СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

MIN 4551 «Ұңғымалық қалқандық комплекстер» пәнінен

«6B07205» – «Тау-кен инженериясы» мамандығына арналған

15-дәріс. «Қорытынды дәріс. Қалқан кешендерін қолданып тоннельдер салудағы экономикалық көрсеткіштер».

Оқытушы: Алменов Талгат Макулбекович, техн.ғыл.канд.,
«Тау-кен ісі» кафедрасының профессоры

T.Almenov@satbayev.university

15-дәріс. Мақсаты мен жоспары

Дәрістің мақсаты

Қалқандық тоннель құрылысының шығындарын қалыптастыратын факторларды түсіну, негізгі экономикалық көрсеткіштерді есептеу және технологиялық шешімдердің жоба құны мен мерзіміне әсерін бағалау.

Дәріс жоспары

- Жоба экономикасының негізгі ұғымдары
- Капиталдық және операциялық шығындар құрылымы
- Өнімділік, қолжетімділік және бір метрдің өзіндік құны
- Қалқанды сатып алу, жалға алу және қайта пайдалану
- Геологиялық, мерзімдік және нарықтық тәуекелдер
- Өмірлік цикл құны және экономикалық тиімділік

Қалқандық тоннель экономикасының логикасы

Жалпы құн машинаның бағасымен шектелмейді. Нәтиже технология, геология, өнімділік, мерзім және тәуекелдің бірлескен әсерінен қалыптасады.

Техникалық шешім	Қалқан түрі, диаметр, қаптама және логистика
Өнімділік	Тәуліктік жылжу, цикл уақыты және тоқтап қалу
Геология	Жер асты суы, абразивтілік, бөгеттер және нығайту
Мерзім	Ауысым саны, монтаж, өту және демонтаж ұзақтығы
Нарық	Еңбек, бетон, болат, энергия және валюта бағасы
Тәуекел	Авария, жөндеу, талап-арыз және сақтандыру

Экономикалық бағалаудың деңгейлері

1	2	3	4	5
Тұжырымдама	**Техникалық негіздеме**	**Жобалау**	**Тендер**	**Құрылыс**
Ұқсас жобалар мен параметрлік көрсеткіштер бойынша бастапқы диапазон	Трасса, геология, станциялар және құрылыс әдісі салыстырылады	Жұмыс көлемі, ресурстар, өнімділік және нарықтық бағалар нақтыланады	Мердігер бағасы, тәуекел бөлу және келісімшарт шарттары енгізіледі	Нақты шығын, орындалған көлем және болжам ай сайын жаңартылады

Жалпы жоба құнының құрамы

Сжалпы = Стікелей + Сжанама + Стәуекел + Сқаржыландыру + Синфляция

Тікелей шығын	Қазу, сегмент, ерітінді, еңбек, энергия және көлік
Жанама шығын	Алаң, басқару, жобалау, зертхана, күзет және сақтандыру
Тәуекел резерві	Белгісіз геология, жөндеу, мерзім және нарық ауытқуы
Қаржыландыру	Несие пайызы, кепілдік және ақша ағымының құны
Инфляция	Құрылыс кезеңіндегі баға мен валюта өзгерісі

Капиталдық шығындар: CAPEX

Қалқан және өндірістік жүйелер

- Қалқан кешені және резервтік кескіш құралдар
- Back-up жабдықтары, конвейер немесе шлам жүйесі
- Навигация және өндірістік деректер жүйесі
- Сегмент зауытына арналған қалыптар мен жабдық
- Монтаж, сынақ және іске қосу

Құрылыс инфрақұрылымы

- Іске қосу және қабылдау шахталары
- Құрылыс алаңы, кран және қойма
- Электрмен жабдықтау және желдету
- Жынысты шығару, бөлу және кәдеге жарату
- Жол, байланыс, мониторинг және су төгу

