ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЭКОЛОГИЯ, ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТАБИҒИ РЕСУРСТАР МИНИСТРЛІГІ

«Жасыл даму» акционерлік қоғамы

Мемлекет жүргізіп отырған саясатты жетілдіру жөнінде ұсыныстар әзірлей отырып, декарбонизацияның климаттық сценарийлерінің парниктік газдар шығарындыларының болжамды көлемін талдау

Астана, 2022 жыл

Бекіту жұмыс парағы

Мемлекет жүргізіп отырған саясатты жетілдіру жөнінде ұсыныстар әзірлей отырып, декарбонизацияның климаттық сценарийлерінің парниктік газдар шығарындыларының болжамды көлемін талдау

№	Аты-Жөні	Лауазымы	Қолы
1	Қабдолданов Нұржан Кеңесбайұлы	«Жасыл даму» АҚ Басқарма кеңесі Төрағасының орынбасары, Басқарма кеңесінің мүшесі	
2	Насирхан Рустам	«Жасыл даму» АҚ Модельдеу, талдау және болжау департаментінің директоры	
3	Карибаева Мадина Кажимеровна	«Жасыл даму» АҚ модельдеу, талдау және болжау департаментінің менеджері	
4	Сайлауова Назым Алматкызы	«Жасыл даму» АҚ модельдеу, талдау және болжау департаментінің менеджері	
5	Бакдолотов Айдын Айсултанович	«Жасыл даму» АҚ модельдеу, талдау және болжау департаментінің менеджері	
6	Колягин Игорь Владимирович	«Жасыл даму» АҚ модельдеу, талдау және болжау департаментінің менеджері	

Мазмұны

Кіріспе 5
1. Ауыл шаруашылығы және ЖЖОШӨ 6
1.1. Әдіснама 12
1.2. Ауыл шаруашылығы секторындағы декарбонизация сценарийінің нәтижелері 58
1.2.1. Климаттың өзгеруінің әсері: ауыл шаруашылығы 63
1.2.2. Климаттың өзгеруінің әсері: мал шаруашылығы 67
1.2.3. Өсімдік шаруашылығы 67
1.2.4. Мал шаруашылығы 70
1.2.5. Шығарындылар: ЖЖОШӨ 72
1.2.6. Декарбонизация сценарийі бойынша ауыл шаруашылығындағы шығындар мен пайданы талдау 76
2. Көлік секторы 80
2.1. Әдіснама 85
2.2. Көлік секторындағы декарбонизация сценарийінің нәтижелері 102
2.2.1. Жеке көлік және автобус көлігі 104
2.2.2. Көлік секторындағы энергияға сұраныс 106
2.2.3. Көлік шығарындылары және ауаны ластаушы заттар 108
2.2.4. Көлік секторына байланысты сыртқы факторлар 110
2.2.5. Декарбонизация сценарийі бойынша көлік секторындағы шығындар мен пайданы талдау 116
3. Қалдықтар секторы 120
3.1. Қарастырылып отырған қалдықтардың түрлері 122
3.1.1. Қатты тұрмыстық қалдықтар (ҚТҚ) 122
3.1.2. Ағынды сулар және тазарту құрылыстарының тұнбасы 123
3.1.3. Ауыл шаруашылығы қалдықтары 125
3.1.4. Медициналық қалдықтар 127
3.2. Әдіснама 131
3.3. Қалдықтар секторындағы декарбонизация сценарийінің нәтижелері 155
3.3.1. Қалдықтардың пайда болуы және жиналуы 157
3.3.2. Ауыл шаруашылығы өндірісінің қалдықтары 158
3.3.3. Ағынды сулар мен шөгінділердің пайда болуы 159

3.3.4. Қалдықтарды басқару және ағынды суларды тазарту 160
3.3.5. Қалдықтарды басқарудан шығарындылар 162
3.3.6. Биоэнергия өндірісінің әлеуеті 165
3.3.7. Қалдықтар секторындағы шығындар мен пайданы талдау 170
4. Энергетика секторы 173
4.1. Әдіснама 173
4.1.1. Саясат пен шаралар 174
4.2. Энергетика секторындағы декарбонизация сценарийінің нәтижелері 198
4.2.1. Барлық сценарийлер үшін жалпы болжамдар 198
4.2.2. Энергетика секторы бойынша парниктік газдар шығарындылары 201
Қорытынды 225
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 227

