

**KO'PRIKLAR XIZMAT MUDDATINING IQTISODIY TAMOYILLARI**

*Muallif: Mamadaliyev Abdulmajit Ma'ruffjon o'g'li  
Toshkent davlat transport universiteti "Ko'priklar  
va tonnellar" kafedrasida magistranti.*

**Annotatsiya**

Ushbu maqolada avtomobil yo'li ko'priklarining beton qoplamalarining hayot sikli xarajatlarini miqdoriy baholaydigan metodologiya taqdim etiladi. Bu metodologiya bir nechta qurilish va ta'mirlash muqobillari orasidan eng maqbulini tanlashda qaror qabul qilishda foydalaniladi.

Ko'priklarning asosiy material va atrof-muhit xususiyatlariga asoslangan yemirilish modeli taqdim etiladi. Beton ko'priqlarda qo'llaniladigan eng zamonaviy materiallar ham tavsiflanadi. Foydalanuvchi xarajatlarini hisoblash usuli keltiriladi — bu hisob-kitoblarda transport vositalarini boshqarish xarajatlari, vaqt xarajatlari va baxtsiz hodisa xarajatlari hisobga olinadi. Foydalanuvchi xarajatlari erkin oqim sharoitidagi transport xarajatlarini erkin trafikni buzadigan sharoitlardagi xarajatlar bilan taqqoslash orqali aniqlanadi.

Yaratilgan model mavjud ko'priklarga qo'llanilib, turli ta'mirlash muqobillarining xarajatlari aniqlanadi va taqqoslanadi. Oxirida asosiy xulosalar va tavsiyalar keltiriladi.

**Kalit So'zlar:** *Ko'priklar, yemirilish, hayot sikli xarajatlari, barqarorlik*

**Kirish**

Ko'priklar — xizmat muddati 100 yildan ortiq bo'lishi mo'ljallangan inshootlar bo'lib, davlat xazinasidan katta miqdorda mablag' talab qiladi. Xarajatlar nafaqat bevosita qurilish xarajatlarini, balki texnik xizmat ko'rsatish, tiklash va ta'mirlash xarajatlarini ham o'z ichiga oladi. Promotorlarning bevosita xarajatlariga foydalanuvchi xarajatlari ham qo'shiladi. Xarajatlar va atrof-muhitga ta'sir bir asrdan ko'proq vaqtga kechiktirilganligi sababli eng barqaror yechimni tanlash juda qiyin.

Rivojlangan mamlakatlarda yangi inshootlarga sarmoya qisqarib bormoqda va mablag'lar mavjud inshootlarni saqlashga yo'naltirilmoqda. Masalan, O'zbekistonda ko'prik sarmoyalarining faqat kichik qismi yangi inshootlar qurilishiga to'g'ri keladi. Avtomobil yo'li tarmog'i iqtisodiy va ijtimoiy jihatdan muhim boylik bo'lib, fuqarolar hayotida fundamental rol o'ynaydi — odamlarga va tovarlarga tez, qulay va xavfsiz transport vositalarini taqdim etadi. Tarixan va hozirda ham u mamlakatlar iqtisodiyoti va farovonligining o'sishida hal qiluvchi omil bo'lib kelmoqda.

Ko'priklarning o'rtacha xizmat muddati 50 dan 100 yilgacha. Bu yillar davomida qurilgan ko'priklardan kutilgan narsadan farqli o'laroq, ularning ko'pchiligi bir necha o'n yillik foydalanishdan so'ng tashvishli yemirilish belgilarini ko'rsatmoqda. Bu

qiyamatlar saqlash, tiklash va mustahkamlash strategiyalarining turli kombinatsiyalarini o'z ichiga olgan turli boshqaruv strategiyalari yordamida doimiy ravishda uzaytirilmoqda.

Ko'priklar yo'l tarmog'ining fundamental elementlaridir. Ularning to'liq yoki qisman ishdan chiqishi erkin oqimni buzishiga va xarajatlarga — ham davlat, ham xususiy sektorda — olib kelishi mumkin.