Операциялық шығындар: OPEX

Еңбек

Экипаж, ауысым басшысы, жөндеу және маркшейдер

Энергия

Кескіш жетегі, желдету, сорғы, конвейер және жарық

Шығын материалдары

Кескіш, май, бентонит, ерітінді, болт және тығыздағыш

Техникалық қызмет

Жоспарлы жөндеу, қосалқы бөлшек және диагностика

Логистика

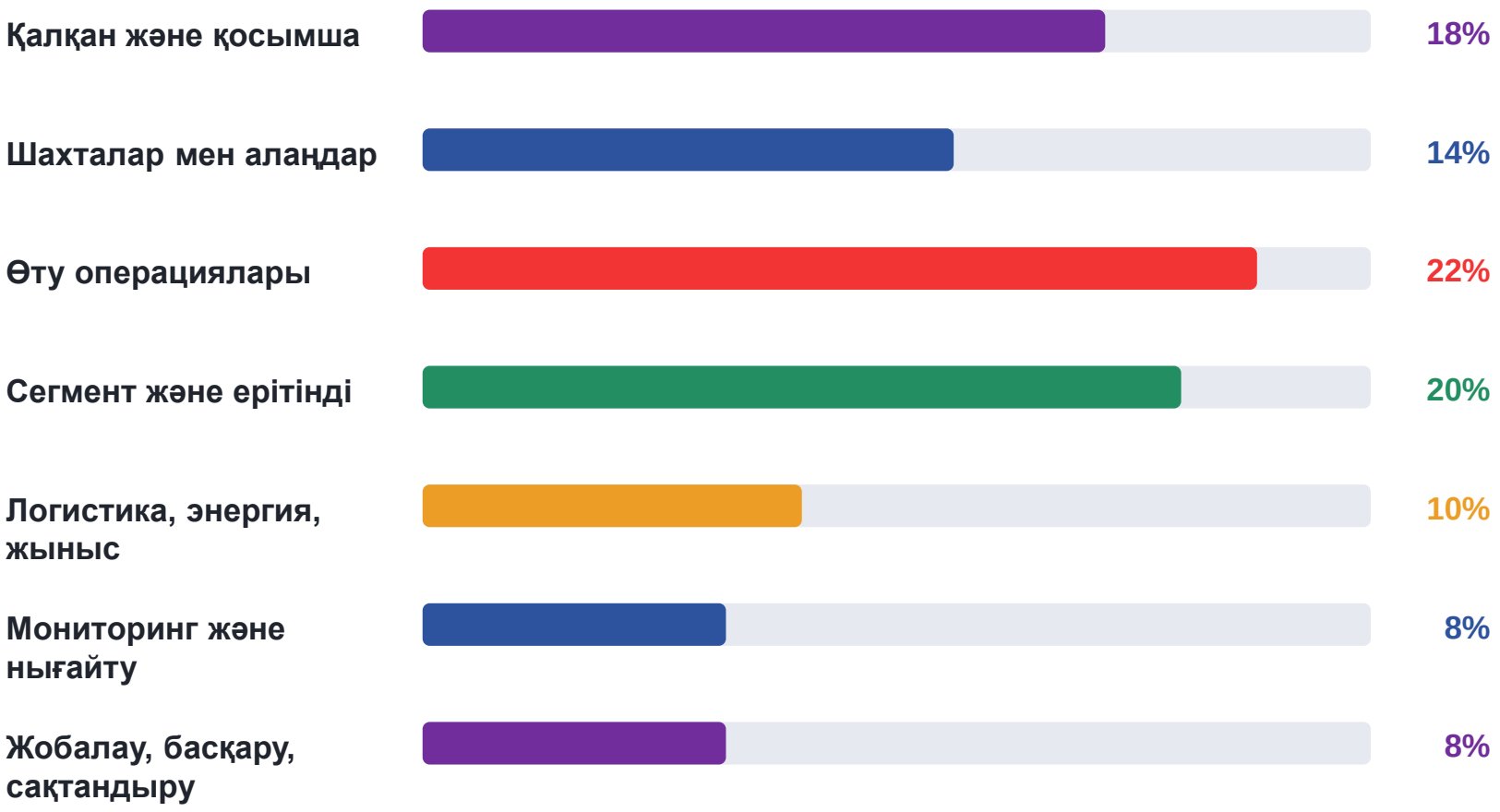
Сегмент жеткізу, жыныс тасымалдау және кәдеге жарату

Сапа және қауіпсіздік

Өлшеу, зертхана, мониторинг, ЖҚҚ және аудит

Оқу мысалы: шығын құрылымы

Төмендегі үлестер нақты жоба бағасы емес. Олар экономикалық модель құру принципін түсіндіруге арналған.