Кіріспе

Сценарийлік талдау және декарбонизация жолдарын әзірлеу TIMES және SD модельдерінің жаңартылған нұсқаларын қолдану арқылы жасалды. TIMES моделі берілген мақсатқа технологиялық тұрғыдан мүмкін, бірақ ең аз шығынды жолды іздейді, бұл жағдайда парниктік газдар шығарындыларын азайтудың белгілі бір деңгейіне дейін. SD моделі әлеуметтік, экономикалық және экологиялық көрсеткіштерді қамтиды және салалық дамудың әртүрлі жолдарынан тікелей, жанама және индукцияланған экономикалық және қоғамдық шығындар мен пайданы біріктіреді

TIMES - бұл орта және ұзақ мерзімді уақыт көкжиектерінде сызықтық бағдарламалауды қолданатын "төменнен жоғары" интегралды технологиялық модель. SD-бұл күрделі жүйелердің уақыт бойынша сызықтық емес әрекетін түсінуге арналған және қорларды, ағындарды, ішкі кері байланыс тізбектерін және уақыттың кешігуін біріктіретін жүйелік динамика модельдерінің жиынтығы.

Қазақстанда терең декарбонизация сценарийінде нарықтық саясатты, реттеу саясатын және мемлекеттік инвестицияларды қоса алғанда, Париж келісімінде көзделген мақсаттарға қол жеткізу үшін қосымша күш-жігер жоспарлануда.

1. Ауыл шаруашылығы және ЖЖОШӨ

Ауыл шаруашылығы секторының моделі ауыл шаруашылығы өндірісіндегі климаттың өзгеруіне байланысты ысыраптарды және жерді пайдалану мен жердің өзгеруінен (ЖЖОШӨ) және ауыл шаруашылығындағы шығарындыларды талдау үшін әзірленген. Модель төрт аймақтың әрқайсысы үшін жауын-шашын деректерін пайдалана отырып, Қазақстанның төрт географиялық аймағындағы ауыл шаруашылығы өндірісін имитациялауға арналған.

Ауыл шаруашылығы секторының моделі елдің әртүрлі бөліктеріндегі әртүрлі ауа райы жағдайларын түсіру үшін аймақтар бойынша әзірленген. Жүйе динамикасының үлгісінде қолданылатын төрт географиялық аймақ басқа үлгілердегі аймақтарды топтастыруға сәйкес келеді (TIMES және CGE). 1.1-кестеде елдің әр аймағындағы аумақтарға шолу берілген.

1.1-кесте – Республиканың төрт аймағы бойынша аймақтарды біріктіру

Талдау аймағы	Қамтылған аумақтар
1-аймақ	— Ақмола облысы — Қостанай облысы — Павлодар облысы — Солтүстік Қазақстан облысы — Шығыс Қазақстан облысы — Нұр-Сұлтан қаласы
2-аймақ	— Ақтөбе облысы — Алматы облысы — Атырау облысы — Батыс Қазақстан облысы — Қарағанды облысы — Алматы қаласы
3-аймақ	— Қызылорда облысы — Маңғыстау облысы
4-аймақ	— Жамбыл облысы — Шымкент қаласы

Оңтүстік Қазақстан мен Түркістан облысы TIMES болжамындағыдай төрт аймақтың ешқайсысында қарастырылмаған.

Vensim үлгісінде әр аймақтың өнімділігін имитациялау үшін жазылулар пайдаланылады. Жазбалар - айнымалының әртүрлі ішкі топтары үшін бірдей құрылымдық құрамдастарды пайдалануға мүмкіндік беретін Vensim мүмкіндігі (мысалы, аудан бойынша ауылшаруашылық өндірісі, көлік түрі бойынша энергия тұтыну). Қолданылатын таңбалар әрбір салалық үлгі үшін құжаттаманың басында берілген.

