

BRT, LRT va ajratilgan yo'l tizimlari uchun jismoniy infratuzilma;

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."

Sustainable Transportation within the Framework of Green Deal - SPHERE

Call: ERASMUS-EDU-2023-CBHE-STRAND-2

Project Number: 101128065

Kun tartibi

- Kirish
- Avtobus tezkor transport (BRT) infratuzilmasi talablari
- Yengil temir yo'l transporti (LRT) infratuzilmasi talablari
- Ajratilgan yo'lak tizimlari infratuzilmasi talablari

Kirish

Samarali transport infratuzilmasi barqaror shahar harakatchanligi va iqtisodiy rivojlanish uchun zarurdir. Shaharlar o'sishda davom etar ekan, an'anaviy transport tizimlari tirbandlik, atrof-muhit ifloslanishi va cheklangan kirish imkoniyatlari kabi tobora ko'proq muammolarga duch kelmoqda. Ushbu muammolarni hal qilish uchun zamonaviy shahar transporti rejalashtirish yuqori sig'imli va barqaror transport tizimlarini rivojlantirishga qaratilgan.

Avtobus tezkor tranzit (BRT), yengil temir yo'l (LRT) va ajratilgan yo'lak tizimlari shahar harakatchanligini yaxshilash uchun muhim yechimlar sifatida paydo bo'ldi. Ushbu transport tizimlari maxsus jismoniy infratuzilmani talab qiladi, jumladan maxsus koridorlar, stansiyalar, signalizatsiya tizimlari, xavfsizlik inshootlari va yordamchi operatsion infratuzilma. Ushbu tizimlarni to'g'ri rejalashtirish va joriy etish transport samaradorligini sezilarli darajada oshirish, sayohat vaqtini qisqartirish, xavfsizlikni oshirish va ekologik barqaror shahar rivojlanishini rag'batlantirishga yordam beradi.

Ushbu taqdimot BRT, LRT va ajratilgan yo'lak tizimlarining jismoniy infratuzilma talablarini o'rganib, ularning asosiy komponentlari, dizayn tamoyillari va samarali hamda barqaror transport tarmoqlarini rivojlantirishdagi rolini ta'kidlaydi.





BRT, LRT va ajratilgan yo'lak tizimlarining jismoniy infratuzilma talablari

Yuqori sig'imli shahar transport koridorlarini loyihalash, qurish va boshqarish uchun zarur bo'lgan fuqarolik, konstruktiv va tizim infratuzilmasining keng qamrovli muhandislik tahlili — Avtobus tezkor transporti, yengil temir yo'l transporti va maxsus ajratilgan yo'lak tizimlarini o'z ichiga oladi.

TRANSPORT MUHANDISLIGI

SHAHAR TRANSPORTI INFRATUZILMASI

FUQAROLIK MUHANDISLIGI

PHYSICAL INFRASTRUCTURE REQUIREMENTS OF BRT, LRT AND SEPARATED LANE SYSTEMS



1 BUS RAPID TRANSIT (BRT) INFRASTRUCTURE REQUIREMENTS



BRT systems use dedicated infrastructure to provide fast, reliable, comfortable and high-capacity bus services.



KEY INFRASTRUCTURE ELEMENTS

- Dedicated BRT lanes
- BRT stations & platforms
- Off-board fare collection
- Traffic signal priority
- High-quality shelters & amenities
- Bus depots & maintenance facilities
- Park & ride facilities

TYPICAL BRT CROSS-SECTION



BRT NETWORK CONCEPT



TYPICAL BRT STATION



2 LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) INFRASTRUCTURE REQUIREMENTS



LRT systems operate on rail infrastructure and provide high-capacity, reliable and sustainable urban mobility.



KEY INFRASTRUCTURE ELEMENTS

- Dedicated rail tracks & corridors
- LRT stations & platforms
- Power supply systems (OHE)
- Signaling & control systems
- Level crossings & protection
- Maintenance & storage facilities
- Operations control center

TYPICAL LRT CROSS-SECTION



LRT NETWORK CONCEPT



LRT STATION EXAMPLE



3 SEPARATED LANE SYSTEMS INFRASTRUCTURE REQUIREMENTS



Separated lane systems provide safe, efficient and sustainable mobility for bicycles, buses and pedestrians.