Dunyo olimlari ta'kidlashicha, konstruktiv tizimlar yemirilish va tabiiy ofatlar kabi turli stresslarga duchor bo'ladi. Natijada yuzaga keladigan konstruktiv muvaffaqiyatsizlik jamiyatga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Inshootlarning qabul qilinadigan xavfsizlik va xizmatchanlik darajalarini ta'minlash uchun to'g'ri hayot sikli menejmentini (masalan, loyihalash va texnik xizmat ko'rsatish) qo'llash kerak.

Ushbu maqolada temir-beton ko'prik qoplamalarining turli qurilish materiallaridan foydalanishning iqtisodiy tahlili amalga oshiriladi va egalarning qaror qabul qilishini qo'llab-quvvatlaydigan metodologiya taqdim etiladi. Bu metodologiya iqtisodiy va ekologik mezonlarga asoslanib eng yaxshi barqaror yechimni tanlash imkonini beradi.

### **Metodologiya**

Ushbu yangi voqelik ko'priklarni faqat xavfsizlik va funksionallik nuqtai nazaridan emas, balki iqtisodiy va ekologik nuqtai nazardan ham boshqarish muhimligini yanada ta'kidlaydi. Odatda iqtisodiy tadqiqotlar turli xil texnik xizmat ko'rsatish muqobillarining xarajatlari va foydalarini joriy narxlarda taqqoslash orqali amalga oshiriladi.

Turli texnik xizmat ko'rsatish yechimlarining xarajatlar va foydalar tahlili quyidagi turli omillarni miqdoriy baholash zarurligini ta'kidlaydi: trafik buzilishi xarajatlari; ko'priklarning turli konstruktiv va konstruktiv bo'lmagan elementlarining yemirilish tezligi; turli texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash muqobillarining xizmat muddati; hamda qaror qabul qilish jarayoniga muqobil xarajat ta'siri.

Beton yo'l ko'priklarining hayot sikli xarajatlarini minimallashtirishga qaratilgan yemirilish modeli aniqlanadi. Shuning uchun, SHNQ 2.05.03-22 ga muvofiq XC va XS ta'sir sinflarida temir-beton inshootlarning xatti-harakatini bashorat qilish uchun ehtimollik yondashuvi qo'llaniladi. Model korroziya boshlanishidan oldingi va tarqalish vaqtini o'lchaydi.

Turli qurilish texnikalar taqdim etiladi. Har bir muqobilning xizmat muddati yemirilish modeli yordamida aniqlanadi. Hayot sikli xarajatlari xalqaro adabiyotdagi qiymatlarga ko'ra miqdoriy baholandi.

Xarajatlarni aniqlash ketma-ket bosqichlarni hisobga olgan holda amalga oshiriladi: i) har bir materialning xizmat muddatini aniqlash; ii) birlik xarajatlarini hisobga olgan holda har bir muqobilning bevosita xarajatlarini aniqlash; iii) foydalanuvchi xarajatlarini aniqlash.

### **Yemirilish mexanizmi**

Armatura korroziyasi asosan elektrokimyoviy hodisa bo'lib, unda temir temir oksidiga — kelib chiqqan temirdan ancha hajmdori bo'lgan materialga — aylanadi. Beton, asosan sement pastasidagi kaltsiy silikatning gidratatsiya reaksiyalari tufayli, pH taxminan 13 bo'lgan yuqori ishqoriy kompozitdir. Betonning ishqoriy muhiti temir oksid plyonkasini hosil qiladi, bu esa passivatsiya orqali armaturani himoya qiladi.

Temir-betonning himoya plyonkasining yemirilishining asosiy sabablari betonning karbonatlanishi va xloridlarning yuqori konsentratsiyasidir. Bu omillar, boshqa narsalar qatorida, inshoot joylashtirilgan atrof-muhit sharoitlariga va beton sifatiga bog'liq.

Yemirilish modeli ikki bosqichni o'z ichiga oladi: boshlash bosqichi — beton hali armaturani himoya qilayotgan vaqt; va tarqalish bosqichi — armatura korroziyasi sodir bo'ladigan, bu esa mustahkamlik quvvatining yo'qolishiga olib keladigan vaqt (IQN 137-2021).

Boshlash davrining davomiyligi betonning karbonatlanishi va/yoki xloridlarning penetratsiya tezligiga bog'liq. Penetratsiya tezligi inshoot joylashtirilgan muhitga va betonning ichki xususiyatlariga bog'liq. Ikkala agent uchun ham — karbonatlanish va xloridlar — boshlash va tarqalish davrini miqdoriy baholash yondashuvi SHNQ 3.06.07-23 da keltirilgan.

