korvataan usean eri liikennemuodon käyttämällä kadulla.

5.1 Suositukset moottoritien turvalliseen bulevardisointiin

Liikenneturvallisuuden heikkenemistä voidaan minimoida ottamalla turvallisuusnäkökohdat bulevardikadun suunnittelun keskeisiksi tekijöiksi. Yksi bulevardisoinnin merkittävimmistä muutoksista on tieosuuden ajonopeuden muutos moottoritien nopeudesta katu ympäristöön soveltuvaan 30–60 km:iin/h. Ajonopeuden laskeminen pidentää matka-aikoja, mutta on välttämätöntä bulevardin tasossa risteävän liikenteen ja muiden tienkäyttäjien huomioinnin kannalta.

Kadun ajonopeutta voidaan hallita nopeusrajoituksilla, mutta nopeusrajoitusten tulee perustua kadun ominaisuuksiin ja ympäristön tarpeisiin. Keskeinen tekijä kadun nopeusrajoituksen määrittämisessä on kadun ja ajokaistan leveys. Leveyttä voidaan rajoittaa muuttamalla kaistojen leveyttä sekä määrää, ja kadun näennäistä leveyttä voidaan muuttaa tuomalla katu ympäristön esteitä, kuten puita ja muita liikennemuotoja, ajoradan läheisyyteen. Kaistojen lukumäärä vaikuttaa kuitenkin kadun välityskykyyn, joten se tulee sovittaa eri liikennemuotojen tarpeisiin niiden keskinäisten liikennemäärien suhteet huomioon ottaen. Kadunvarren suuri törmättävien esteiden määrä edellyttää myös reunaympäristön pehmentämistä, jotta ajoneuvon hallinnan menetyksen seuraukset ovat mahdollisimman lieviä sekä ajoneuvon käyttäjille että muulle liikenteelle. Lisäksi liikenteen hallintaan voidaan käyttää liikenteen rauhoittamisen keinoja.

Kadulla käytettyjen liittymien tyyppi vaikuttaa merkittävästi sekä liikenneturvallisuuteen että liikenteen sujuvuuteen. Näin ollen liittymätyypin valintaan vaikuttavat risteävien katujen olosuhteet ja liittymän ympäristö. Bulevardilla voidaan käyttää paikasta riippuen erilaisia liittymätyyppejä. Keskusta-alueilla liittymien tulee normaalisti olla valo-ohjattuja. Muilla alueilla liittymien tyyppi riippuu liikenteen määrästä, tyypistä ja paikallisista turvallisuustekijöistä.

Kevyen liikenteen turvallisuus tulee huomioida kadun suunnittelussa erityisen tarkasti, sillä kevyen liikenteen turvallisuuden parantaminen tienkäyttäjien turvavarusteiden kehittämisen kautta on hankalaa. Kevyen liikenteen turvallisuuden merkittävät tekijät ovat kevyen liikenteen, erityisesti polkupyöräilyn, väylien sijoittelu ja risteämisturvallisuus. Ajoradan ylittäminen tapahtuu pääasiassa ajoradan tasossa, jolloin keskeisiä tekijöitä ovat ylityskohtien näkemät, sijoittelu, tiheys ja pituus sekä ajoradan ajonopeus. Liikennevalo-ohjaus on erittäin turvallinen vaihtoehto, mutta erityisesti keskustojen ulkopuolella pitää harkita myös liikenteen sujuvuutta ja joustavuutta.

Polkupyöräilyväylän asema riippuu muiden liikennemuotojen määrästä ja laadusta. Vähäisen kevyen liikenteen alueilla yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä on helppo ja

joustava ratkaisu. Muulloin polkupyöräily tulee erottaa jalkakäytävästä joko pyörätielle tai ajoradan yhteyteen. Suurten ajonopeuksien alueilla pyörätie on hyvä vaihtoehto, joskin sen kunnossapito voi olla hankalaa. Sekaliikenneväylä ja pyöräkaista altistavat polkupyöräilijän nopeamman moottoriajoneuvoliikenteen aiheuttamalle vaaralle, mutta korostavat polkupyörän ajoneuvoluonnetta. Laadukkaan katuverkosta erottuvan kevyen liikenteen väylän rakentaminen bulevardin rinnalle pienentää erityisesti bulevardin polkupyöräliikenteen kysyntää mahdollistaen vähemmän laadukkaan polkupyöräliikenneratkaisun rakentamisen bulevardille.