KEY INFRASTRUCTURE ELEMENTS

- Dedicated bus lanes
- Protected bicycle lanes
- Wide pedestrian pathways
- Physical separators / curbs
- Clear pavement markings & signs
- Safe crossings & intersections
- Smart traffic management

TYPICAL SEPARATED LANE CROSS-SECTION



SEPARATED LANE NETWORK



EXAMPLE: PROTECTED BIKE LANE



BENEFITS OF WELL-DESIGNED INFRASTRUCTURE



Higher capacity



Improved safety



Travel time reliability



Environmental sustainability



Enhanced quality of life

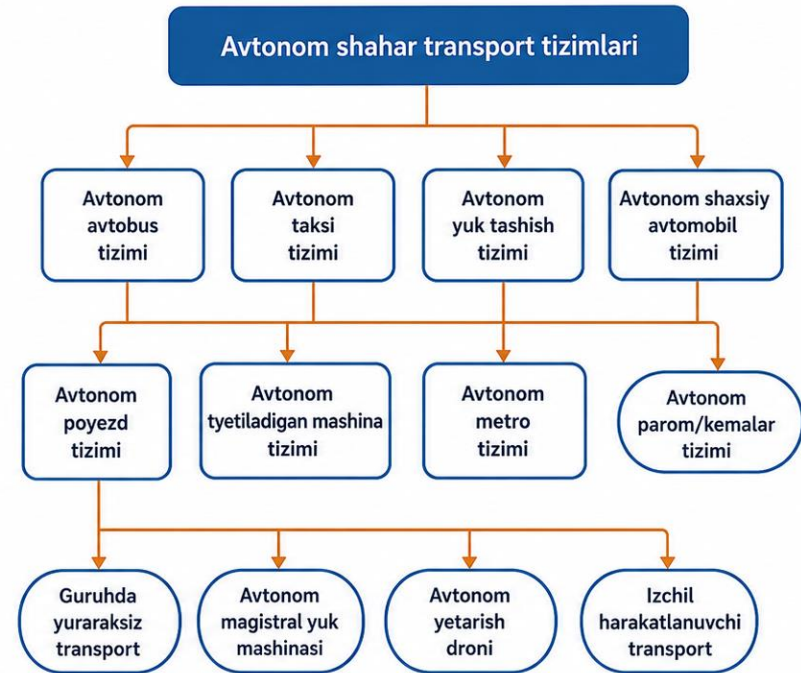
Note: Infrastructure design should be context-sensitive, integrated with land use planning, and built for future scalability.



Taqqoslovchi umumiy ko'rinish: Uchta transport infratuzilmasi tizi

Zamonaviy shahar harakatchanligi quvvat, tezlik, xarajat va yer foydalanishni muvozanatlashtiruvchi transport yechimlarini talab qiladi. Uchta asosiy koridor asosidagi tizimlar paydo bo'ldi: Avtobus tezkor tranzit (BRT), yengil temir yo'l tranzit (LRT) va ajratilgan yo'lak tizimlari (velosiped yo'llari va avtonom transport yo'laklari). Har biri yo'l, asfalt, stansiyalar, quvvat va signalizatsiya bo'yicha o'ziga xos jismoniy infratuzilma talablarini ta'minlaydi.

	BRT (Tezkor avtobus tizimi)	LRT (Yengil temir yo'l tizimi)	Ajratilgan yo'l tizimi (Separated Lane Systems)
Yo'l infratuzilmasi turi	Ajratilgan yo'l yoki ustuvor yo'l yo'laklari	Ajratilgan temir yo'l yo'laklari	Avtomobillardan to'liq ajratilgan yo'l
Harakatlanish darajasi	O'rtacha daraja; kuchli sig'imga ega	O'rta va yuqori; xizmat barqaror	Juda yuqori; ishonchli va barqaror
Stansiya dizayni	Oddiy yoki yarim yopiq stansiyalar	Yopiq yoki yarim yopiq stansiyalar	Yopiq va zamonaviy stansiyalar
O'rtacha tizim sig'imi	25–40 ming yo'lovchi/soat/yo'nalish	40–60 ming yo'lovchi/soat/yo'nalish	60–80 ming yo'lovchi/soat/yo'nalish
Yo'lovchilarning yo'lga chiqish oraliq'i	3–10 daqiqa oraliq'ida	5–10 daqiqa oraliq'ida	1–2,5 daqiqa oraliq'ida
Xizmat muddati (davomiylik)	10–20 yil oraliq'ida	20–40 yil oraliq'ida	25–30 yil oraliq'ida
Qurilish/ infratuzilma chizig'i			



Avtobus tezkor transporti (BRT) — Infratuzilma talablari

Avtobus tezkor tranzit — bu yo'l transportining moslashuvchanligini temir yo'lning tezligi va ishonchligi bilan birlashtirgan yuqori sig'imli, avtobusga asoslangan transport tizimidir. Uning infratuzilmasi yuqori chastotali, yuqori sig'imli operatsiyalarni umumiy trafikdan minimal aralashuv bilan qo'llab-quvvatlashi kerak. Asosiy dizayn standartlari ITDP BRT standarti va milliy avtomobil yo'llari dizayn qo'llanmalari bilan belgilanadi.