Temir-beton inshootlarning xizmat muddati betonning ishqoriy muhiti tufayli uzoq bo'lishi kutiladi. Biroq, korroziyaning ta'siri betonning pH ni pasaytirib, himoya to'sig'i buzilganida tezlashadi — bu xloridlarning penetratsiyasi yoki beton komponentlarining atmosfera karbonat angidrid bilan aloqasi orqali karbonatlanishi natijasida yuzaga keladi.

Temir-beton ko'priqlarda armatura korroziyasi, shubhasiz, korroziya mahsulotlarining kengayishi natijasida ichki kuchlanishlar yaratilishi va armatura kesimining yo'qolishi sababli eng katta muammolardan biridir. Bu kuchlanishlarning mavjudligi degradatsiya mexanizmini kuchaytirib, betonning yorilishi va delaminatsiyasiga olib keladi.

### **Qurilish muqobillari**

Beton ko'priklarning xizmat muddatini uzaytirish maqsadida turli muqobillar sinab ko'rildi. Turli muqobillarning xatti-harakati asosiy stsenariyga nisbatan aniqlandi (A0 — oddiy armatura). Sinovdan o'tkazilgan oltita muqobil uchta guruhga bo'linadi:

- Armaturani qoplash yoki po'latning kimyoviy tarkibini o'zgartirish: A1 — epoksid bilan qoplangan armatura, A2 — galvanizlangan po'lat armatura, A3 — to'liq zanglamaydigan po'lat armatura, A4 — qoplangan zanglamaydigan po'lat armatura
- Betonning xususiyatlarini o'zgartirish: A5 — korroziya inhibitorlaridan foydalanish

- Elektr maydonini o'zgartirish: A6 — katodik himoya/oldini olish  
Foydalanuvchi xarajatlarini hisoblash

Modelda ko'rib chiqilgan foydalanuvchi xarajatlarini miqdoriy baholash quyidagi tenglama bo'yicha amalga oshiriladi:

$$C = VOC + TC + AC + ToC$$

bu yerda: VOC — transport vositalarini boshqarish xarajatlari; TC — vaqt xarajatlari; AC — baxtsiz hodisa xarajatlari; ToC — yo'l to'lovi xarajatlari (mos kelganda).

Transport vositalarini boshqarish xarajatlari turli transport vositasi sinflari uchun, milliy darajada avtomobil ijarasi, transport va sug'urta kompaniyalari kabi yirik operatorlar bilan maslahatlashish orqali miqdoriy baholanadi.

Vaqt xarajatlari jami bosib o'tilgan masofa va navbat imkoniyatini hisobga olgan holda miqdoriy baholanadi. Vaqt xarajatlari har bir transport vositasi sinfi uchun ikkita ma'lumot asosida aniqlanadi: ish haqi va jon boshiga to'g'ri keladigan.

Transport vositalarini boshqarish xarajatlarini hisoblash uchun yaratilgan modelda quyidagi xarajatlar baholandi: yoqilg'i, shinalar, texnik xizmat ko'rsatish, dvigatel, yog', amortizatsiya va sekin harakat. Ushbu miqdoriy baholash turli transport vositasi sinflarini hisobga olgan holda amalga oshirildi.

Sayohat vaqti xarajatini aniqlash transport loyihalarini belgilashda qo'llaniladigan asosiy vositalardan biridir. Ushbu tadqiqotda transport modallarini aniqlash, boshqa parametrlar qatorida, sayohat vaqti bilan bog'liq xarajatlarni hisobga olgan holda amalga oshirildi. Ba'zi modellar ushbu xarajatlardan foydalanmaganining sababi — ularni miqdoriy baholashning murakkabligidir. Biroq, bu xarajatlar ko'p hollarda foydalanuvchi xarajatlarining eng muhim tarkibiy qismi bo'lib, shu sababli ushbu modelda miqdoriy baholangan.

Qurilish ishlarini amalga oshirish yo'l baxtsiz hodisalari sonini oshiruvchi omildir. Baxtsiz hodisa xarajatlari ta'mirlash/tiklash ishlaridan oldin va keyin baxtsiz hodisa darajasini taqqoslash orqali hisoblandi.