Kaikkien edellä esitettyjen liikennejärjestelyjen tulee olla johdonmukaisia ja erityisesti yksittäisellä katuosuudella käytettyjen järjestelyjen tulisi olla mahdollisimman yhdenmukaisia. Tällöin kaikkien tienkäyttäjien on mahdollista ennakoida liikennejärjestelyjä aiemman kokemuksen perusteella, mikä parantaa sekä liikenteen sujuvuutta että turvallisuutta.

5.2 Tutkimuksen rajoitteet ja jatkotutkimus

Tässä kandidaatintyössä tutustuttiin bulevardisoinnin vaikutuksiin ja turvallisen liikennebulevardin toteuttamiseen. Työssä käytetty bulevardisointia koskeva aineisto on pääosin yhdysvaltalaisista, sillä Yhdysvalloissa on toteutettu monia merkittäviä kaupunkialueiden bulevardisointihankkeita. Kuitenkin Suomen ja Yhdysvaltojen kaupunkirakenteissa sekä liikennekulttuureissa ja -säännöissä on monia eroavaisuuksia.

Ajoneuvoteknologia kehittyy jatkuvasti. Tutkimuksessa ei ole huomioitu kehitteillä olevien ominaisuuksien, kuten ilman kuljettajan huomiota tapahtuvan autonomisen ajon tai tieverkon ja ajoneuvojen välisen viestinnän, vaikutuksia liikennejärjestelyihin. Työssä ei myöskään huomioitu lainsäädännön kehitystä.

Suomen liikennesäännöt ja kulttuuri eroaa muista. Tulevaisuudessa Suomessa toteutettavien bulevardisointiprojektien jälkeen tulee arvioida niiden turvallisuusvaikutuksia. Jos esimerkiksi Helsingin moottoriteiden bulevardisointi toteutetaan vaiheittain, voidaan erilaisten ratkaisujen vaikutuksia liikenneturvallisuuteen vertailla yksittäisten tieosuuksien ja teiden perusteella.