Жиынтық: 100%

Өнімділік көрсеткіштері

м/тәулік

Орташа тәуліктік жылжу

сақина/ауысым

Сегменттік цикл өнімділігі

%

Қалқанның техникалық қолжетімділігі

сағ/сақина

Бір циклдің ұзақтығы

кВт·сағ/м

Энергия сыйымдылығы

адам-сағ/м

Еңбек сыйымдылығы

Ең жоғары біркүндік нәтиже бюджетке негіз болмауы тиіс. Экономикалық есеп орташа тұрақты өнімділікке сүйенеді.

Қолжетімділік және уақыт балансы

A = Тжұмыс / Тжоспар × 100%

Жұмыс уақыты

- Қазу және қалқанды итеру
- Сегмент орнату
- Сақина сыртындағы инъекция
- Жоспарлы технологиялық ауысулар

Жоғалған уақыт

- Жоспарлы техникалық қызмет
- Кескіш құрал ауыстыру
- Ақау және қосалқы бөлшек күту
- Логистика немесе сегмент тапшылығы
- Геологиялық кедергі және авариялық тоқтау

Бір метр тоннельдің өзіндік құны

$$C_m = Стоннель / Lдайын$$

Алым

Тоннельге тиесілі барлық тікелей және жанама шығындар

Бөлім

Қабылданған және сапа талаптарына сай аяқталған тоннель ұзындығы

Дұрыс салыстыру

Диаметр, геология, тереңдік, станция саны және баға жылы бірдей болуы тиіс

Оқу мысалы: өндірістік бағдарлама

Шартты жоба: L = 2 400 м, сақина ені = 1,5 м, орташа жылжу = 12 м/тәулік.

1 600	200 тәулік	12 м/тәулік
Қажетті сақина саны	Таза өту ұзақтығы	Орташа өнімділік

Есепті толықтыру

- Монтаж, іске қосу, аралық жөндеу және демонтаж уақытын қосу
- Жұмыс күнтізбесін, ауысым санын және қолжетімділікті ескеру
- Станцияға кіру, қисық учаске және геологиялық өзгеріс өнімділігін бөлек бағалау
- Нақты кестені ықтималдық тәуекел резервімен толықтыру

Өнімділіктің өзіндік құнға әсері

Шартты тұрақты шығын: 1 000 ақша бірлігі/тәулік. Айнымалы шығын бөлек есептеледі.



Қалқанды сатып алу немесе жалға алу

Сатып алу тиімді болуы мүмкін

- Бірнеше ұқсас тоннельге арналған тұрақты бағдарлама бар
- Машинаны қайта пайдалану немесе сату мүмкін
- Меншікті мамандар мен жөндеу базасы қалыптасқан
- Ұзақ мерзімді логистика мен қосалқы бөлшек жоспары бар
- Арнайы конфигурация жобаға стратегиялық маңызды

Жалға алу немесе мердігер кешені тиімді

- Бір реттік немесе қысқа жоба
- Жобаның басталу мерзімі қысқа
- Жабдықты пайдалану тәуекелін мердігер қабылдайды
- Арнайы экипаж бен сервисті бірге алу қажет
- Капиталды басқа құрылыс жұмыстарына сақтау керек