Ауыл шаруашылығы моделінде жоғарыдағы 1.1-кестеде көрсетілгендей «Аймақ» графигі қолданылады. Сонымен қатар, ауылшаруашылық үлгісі келесі дақылдарды қамтитын «Өсімдік түрлері» төменгі белгісін пайдаланады:

1) Дәнді дақылдар (жүгері, бидай, арпа, күріш және т.
2) Майлы дақылдар
3) Ақтүйнек
4) Ашық дала көкөністер мен қызылша
5) Жеміс
6) Жүзім
7) Басқалар (жоғарыда айтылмаған нәрсе)

Мал шаруашылығы өнімі келесі қызмет түрлері мен мал шаруашылығы бойынша есептеледі:

1) Ірі-қара мал
2) Сүтті мал
3) Қой мен ешкі
4) Шошқалар
5) Жылқылар
6) Басқа мал шаруашылығы (буйволдар, түйелер, қашырлар мен есектер, құстар, қояндар)

Аграрлық сектордың экономикалық көрсеткіштері (өндірістен түсетін түсімдер) өндіріспен, тауар қозғалысы кезеңіндегі ысыраптармен (мысалы, қоймалардың, инфрақұрылымның болмауынан) және нарықтық бағалармен анықталады. Климаттың өзгеруінің әсері климатқа бейімделуге де, әсерді азайтуға қатысты да қарастырылды.

Өндіріс ең алдымен (а) ауылшаруашылық жерлерімен (галармен өлшенеді) және (б) жердің өнімділігімен (гектардағы өнім тоннасымен өлшенеді) анықталады.

1.1-суретте ауыл шаруашылығы секторындағы себеп-салдарлық байланыстардың схемасы көрсетілген.

Ауыл шаруашылығы секторының экономикалық көрсеткіштері (өндірістен түсетін табыс) өндіріспен, тауар қозғалысы кезеңдеріндегі шығындармен (мысалы, қойма үй-жайларының, инфрақұрылымның болмауына байланысты) және нарықтық бағалармен айқындалады. Климаттың өзгеруінің салдары климатқа бейімделуге байланысты да, жұмсарту контекстінде де қарастырылды.

Өндіріс бірінші кезекте ауыл шаруашылығы алқаптарымен (гектармен өлшенеді) және жердің өнімділігімен (1 гектарға өнімнің тоннасымен өлшенеді) анықталады.

- Ауылшаруашылық жерлерінің болуы ауылшаруашылық өнімдеріне деген сұранысқа байланысты, оны халық және елдің ауылшаруашылық секторындағы өндіріс тізбегі анықтайды (мысалы, жеміс-жидектер мен көкөністер сияқты азық-түлікке соңғы тұтынушылар немесе қайта өңдеуге арналған тамақ өнеркәсібі). Ауылшаруашылық алқаптарына әсер ететін екінші фактор-фермерге егістік алқаптарын кеңейтуге және сәйкесінше коммерциялық және өнеркәсіптік қызмет жүргізуге мүмкіндік беретін жабдықты пайдалану.