Lähteet

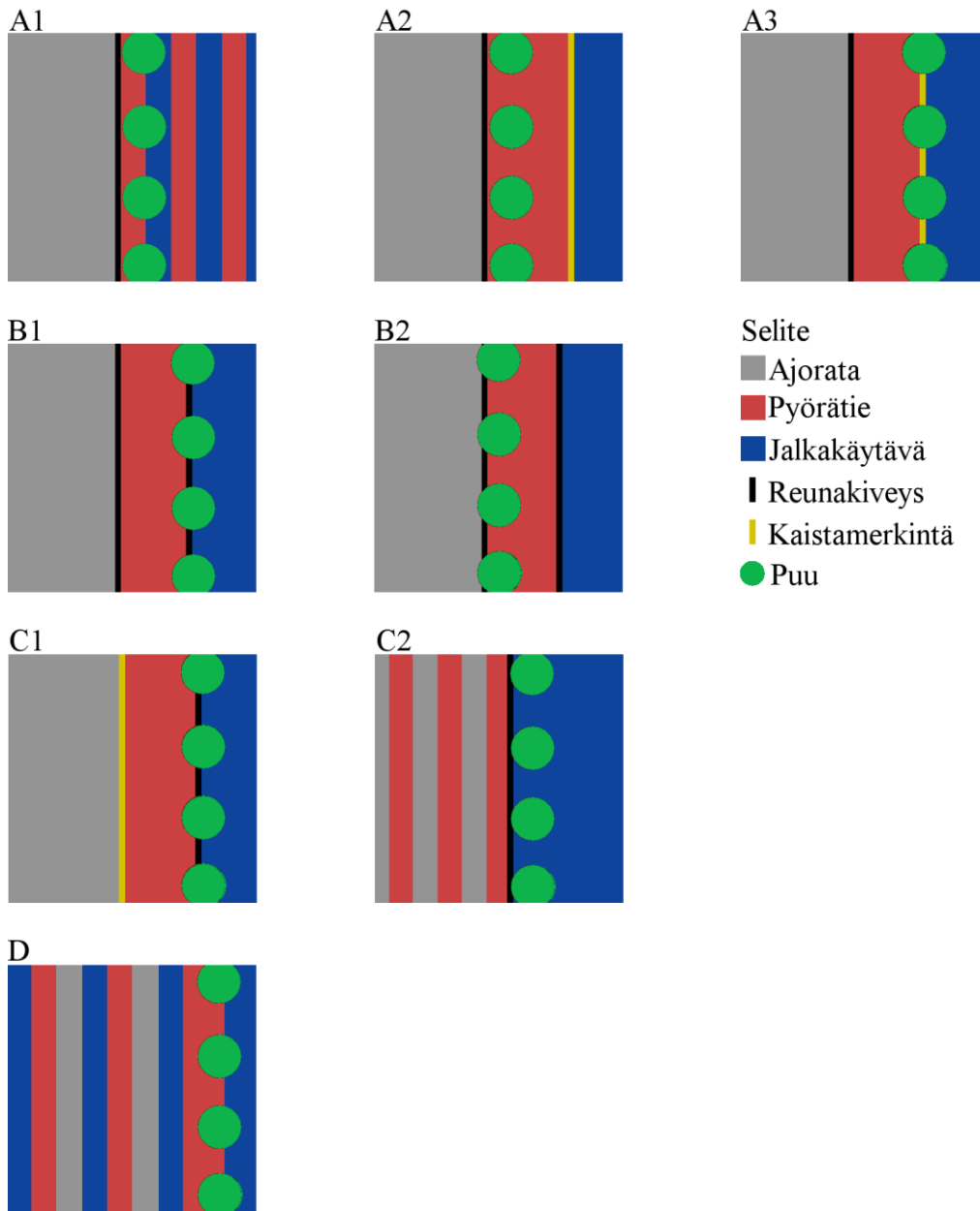
- 1 Heinonen, O. Bulevardisoinnin liikenteelliset vaikutukset ja niiden arviointi Helsingin seudulla. Kandidaatintyö. Aalto-yliopisto, insinööritieteiden korkeakoulu. Espoo. 21 s. [Viitattu 25.11.2015]. Saatavissa: <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/12984>.
- 2 WSP Oy, Kaupunkitutkimus TA Oy & Strafica Oy. Kaupunkibulevardien seudulliset vaikutukset. [Verkkoaineisto]. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2015:5. [Viitattu 17.11.2015]. Saatavissa: http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/yos_2015-5.pdf.
- 3 AC-Sanafor. Uusia kevyen liikenteen väyliä valmistuu Kehä I Leppävaarassa - tiehankkeessa: Leppävaaran Majurinpolun alikulku avataan koulujen alkamisviikolla. [Verkkoaineisto]. 12.8.2011. [Viitattu 9.10.2015]. Saatavissa: <http://news.cision.com/fi/ac-sanafor/r/uusia-kevyen-liikenteen-vaylia-valmistuu-keha-i-leppavaarassa--tiehankkeessa--leppavaaran-majurinpol,c9150301>.
- 4 Cervero, R., Kang, J., & Shively, K. From elevated freeways to surface boulevards: neighborhood and housing price impacts in San Francisco. *Journal of Urbanism*. [Verkkolehti]. Vol 2:1. 2009. S. 31–50. [Viitattu 12.10.2015]. ISSN 1754-9175 (painettu). ISSN 1754-9183 (sähköinen). Saatavissa: DOI:10.1080/17549170902833899.
- 5 Billings, J. The Impacts of Road Capacity Removal. [Verkkodokumentti]. Master's thesis. University of Connecticut. 5.7.2011. [Viitattu 12.10.2015]. Saatavissa: http://digitalcommons.uconn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1103&context=gs_theses.
- 6 Tolva, J. Lessons from unmaking urban mistakes. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 12.10.2015]. Saatavissa: http://www.ascentstage.com/archives/2010/07/lessons_from_un.html/.
- 7 Wood, D. ym. Trunk roads and the generation of traffic. Lontoo: Her Majesty's Stationery Office, 1994. [Viitattu 13.10.2015]. ISBN 0115516131 (painettu). Saatavissa: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.dft.gov.uk/pgr/economics/rdg/nataarchivedocs/trunkroadstraffic.pdf>.
- 8 Murray, A., Davis, R., Stimson, R., & Ferreira, L. Public transportation access. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. [Verkkolehti]. Vol. 3:5. 1998. S. 319–328. [Viitattu 13.10.2015]. ISSN 1361-9209 (painettu). Saatavissa: DOI:10.1016/S1361-9209(98)00010-8.
- 9 Saelens, B., Sallis, J., & Frank, L. Environmental correlates of walking and cycling: findings from the transportation, urban design, and planning literatures. *Annals of behavioral medicine*. [Verkkolehti]. Vol: 25:2. 2003. S. 80–91. [Viitattu 13.10.2015]. ISSN 0883-6612 (painettu). ISSN 1532-4796 (sähköinen). Saatavissa: DOI:10.1207/S15324796ABM2502_03.