### Natijalar

Amaliy tadqiqot: Ohangaron daryosi ko'prigi

Metodologiyaning samaradorligini tasdiqlash uchun real ko'prikda hayot sikli xarajatlarini hisoblash bo'yicha amaliy tadqiqot o'tkazildi. Metodologiyani qo'llash uchun tanlangan ko'prik A380 avtomagnistralida joylashgan bo'lib, Avtomobil yo'llari qo'mitasi tomonidan imtiyozga berilgan. Ushbu ko'prikning qurilishi 2004 yil may oyidan 2005 yil iyul oyigacha amalga oshirilgan.

70,0 m uzunlikdagi ko'prik Ohangaron daryosining pastki qismida joylashgan.

Trafik oqimi ma'lumotlarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, magistraldan foydalanayotgan og'ir transport ulushi umumiy trafikning taxminan 25 foizini tashkil etadi. Bu odatda ko'rib chiqiladigan o'rtacha taqsimlotlar bilan taqqoslaganda juda

yuqori qiymatdir. Ushbu taqsimlot ushbu magistral Ispaniya va Markaziy Evropaga yo'naltirilgan Portugaliyaning asosiy og'ir transport ulanishlaridan biri ekanligini aks ettiradi.

2020 yil mart oyida COVID cheklovlari tufayli magistraldan o'tuvchi transport vositalari sonida katta kamayish kuzatildi. 2021 yilda trafik raqamlari asta-sekin COVID oldi holatiga qaytib kelayotgani kuzatilmoqda.

Yemirilish modeli yordamida asosiy A0 muqobili uchun boshlash vaqti hisoblandi. Belgilangan strategiya ta'mirlar boshlash davrining oxirida, printsip jihatidan konservativ yondashuv sifatida amalga oshirilishini nazarda tutadi. Boshlash vaqti atrof-muhit ta'siri sinfi XC3 va 30 mm armatura qoplamasi ekanligini hisobga olgan holda hisoblandi. Ushbu sharoitlarda kutilgan boshlash vaqti 30 yilni tashkil etadi.

Har bir muqobil yechim uchun xizmat muddatining oshishi xalqaro adabiyotdan olingan ma'lumotlar asosida aniqlandi. Har bir muqobilning xizmat muddati va aralashuv davrlari 1-jadvalda ko'rsatilgan.

1-jadval. Xizmat muddati va aralashuv sanalari

Muqobil	Qurilish yili	Xizmat muddati (yil)	1-aralashuv	2-aralashuv	3-aralashuv
A0	2005	30	203 5	206 5	209 5
A1	2005	50	205 5	210 5	—
A2	2005	35	204 0	207 5	—
A3	2005	110	—	—	—
A4	2005	80	208 5	—	—
A5	2005	50	205 5	210 5	—
A6	2005	65	207 0	—	—

Tahlil davri 100 yil deb belgilandi. Ko'rish mumkinki, ko'rib chiqilgan davr uchun A0 muqobili (oddiy armatura) 3 ta aralashuvga ega bo'ladi. Boshqa tomondan, A3 muqobili (zanglamaydigan po'lat) 110 yillik xizmat muddatiga ega.

Foydalanuvchi xarajatlari ishlar mavjudligi sababli trafikni buzmasdan trafik oqimi stsenariysi bilan qurilish ishlari bilan yuzaga keladigan trafik oqimidan kelib chiqadigan stsenariy o'rtasidagi foydalanuvchi xarajatlarning qiyosiy tadqiqoti orqali miqdoriy baholanadi. Farq har bir aralashuvga bog'liq xarajatlarga teng.

### Foydalanuvchi xarajatlari tahlili

Cheklanmagan trafik oqimi stsenariyida asosiy foydalanuvchi xarajatlari transport vositalarini boshqarish xarajatlaridan kelib chiqadi. Xarajatlarning ikkinchi eng katta tarkibiy qismi yo'l to'lovi xarajatlaridan, keyin esa vaqt xarajatlaridan, va ancha kichik darajada, baxtsiz hodisa xarajatlaridan iborat.