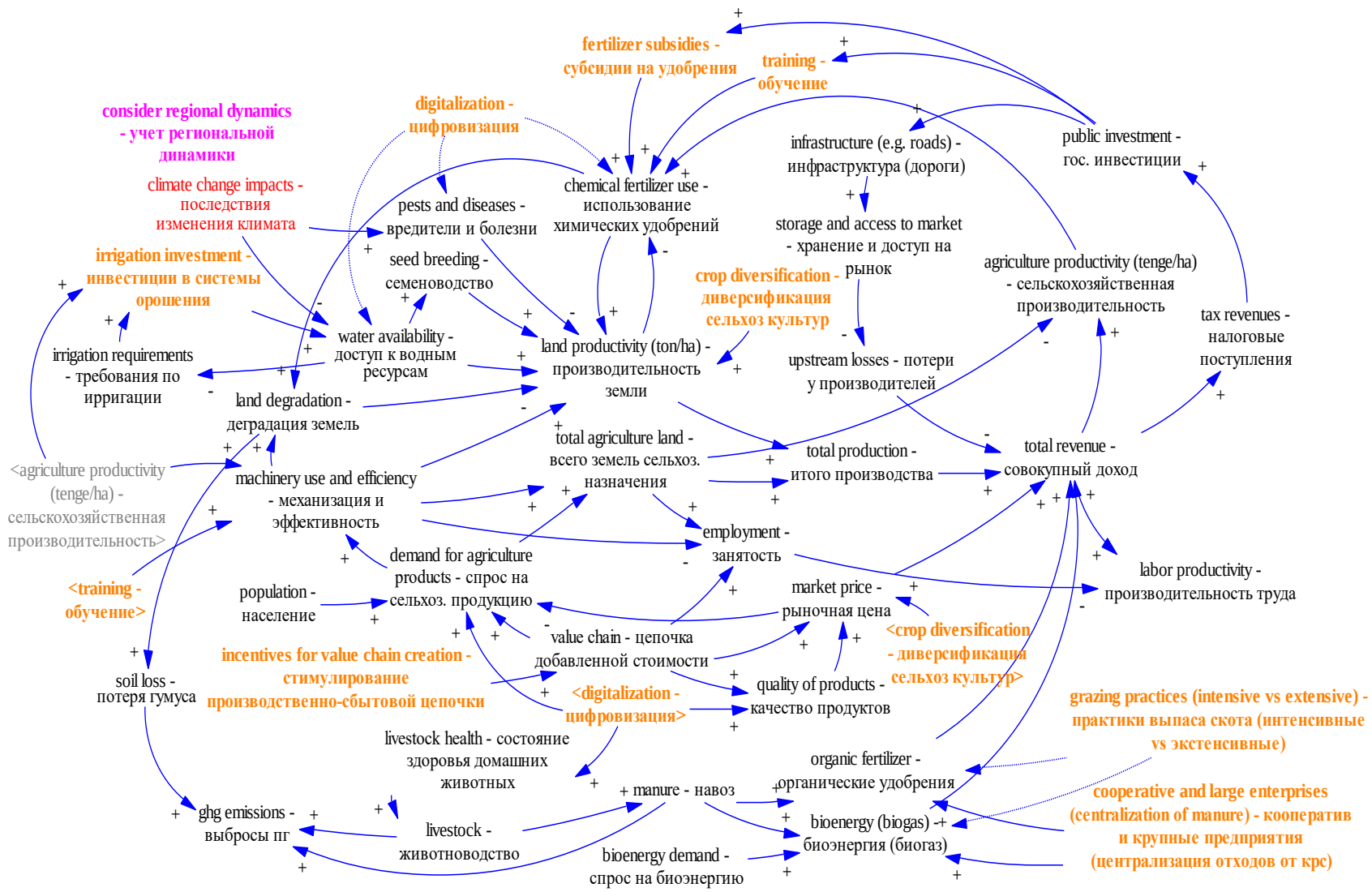
Механикаландыру жердің өнімділігіне бірқатар басқа факторлармен қатар әсер етеді:

- антропогендік: механикаландыру, тыңайтқыш, тұқым шаруашылығы;
- табиғи: климаттың өзгеруіне байланысты зиянкестер мен аурулар; климаттың өзгеруіне ұшыраған судың болуы және инфрақұрылым, мысалы, суару; машиналар мен химиялық тыңайтқыштарды қолданудан туындаған жердің тозуы.

Бірінші кезекте топырақтың жоғалуынан, биомасса қалдықтарының пайда болуынан және ормандардың кесілуінен (немесе топырақ жамылғысының өзгеруінен) туындаған шығарындыларды азайту кезінде сектордың экономикалық көрсеткіштерін жақсарту бойынша бірнеше шаралар бар.

- Біріншіден, экономикалық өсу жеке кірістердің өсуіне, демек, инфрақұрылымға (мысалы, жолдар, қоймалар - күшейту циклын құру) тауарларды өткізу кезінде шығындарды азайту үшін, сондай-ақ су ресурстарына қол жетімділікті кеңейту үшін ирригацияға (теңдестіру циклын құру) инвестициялауға болатын салық түсімдерінің артуына әкеледі.;
- Сонымен қатар, пайданың өсуі химиялық тыңайтқыштарды қолдануға инвестицияларды арттыруы мүмкін, бұл жердің өнімділігін арттырады (циклды күшейтеді), бірақ орта мерзімді перспективада топырақтың сапасын төмендетеді (тепе-теңдік циклі), бір уақытта оқу іс-шараларын жоспарлауға болады (дақылдарды тұрақты дамыту және әртараптандыру практикасы бойынша), органикалық тыңайтқыштарды қолданудың артықшылықтары (циклды күшейтеді);
- Сонымен, қосымша шаралар кіріс көздерін әртараптандыру үшін қосылған құн тізбегін құруға ынталандыруды қамтиды, оның ішінде цифрландыру арқылы (зиянкестер мен аурулардың мониторингінен бастап сұраныс мониторингін жақсартуға дейін әр түрлі деңгейдегі секторды қолдай алады).