Yo'l huquqi va koridor geometriyasi

Ikki yo'lakli BRT tizimi markaziy yo'nalishda minimal 25–40 metr kengligi talab qilinadi. Bu yerda ikkita 3,5 metrli avtobus yo'lagi, 1,5 metrli xavfsizlik yo'laklari, stansiya platformalari (3–5 m), piyodalar kirish joyi va drenaj chekkalari mavjud. Markaziy yo'nalishdagi yo'nalishlar operatsion samaradorlik va burilish harakati bilan to'qnashuvni kamaytirish uchun afzal ko'riladi. Gorizontal egri chiziq radiusi standart 12 metrli avtobuslar uchun 30 metrdan, artikulyatsiyalangan 18 metrli avtobuslar uchun esa 50 metrdan pastga tushmasligi kerak.

Qoplama va konstruktiv dizayn

BRT qoplamalari takroriy og'ir o'q yuklariga (har bir o'q uchun 13 tonnagacha) bardosh berishi kerak. Strukturaviy qoplama qalinligi odatda 400–600 mm oralig'ida bo'lib, siqilgan pastki qatlam, donachali pastki qatlam (150–200 mm), maydalangan tosh taglik (200–250 mm) va zich bitumli makadam yoki beton yuzadan iborat. Beton qoplamalar (C35/45 darajasi) yuqori chastotali koridorlar uchun tobora ko'proq mo'ljallangan, chunki ularning chidamliligi va texnik xizmat ko'rsatish sikllari qisqartirilgan.

Stansiya infratuzilmasi

BRT stansiyalari temir yo'l sathidan 900 mm balandlikda, avtobus pol balandligiga mos keladigan tekis platformalarni talab qiladi. Platforma uzunliklari parkdagi eng uzun transport vositasini joylashtirishi kerak (odatda 18–25 metr, artikulyatsiyalangan yoki ikki bo'g'imli avtobuslar uchun). Stansiyalarda ob-havo boshpanalari, real vaqtli yo'lovchi ma'lumotlari displeylari, chipta yig'ish darvozalari, CCTV va nogironlar qonunchiligiga mos kirish rampalari mavjud. Stansiyalar orasidagi masofa 500–800 metr atrofida optimallashtirilgan, bu kirish va tezlikni muvozanatlash uchun.

BRT — Drenaj, Signalizatsiya, Depolar va Fuqarolik Ishlari

Drenaj va kommunal xizmatlar

Samarali uzunlamas va kesishma drenaj qoplamaning buzilishini oldini olish uchun juda muhimdir. Yon drenajlar minimal 1:40 qiyalikda, 30 metr oraliqda tutib olish chuqurlari va asfalt tuzilmasi ostidagi tuproq osti drenajlari standart hisoblanadi. Kommunal xizmatlar (suv, gaz, elektr energiyasi, telekommunikatsiya) ko'pincha koridor qurilish xarajatlarining 15–25% ini tashkil etadi va dizayn bosqichining boshida muvofiqlashtirilishi kerak.

Transport boshqaruvi va signalizatsiya

BRT koridorlari trafik signali ustuvorligi (TSP) tizimlaridan foydalanadi, ular svetoforlar bilan bog'lanib, yaqinlashayotgan avtobuslar uchun yashil fazalarni uzaytirish yoki qizil fazalarni kamaytirish imkonini beradi. Koridor ichida maxsus signal boshliqlari, induktiv loop detektorlari va optik tolali aloqa tarmoqlari joylashtirilgan. Jismoniy ajratish beton bordirlar, ustunlar yoki landshaftli medianlar orqali amalga oshiriladi.