Majburiy oqim stsenariyida xarajatlar og'irligida qayta taqsimlash yuz beradi. Bu stsenariyda asosiy xarajat tarkibiy qismi navbat shakllanishi tufayli vaqt xarajatlaridir. Shuningdek, cheklanmagan trafik oqimidan kelib chiqadigan xarajatlar ahamiyatsiz bo'lib qolishi kuzatiladi.

Birinchidan uchinchi aralashuvgacha xarajatlarning sezilarli oshishi kuzatiladi — bu chetlab o'tish yo'lida trafikning oshishidan kelib chiqadi.

2-jadval. Foydalanuvchi xarajatlari

Muqobil	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Jami (mlrd)	729	443	591	0	532	443	250
	536	790	359		029	790	760
Reyting	7	4	6	1	2	4	3

A3 muqobili hech qanday xarajatga ega emas, chunki ushbu yechimning xizmat muddati (110 yil) o'rganish davridan uzun. Qarama-qarshi tomonda A0 muqobili eng qimmat bo'lib, 3 ta aralashuv bajarish zarur.

3-jadval. Umumiy xarajatlar

Ko'rsatkich	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Jami (mlrd)	8013 345	4671 162	5903 597	396 638	1777 612	4667 079	2911 148
Reyting	7	5	6	1	2	4	3

Eng tejamkor yechimga nisbatan ortiqcha xarajat	1 920%	1 078%	1 388%	0 %	3 48%	1 077%	6 34%
---	-----------	-----------	-----------	--------	----------	-----------	----------

Har bir muqobilning umumiy xarajatlari bevosita xarajatlar va foydalanuvchi xarajatlarini qo'shish orqali hisoblandi. Oddiy po'latdan foydalanadigan yechim optimal yechimdan taxminan 19 barobar qimmat keladi.

### Xulosalar

Taqdim etilgan foydalanuvchi xarajatlari va bevosita xarajatlarning birlashtirilgan tahlilidan chiqarilgan asosiy xulosa — sarmoya qarorlarini faqat bevosita xarajatlar asosida qabul qilmaslik kerak.

Bevosita xarajatlar asosan ishlatiladigan materiallarga bog'liq. Ishlatiladigan materiallarning asosiy xarajat yaratuvchi omil ekanligi aniqlandi, chunki foydali muddati qancha qisqa bo'lsa, ko'prik shuncha ko'p aralashuvga muhtoj bo'ladi va foydalanuvchilarga juda muhim xarajatlar yuklaydi. Qoplamaning qiymatidagi kichik o'zgarishlar, arzon xarajatlar bilan bog'liq bo'lsa-da, sezilarli tejamkorlikka olib kelishi isbotlandi, chunki bu armaturaning himoyasini va shu bilan birga inshootning foydali muddatini oshiradi.

Faqat bevosita xarajatlar va darhol xarajatlar hisobga olinganda, joriy po'lat armaturasi qo'llash yechimi eng tejamkori ekanligi kuzatiladi. Biroq, bevosita xarajatlarning diskontlangan qiymatlari bilan bu yechim tahlil davrida aralashuvlar sonini hisobga olganida hatto eng tejamkori ham emas.

Foydalanuvchi xarajatlarini joriy etish va ularning hajmini hisobga olsak, muqobillarning iqtisodiy samaradorligi umumiy aralashuvlar soniga qarab sezilarli o'zgarishi mumkin. Zanglamaydigan po'lat armaturasidan foydalanishni nazarda tutgan yechim, o'rganilayotgan ko'prikda, foydalanuvchi xarajatlarining mavjud emasligi tufayli aniq eng tejamkor yechimdir.

Foydalanuvchi xarajatlari umumiy xarajatlarning muhim qismini tashkil etganligi sababli, ushbu marshut uchun trafik tahlilidan ko'rinib turibdiki, yoz oylari (iyul, avgust va sentabr) uchun foydalanuvchi xarajatlari keskin oshishi mumkin, chunki ushbu marshrutda mavsumiy trafik juda muhimdir. Shuning uchun, ishlash rejasida, iloji boricha, eng ko'p trafik bo'lgan oylarni ta'sir qilmaslikka harakat qilish zarurdir. Aralashuv vaqtini samarali nazorat qilish to'g'ridan-to'g'ri ishlarni bajarish vaqtiga mutanosib bo'lishi mumkin bo'lgan tejamkorlikni ta'minlashi isbotlandi.