- 10 Liikennevirasto. Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu. Kuopio: Kopijyvä Oy, 2014. 188 s. [Viitattu 17.11.2015]. ISBN 978-952-255-430-7 (painettu). ISBN 978-952-255-429-1 (sähköinen). Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-11_jalankulku_pyorailyvaylien_web.pdf.
- 11 Liikenneturva. Turvavälillä on väliä. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 13.10.2015]. Saatavissa: <https://www.liikenneturva.fi/fi/liikenteessa/ennakointi/turvavalilla-valia>.
- 12 Helsingin seudun liikenne. Matkanopeudet Helsingin seudulla ovat hidastuneet. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 13.10.2015]. Saatavissa: <https://www.hsl.fi/uutiset/2012/matkanopeudet-helsingin-seudulla-ovat-hidastuneet-2693>
- 13 Tieliikennettä koskeva yleissopimus. 30/1986. Valtiosopimukset. [Viitattu 13.10.2015]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1986/19860030/19860030_2.
- 14 Tieliikenneasetus. 182/1982. Ajantasainen lainsäädäntö. [Viitattu 13.10.2015]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1982/19820182>.
- 15 Maantielaki. 503/2005. Ajantasainen lainsäädäntö. [Viitattu 14.10.2015]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2005/20050503>.
- 16 Liikennevirasto. Tien poikkileikkauksen suunnittelu. [Verkkoaineisto]. Liikenneviraston ohjeita 29/2013. [Viitattu 14.10.2015]. ISBN 978-952-255-335-5 (sähköinen). Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-29_tien_poikkileikkauksen_web.pdf.
- 17 Alastalo, J. ym. Katupoikkileikkausten suunnitteluohjeet. [Verkkoaineisto]. 2001. [Viitattu 14.10.2015]. Saatavissa: <http://www.hel.fi/hel2/ksv/Aineistot/Liikennesuunnittelu/Autoilu/katu1.pdf>.
- 18 Kotimaisten kielten keskus & Kielikone Oy. Kielitoimiston sanakirja. [Verkkoaineisto]. 2014. [Viitattu 25.11.2015]. Saatavissa: <http://www.kielitoimistonsanakirja.fi/>.
- 19 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 132/1999. Ajantasainen lainsäädäntö. [Viitattu 3.11.2015]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>.
- 20 Woodcock, J. ym. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: urban land transport. The Lancet. [Verkkolehti]. Vol. 374:9705. 2009. S. 1930–1943. [Viitattu 26.10.2015]. ISSN 0140-6736 (painettu). ISSN 1474-547X (sähköinen). Saatavissa: DOI:10.1016/s0140-6736(09)61714-1.
- 21 Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. Liikenneonnettomuudet Helsingissä 2012 ja 2013. [Verkkoaineisto]. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuunnitteluosaston selvityksiä 2015:1. [Viitattu 22.10.2015]. ISSN 0787-9067. Saatavissa: http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/los_2015-1.pdf.