Қалқанды қайта пайдалану экономикасы

1

Бірінші жоба

Сатып алу, жобалау және бастапқы құралдар толық шығын ретінде көрінеді

2

Демонтаж

Жуу, тексеру, сақтау және тасымалдау шығыны пайда болады

3

Жаңғырту

Диаметр, кескіш бас, тығыздағыш және басқару жүйесі бейімделеді

4

Келесі жоба

Сатып алу шығыны азаяды, бірақ қайта құрастыру тәуекелі сақталады

5

Қалдық құн

Сату, жалға беру немесе қосалқы бөлшекке пайдалану бағаланады

Геологияның экономикаға әсері

Абразивті жыныс	Кескіш шығыны, тоқтау және жөндеу уақыты өседі
Жерасты суы	Mixshield, тығыздау, сорғы және топырақ бекіту қажет болуы мүмкін
Аралас забой	Кескіш бас пен жұмыс режимін күрделендіреді
Үлкен тастар	Ұсақтау, кедергіні жою немесе камералық араласу шығыны
Әлсіз топырақ	Шөгу мониторингі мен компенсациялық инъекция қажет
Ластанған топырақ	Жынысты тасымалдау және кәдеге жарату құны артады

Тәуекел резервін қалыптастыру

Резерв бір ғана жалпы пайыз емес, тәуекелдер тізілімі мен ықтимал шығынға негізделуі тиіс.