Foydalanuvchi xarajatlarini tahlil qilishdan, ushbu stsenariy uchun, qurilish ishlari bo'lmaganida kesib o'tish xarajatlari asosan transport vositalarini boshqarish xarajatlaridan va, kamroq darajada, kesib o'tish vaqti bilan bog'liq xarajatlardan kelib chiqishi isbotlangan.

Vaqt xarajatiga kelsak, yengil yo'lovchi transport vositasi yo'lovchilarining sarflagan vaqti bilan bog'liq xarajat umumiy xarajatning 37 foizini tashkil etishi ko'rsatilgan. Og'ir yuk transport vositalarining vaqt xarajati esa umumiyning 26 foizini tashkil etadi.

Trafik buzilishlari joriy etilganda, navbat shakllanmagan stsenariydan navbat bilan trafik harakatlanadigan stsenariyga xarajatlar og'irligining o'tishi yuz beradi.

Xulosa qilib aytish mumkinki, natijalarning ajratilgan tahlilini hisobga olsak, normal trafik oqimining buzilishi asosiy omil ekanligi aniqlanadi. Ushbu buzilish ekologik tarkibiy qismni juda muhim qiladi, chunki sayohat vaqtining ortishi transport vositalaridan ifloslantirish chiqimlarini ham oshiradi. Temir va oldindan gerilgan beton ko'priqlari qurilishida barqaror yondashuv promotorning sarmoyasini optimallashtirish, foydalanuvchi xarajatlarini kamaytirish, yoqilg'i yonishidan chiqariladigan gaz emissiyasini kamaytirish, tozaroq atrof-muhitni ta'minlash va ijtimoiy tengsizlikni kamaytirishga imkon beradi.

#### Adabiyotlar

1. SHNQ 2.05.03-22 “Ko‘priklar va quvurlar” Toshkent, 2022.
2. SHNQ 1.05.01-19 “Qurilishda axborot modellashtirish. Ishlab chiqarish va texnik bo‘limlar tomonidan ishlarni tashkil etish qoidalari” Toshkent, 2019.
3. SHNQ 2.01.01-22 “Loyihalash uchun iqlimiy va fizikaviy-geologik malumotlar” Toshkent, 2022.
4. SHNQ 3.06.07-23 “Ko‘priklar va quvurlar. Tekshirish, sinash va diagnostika qilish qoidalari” Toshkent, 2023.
5. IQN 179-2023 “Ko‘priklar va yo‘l o‘tkazgichlarning texnik holatini baholashda zilzilabardoshlik talablari” Toshkent, 2023.
6. IQN 170-2022 “Monolit sun‘iy inshootlar (ko‘priklar va yo‘l o‘tkazgichlar) ga qurilish va saqlash ishlarini bajarish bo‘yicha yo‘riqnoma” Toshkent, 2022.
7. IQN 137-2021 “Avtomobil yo‘l ko‘priklarini qurish va ta‘mirlashda olib boriladigan qurilish-montaj ishlarini nazorat qilish bo‘yicha yo‘riqnoma” Toshkent, 2021.
8. IQN 124-2017 “Avtomobil yo‘l ko‘priklarining deformatsion chokklarini ta‘mirlash va qarov ishlari bo‘yicha yo‘riqnoma” Toshkent, 2017.
9. “Ko‘priqlar qurilish” AJ arxiv bazasi, Toshkent, 2026.
10. “Avtomobil yo‘llari qo‘mitasi” va “O‘zyo‘lko‘priklar klasteri” arxiv bazasi, Toshkent, 2026.
11. “Avtomobil yo‘llari ilmiy tadqiqot instituti” arxiv bazasi, Toshkent, 2026.

12. OTB (Osiyo taraqqiyot banki) ishtirokidagi O‘zbekiston qishloq yo‘llari va barqarorlik loyihalari materiallari.
13. Iqlimga chidamli yo‘l va ko‘prik infratuzilmasi bo‘yicha ekologik va ijtimoiy baholash hujjatlari.
14. O‘zbekiston hududlarining iqlim tavsiflari va gidrometeorologik xavf ko‘rsatkichlari bo‘yicha rasmiy ma‘lumotlar.