Depo va texnik xizmat ko'rsatish inshootlari

BRT depolari flot hajmiga qarab kamida 2,000–5,000 m² maydonni talab qiladi, bunda avtobus to'xtash joylari, yoqilg'i quyish yoki elektr zaryadlash infratuzilmasi, inspeksiya chuqurlari, g'ildirak yuvish inshootlari va ma'muriy ofislar mavjud. Elektr BRT parklari yuqori volti podstantsiya ulanishlari va yo'nalishda pantograf yoki depo asosidagi zaryadlash infratuzilmasini talab qiladi.

Fuqarolik inshootlari

BRT koridorlari mavjud infratuzilmani kesib o'tadigan joylarda darajadan ajratilgan inshootlar talab qilinadi. Standart yer osti yo'laklari kamida 5.0m vertikal va 10.5m gorizontal balandlikni talab qiladi. Koridor bosilgan joylarda mustahkam devorlar (mustahkam beton yoki mexanik barqarorlashtirilgan tuproq) zarur. Ko'priklar konstruksiyalari HA yuklash yoki unga teng milliy standartlarga muvofiq loyihalashtirilishi kerak.

Atrof-muhitni kamaytirish

Shovqin to'siqlari (kamida 3 metr balandlikda), barqaror shahar drenaj tizimlari (SUDS) va ekologik koridorlar BRT yo'nalishi nozik hududlardan o'tadigan joylarda integratsiya qilinishi kerak.

Yengil temir yo'l transporti (LRT) — Infratuzilma talablari

Yengil temir yo'l Transit — bu po'lat g'ildirakli temir yo'l ustidagi shahar transporti rejimi bo'lib, BRTdan ko'ra yuqori sig'im, silliq yurish sifati va aktivlarning uzoqroq umrini taklif etadi. LRT infratuzilmasi ancha murakkab bo'lib, doimiy yo'l qurilishi, elektrlashtirish, signalizatsiya va konstruktiv fuqarolik ishlarini talab qiladi. Dizayn standartlariga EN 13848 (rels geometriyasi), ARE MA ko'rsatmalari va milliy temir yo'l infratuzilma kodekslari kiradi.

Track & Permanent Way

LRT relslari ikki parallel po'lat relsdan (odatda 54E1 yoki 60E1 profili) iborat bo'lib, ular tayyorlangan shaklda yotqizuvchilarga mahkamlanadi. Balastlangan yo'l 300 mm chuqurlikda maydalangan granitdan (25–50 mm gradus) foydalanadi; Temir-beton (C40/50) va mustahkam rels mahkamlamaları bilan jihozlangan. Standart kenglik 1,435 mm. Ko'chada yurish uchun minimal gorizontal egri chiziqli radiusi 25m, ajratilgan qismlar uchun esa 150m. Egri chiziqlarda markazdan qochma kuchlarga qarshi turish uchun 150 mm gacha superbalandlik (cant) qo'llaniladi.

Havo liniyasi uskunalari (OLE)

LRT tizimlari 750V DC (eng keng tarqalgan) yoki 1,500V DC elektrlashtirishda ishlaydi. OLE kontakt simidan (107mm² mis yoki mis qotishmasi), xabar simlari, dropperlar, ro'yxatga olish qo'llari va 50–60 m oraliqdagi konsol tayanchlardan iborat. Bo'lim izolyatorlari tarmoqni elektr jihatdan izolyatsiyalangan zonalariga bo'ladi. Yo'l bo'ylab har 2–4 km masofada podstansiyalar joylashgan bo'lib, har biri milliy tarmoqdan 33kV yoki 11kV AC ta'minotini talab qiladi, to'g'rilagich transformatorlari esa AC ni DC ga aylantiradi.

Platformalar va stansiyalar

LRT platformalari odatda 30–60 metr uzunlikda (2–3 vagonli poyezdlarni sig'dira oladi) va temir yo'l sathidan 900 mm balandlikda bo'lib, tekis chiqish uchun amalga oshiriladi. Platforma soyabon qoplamalari, teginish yotqizish, yo'lovchi axborot tizimlari va zinapoyasiz kirish majburiy. Yer osti yoki ko'tarilgan stansiyalar qo'shimcha konstruktiv investitsiyalarni talab qiladi, jumladan, kesib yopiq tunnel, mustahkam devorlar, ventilyatsiya shaxtalari yoki viadukt inshootlari. Stansiyalar masofasi odatda shahar yadrolarida 400–600 metr atrofida bo'ladi.