Талаптар

Жоба көлемі мен техникалық талаптың өзгеруі

Жобалау

Толық емес зерттеу немесе шешімнің кеш өзгеруі

Нарық

Материал, еңбек, энергия және валюта бағасы

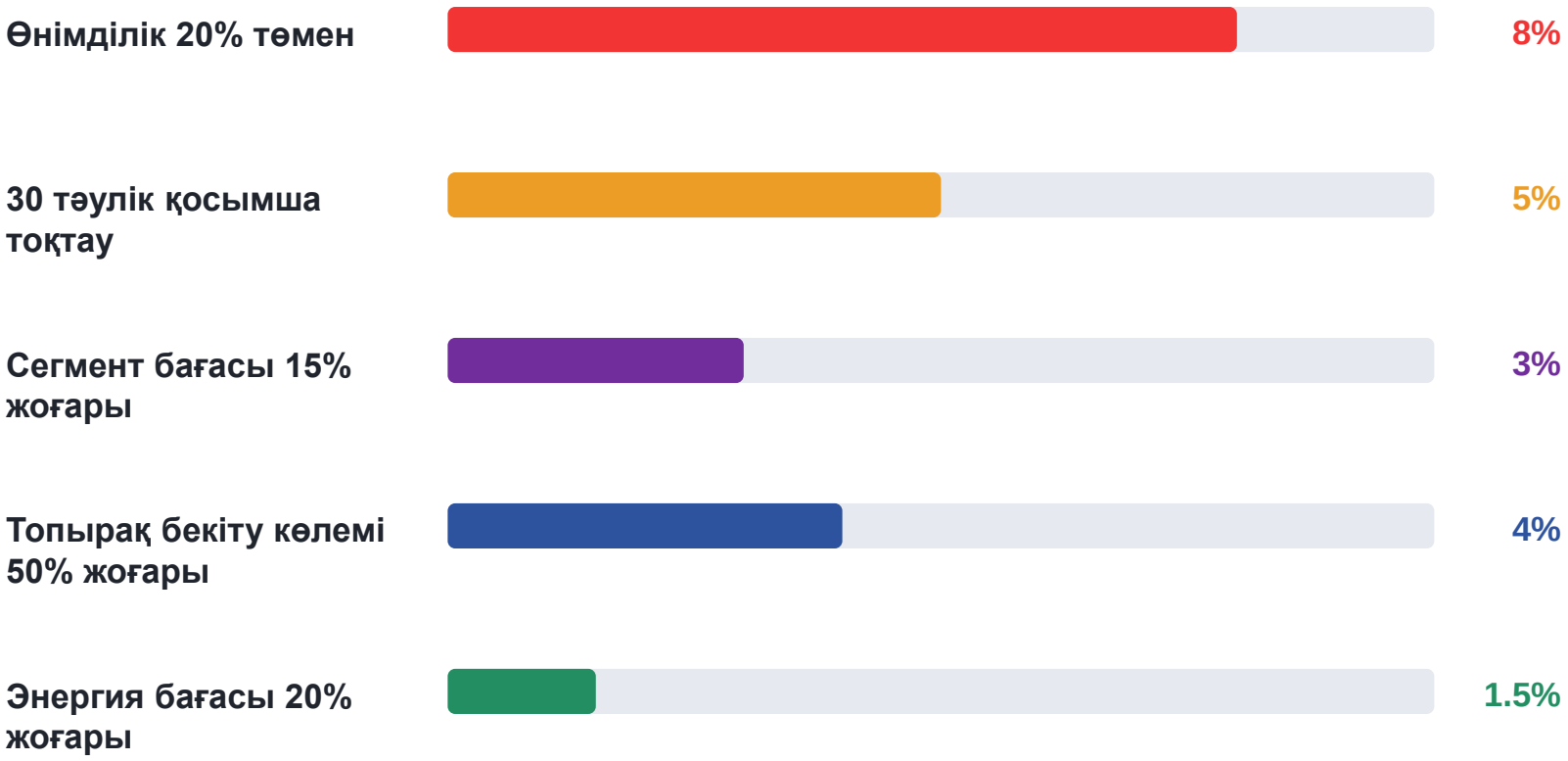
Құрылыс

Геология, жабдық, өнімділік және авария

Резерв жоба жетілген сайын азаюы мүмкін, бірақ жаңа тәуекелдер анықталса қайта есептеледі.

Сезімталдық талдауы: оқу мысалы

Базалық құн индексі = 100. Төмендегі өзгерістер шартты түрде жеке-жеке қарастырылды.



Бұл сандар жоба дерегі емес. Нақты сезімталдық шығын құрылымы, келісімшарт және құрылыс кестесі бойынша есептеледі.

Мерзімнің экономикалық құны

Мерзім ұзарғанда өсетін шығындар

- Алаңды ұстау және басқару персоналы
- Жабдық жалдау және қаржыландыру пайызы
- Сақтандыру, күзет және коммуналдық қызмет
- Инфляция мен валюта әсері
- Жолаушы қызметін іске қосудың кешігуі

Мерзімді негізсіз қысқартудың тәуекелі

- Артық ауысым мен еңбек шығыны
- Қауіпсіздік пен сапаның төмендеуі
- Жабдықтың жоспарсыз тозуы
- Жеткізу тізбегінің тұрақсыздығы
- Кейінгі қайта жұмыс және талап-арыз

Қалқандық және ашық әдісті экономикалық салыстыру

Қалқандық әдіс

- Алғашқы жабдық пен шахта шығыны жоғары
- Ұзын және біркелкі трассада өнімділігі тұрақты
- Жер бетіндегі қозғалыс пен бизнесті аз бұзады
- Коммуникация ауыстыру көлемі төмендеуі мүмкін
- Терең трасса мен күрделі қалалық ортада тиімді

Ашық әдіс

- Қысқа және таяз учаскеде қарапайым болуы мүмкін
- Қазу мен кері толтыру көлемі үлкен
- Жол жабу, коммуникация ауыстыру және өтемақы шығыны
- Құрылыс алаңының қалаға әсері жоғары
- Тереңдік артқан сайын қабырға мен су төгу құны өседі

Жанама әлеуметтік-экономикалық әсер

Уақыт үнемі

Жол жабылуы мен айналма қозғалыс азаяды

Бизнес тұрақтылығы

Дүкендер мен қызметтерге қолжетімділік сақталады

Жер құны

Тоннель үстіндегі аумақ басқа қызметке қалады

Экология

Шаң, шу және жерүсті қазу көлемі төмендейді

Қауіпсіздік

Көлік пен құрылыс аймағының түйісуі азаяды

Қала дамуы

Көлік қолжетімділігі мен агломерациялық пайда артады

Өмірлік цикл құны

LCC = жобалау + құрылыс + пайдалану + жөндеу + жаңғырту − қалдық құн

Құрылыс шешімдерінің кейінгі әсері

- Қаптама сапасы су ағуын және жөндеуді анықтайды
- Дренаж шешімі сорғы энергиясына әсер етеді
- Тоннель габариті желдету мен қызмет көрсетуге ықпал етеді
- Мониторинг жүйесі ақауды ерте анықтайды