- 22 Grundy, C., Steinbach, R., Edwards, P., Green, J., Armstrong, B., & Wilkinson, P.. Effect of 20 mph traffic speed zones on road injuries in London, 1986-2006: controlled interrupted time series analysis. *BMJ*. [Verkkolehti]. Vol. 339:4469. 2009. [Viitattu 24.10.2015]. ISSN 0959-8138. Saatavissa: DOI:10.1136/bmj.b4469.
- 23 Keski-Suomen ELY-keskus, Jyväskylän kaupunki & A-Insinöörit Suunnittelu Oy. Jyväskylän liikenteen rauhoittaminen. [Verkkoaineisto]. Jyväskylä: 2012. [Viitattu 28.10.2015]. Saatavissa: [https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/250544/Raportti,%20\(pdf,6721+kt\)/b9b7a9a9-6f2d-49f6-8896-6889ffb284fe](https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/250544/Raportti,%20(pdf,6721+kt)/b9b7a9a9-6f2d-49f6-8896-6889ffb284fe).
- 24 Federal Highway Administration. Evaluation of Lane Reduction “Road Diet” Measures on Crashes. [Verkkoaineisto]. FHWA-HRT-10-053. 2010. [Viitattu 11.11.2015]. Saatavissa: <http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/10053/10053.pdf>.
- 25 Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluvirasto. Liikennemäärät Helsingissä. [Verkkoaineisto]. Helsinki Region Infoshare. 1.4.2015. [Viitattu 11.11.2015]. Saatavissa: <http://www.hri.fi/fi/dataset/liikennemaarat-helsingissa>.
- 26 Tiehallinto. Reunaympäristön pehmentäminen. Suunnittelun vaiheistus ja sisältö. Helsinki: Edita Oyj, 2001. 35 s. ISBN 951-726-684-7 (painettu). [Viitattu 12.11.2015]. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100004-01i.pdf>.
- 27 Plaxico, C. ym. (2005). Recommended guidelines for curb and curb-barrier installations. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2005. 96 s. ISBN 0-309-08820-8. [Viitattu 13.11.2015]. Saatavissa: http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_537.pdf.
- 28 Wolf, K. & Bratton, N. (2006). Urban trees and traffic safety: Considering US roadside policy and crash data. *Arboriculture and Urban Forestry*. [Verkkolehti]. Vol. 32:4. 2006. S. 170–179. [Viitattu 13.11.2015]. ISSN 0278-5226 (painettu). Saatavissa: http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/journals/pnw_2006_wolf001.pdf.
- 29 Tiehallinto. Break-away lighting columns in Finland, year 2005. [Verkkoaineisto]. Finnra Engineering News No 9E. 2005. [Viitattu 13.11.2015]. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/fen9e.pdf>.
- 30 Tiehallinto. Tasoliittymät. Suunnitteluvaiheen ohjaus. Helsinki: Oy Edita Ab, 2001. 95 s. [Viitattu 13.11.2015]. ISBN 951-726-731-2. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tasoliittymat_ohje.pdf.
- 31 Tieliikennelaki. 267/1981. Ajantasainen lainsäädäntö. [Viitattu 25.10.2015]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1981/19810267>.

- 32** Karvinen, S. Pyöräilyn väistämissääntöjen tuntemus. [Verkkodokumentti]. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Helsinki, 2012. [Viitattu 16.11.2015]. ISBN ISBN 978-951-560-189-6 (sähköinen). Saatavissa: https://www.liikenneturva.fi/sites/default/files/materiaalit/Tutkittua/Tutkimukset/2012_vaistamissaantotuntemus.pdf.
- 33** Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. Kerro mielipiteesi itäisen baanan liikennesuunnitelmasta. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 16.11.2015]. Saatavissa. http://www.ksv.hel.fi/keskustelut/aiheet/itainen_baanayhteys.
- 34** Helsingin kaupunki. Baanat. [Verkkoaineisto]. 5.8.2015. [Viitattu 16.11.2015]. Saatavissa: <http://www.hel.fi/www/helsinki/fi/kartat-ja-liikenne/pyoraily-ja-kavely/pyorareitit/baanat>.

Liite 1 Bulevardin mahdollisia poikkileikkauksia (1/1)



Yllä esitetyt poikkileikkaustyypit eivät ole oikeassa mittakaavassa. Usean liikenne-
muodon sijoittelu samalle kaistamerkintöjen ja reunakiveysten rajaamalle alueelle
tarkoittaa, että koko väylä on molempien liikennemuotojen käytettävissä.