LRT — Signalizatsiya, depolar, inshootlar va yer muhandisligi

Signalizatsiya va poyezd boshqaruvi

Zamonaviy LRT tizimlari poyezdni aniqlash uchun Aloqa Asosidagi Poyezd Boshqaruvi (CBTC) yoki doimiy blokli signalizatsiyadan foydalanadi, unda rels zanjirlari yoki o'q hisoblagichlari mavjud. Yo'l bo'yidagi signallar, nuqtalar (kalitlar) va o'zaro blokirovka tizimlari xavfsiz yo'l sozlashni ta'minlaydi. Avtomatik Poyezd Himoyasi (ATP) tezlik cheklovlarini ta'minlaydi. Optik tolali poyezddan yo'l bo'yiga aloqa tarmoqlari real vaqt rejimida ma'lumot uzatishni qo'llab-quvvatlaydi. Umumiy koridorlardagi darajali kesishmalar 95% ishonchlilik va xavfsiz dizaynga ega to'siq tizimlarini talab qiladi.

Depo va texnik xizmat ko'rsatish inshootlari

LRT depolari flot hajmiga qarab 5,000–15,000 m² maydonni talab qiladi, bunda har bir yo'l uchun kamida 150 m uzunlikdagi stabling sidinglari, 1,2 m chuqurlikdagi tekshiruv chuqurlari, g'ildirak torna tizimi, ustki kran gantrilari va yuqori kuchlanishli izolyatsiya bo'limlari mavjud. Depolarda shuningdek, tarmoq bo'ylab real vaqtli poyezd harakatini boshqaruvchi Operatsiyalarni Boshqarish Markazi (OCC) joylashgan.

Ajratilgan yo'l tizimlari — infratuzilma talablari

Ajratilgan yo'lak tizimlari umumiy harakatdan jismonan ajratilgan maxsus koridorlarni, jumladan velosiped avtomagistrallari, avtonom transport vositalari (AV) koridorlari va piyodalar uchun ustuvor bulvarlarni o'z ichiga oladi. BRT yoki LRTdan kamroq talabchan bo'lsa-da, bu tizimlar xavfsizlik va operatsion samaradorlikni ta'minlash uchun aniq geometrik dizayn, mustahkam ajratish va aqlli infratuzilmani talab qiladi.



Velosiped yo'llari va himoyalangan yo'laklar

Ajratilgan velosiped yo'laklari ikki yo'nalishda harakat qilish uchun kamida 2.0–3.0m yoki bir yo'nalishda 1.5m kenglikda bo'lishi talab qilinadi. Jismoniy ajratish beton kerblar, o'rnatilgan tamponlar yoki moslashuvchan delineator postlar orqali amalga oshiriladi. Sirt materiallari orasida asfalt (AC 10 zich), rangli beton yoki qatron bilan qoplangan qoplama bor. Yoritish o'rtacha 10 luks yoritishga erishishi kerak. Chorrahalar uchun ilg'or to'xtash liniyalari, maxsus signal fazalari va teginish orqali kesishmalar talab qilinadi.



Avtonom transport vositalari koridorlarPiyodalar uchun ustuvorlik bulvar

AV-ga bag'ishlangan yo'laklar uchun yo'lga o'rnatilgan sensorlar, yuqori aniqlikdagi yo'l belgilari (reflektiv termoplastik, kamida 150 mm kenglikda) va V2I aloqa uchun yo'l bo'yidagi bloklar (RSU) talab qilinadi. Yo'lak kengligi 3.0–3.5m standartdir. Sensor aniqligini ta'minlash uchun yo'l tekisligi $IRI \leq 2.0 \text{ m/km}$ ga mos kelishi kerak. Maxsus AV koridorlari elektr avtonom parklar uchun induktiv zaryadlash bobinlarini o'z ichiga olishi mumkin.



Umumiy joy va piyodalar uchun ustuvorlik yo'laklari uchun piyodalar soniga qarab 5–15 metr kenglikda bo'lishi talab etiladi. Yuzaki materiallar sirpanishga chidamli bo'lishi kerak ($PSV \geq 65$). Barcha o'tish nuqtalarida teginish qoplamasi (blister va corduroy) talab qilinadi. Ko'cha mebellari, yoritish ustunlari va drenaj tizimi piyodalar uchun aniq yo'l chiziqlarini saqlash uchun muvofiqlashtirilishi kerak. Universal kirish imkoniyati (DDA/Tenglik to'g'risidagi qonunga muvofiqlik) butun jarayon davomida majburiy hisoblanadi.

E'tiboringiz uchun rahmat!