Экономикалық бағалау

- Болашақ шығындар дисконтталады
- Әртүрлі қызмет мерзімі бар нұсқалар салыстырылады
- Энергия, жөндеу және тоқтау құны енгізіледі
- Қауіпсіздік пен сенімділікке әсер бөлек бағаланады

Экономикалық тиімділік көрсеткіштері

NPV

Таза келтірілген құн

IRR

Ішкі табыстылық нормасы

B/C

Пайда мен шығын қатынасы

Өтелу мерзімі

Жинақталған таза ақша ағымы нөлге жететін уақыт

LCC

Өмірлік циклдің толық құны

EAC

Жылдық эквивалентті құн

Қоғамдық метро жобасында қаржылық табысқа қоса уақыт үнемі, апат азаюы, экология және қала дамуының пайдасы есептеледі.

Құнды басқару және жасау

1

Функцияны анықтау

Қауіпсіздік, өткізу қабілеті және қызмет мерзімі сақталады

2

Нұсқа әзірлеу

Диаметр, қаптама, станция, логистика және әдіс салыстырылады

3

Толық құнды есептеу

CAPEX, мерзім, тәуекел және LCC бірге бағаланады

4

Техникалық тексеру

Геология, қауіпсіздік және пайдалану талаптары расталады

5

Шешім қабылдау

Ең арзан емес, ең жоғары құндылық беретін нұсқа таңдалады

Келісімшарт және тәуекел бөлу

Тапсырыс беруші бақылайды

- Бастапқы деректер мен геотехникалық базаны
- Жоба көлемі мен функционалдық талаптарды
- Қаржыландыру мен шешім қабылдау мерзімін
- Үшінші тараптар және жер учаскелерін
- Нәтиже мен қауіпсіздік талаптарын

Мердігер бақылайды

- Құрылыс әдісі мен жұмыс ұйымдастыруды
- Экипаж, жабдық және техникалық қызметті
- Күнделікті өнімділік пен логистиканы
- Сапа және қауіпсіздік рәсімдерін
- Жеткізушілер мен қосалқы мердігерлерді

Басқару панелі: негізгі KPI

Жылжу	м/тәулік және сақина/ауысым
Қолжетімділік	жұмыс уақыты / жоспарлы уақыт
Өзіндік құн	нақты шығын / дайын метр
Кесте	жоспар мен нақты орындалу
Қауіпсіздік	оқиға және қауіпті жағдайлар
Сапа	ақау, су ағуы және қайта жұмыс
Ресурс	кескіш, энергия, ерітінді, сегмент
Болжам	аяқтау құны мен аяқтау күні

Қорытынды: экономикалық шешімнің қағидалары

Салыстырмалылық

Диаметр, геология, тереңдік, баға жылы және жоба көлемі бірдей болуы керек

Өнімділік

Тұрақты орташа көрсеткіш рекордтық күннен маңызды

Толық құн

Қалқан бағасымен бірге шахта, сегмент, логистика, тәуекел және мерзім есептеледі

Тәуекел

Геология мен нарық белгісіздігі резерв және келісімшартта көрсетіледі

Өмірлік цикл

Құрылыс бағасы пайдалану мен жөндеу шығынымен бірге бағаланады

Құндылық

Қауіпсіздік, сапа және әлеуметтік пайда арзан нұсқадан басым болуы мүмкін

Бақылау сұрақтары және дереккөздер

Бақылау сұрақтары

1. Қалқандық тоннель құнының негізгі құрамдастары қандай?
2. CAPEX пен OPEX арасындағы айырмашылық неде?
3. Өнімділік пен техникалық қолжетімділік бір метрдің құнына қалай әсер етеді?
4. Қалқанды сатып алу немесе жалға алу шешімі қалай қабылданады?
5. Геологиялық тәуекелдер шығын мен мерзімге қалай ықпал етеді?
6. Өмірлік цикл құнына қандай шығындар кіреді?
7. Value Engineering кезінде қандай қағида сақталады?

Әдебиеттер: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Назар аударғандарыңызға рахмет!