Мал шаруашылығы үшін ұқсас динамика зерттелді, жануарлардың көбеюі мен денсаулығын қолдау үшін цифрландыру; көңді шығарындыларды азайту стратегиясының бөлігі ретінде қайта пайдалану (мысалы, биогаз өндірісі үшін), сондай-ақ жердің өнімділігін арттыру (мысалы, органикалық тыңайтқыштар). Бұл саладағы негізгі іс-шаралар-жаңа синергетикалық әсерлердің артықшылығын пайдалану және жердің тозуын бәсеңдету үшін кооперативтер құру (немесе көңді қайта пайдалану мен өңдеуді экономикалық тұрғыдан тиімді ете алатын масштабты экономикаға қол жеткізу үшін ауылшаруашылық қызметінің үлкен нысандары) және мал жаю әдістерін жетілдіру (экстенсивтіден қарқындыға дейін).

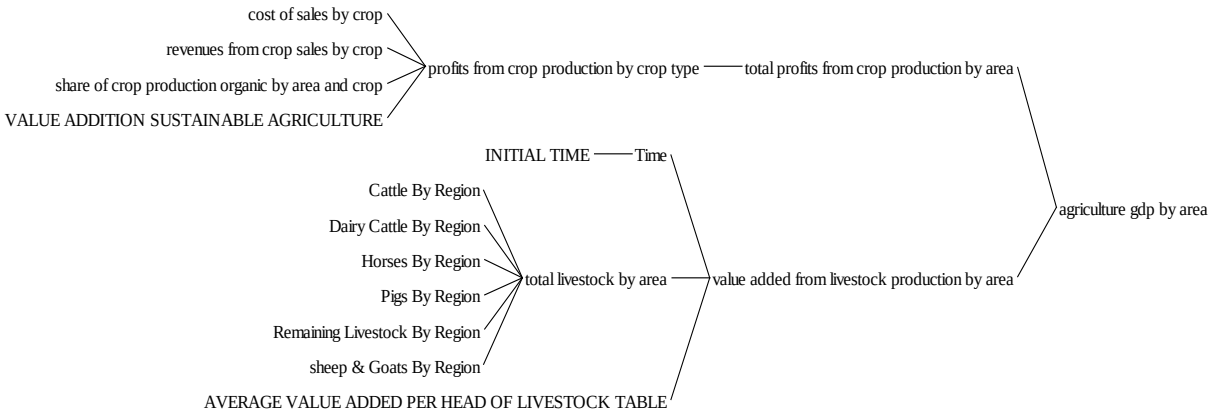


Сурет 1.1 - Себеп-салдарлық байланыс диаграммасы (CLD) немесе ауыл шаруашылығы секторының жүйелік картасы

1.1. Әдіснама

Қосылған құн және жұмыспен қамту

Ауыл шаруашылығы секторының қосылған құны төрт географиялық аймақтың әрқайсысында өндірілген ЖІӨ сомасы ретінде есептеледі. 1.2-суретте төрт аймақта ауылшаруашылық қосылған құнды есептеу үшін қолданылатын айнымалылары бар себептердің ағаш диаграммасы берілген.



1.2-сурет Ауыл шаруашылығы ЖІӨ-нің аймақтар бойынша өсуінің себептік ағашы

Аудандар бойынша ауыл шаруашылығының жалпы ішкі өнімі тиісті аймақтардың әрқайсысында өсімдік шаруашылығы мен мал шаруашылығынан түскен пайданың сомасы ретінде есептеледі. Өсімдік шаруашылығынан түскен пайда дақылдың әрбір түрі бойынша сатудан түскен табыс пен шығындарды ескереді.

Өсімдік шаруашылығынан түсетін пайданы есептеу үшін келесі теңдеу қолданылады:

дақыл түрі бойынша өсімдік шаруашылығынан түскен пайда [өсімдік түрі] = (өсімдіктерді сатудан түскен түсім [ел аймағы, дақыл түрлері] бойынша * (аймақтар және дақылдар бойынша органикалық өсімдік шаруашылығының 1 үлесі [ел аймағы, дақыл түрлері]) + дақылдарды сатудан түскен табыс дақылдар бойынша[ел аймағы, ауыл

шаруашылығы дақылдарының түрлері] * аймақтар мен дақылдар бойынша органикалық өсімдік шаруашылығы өндірісінің үлесі[ел аймағы, дақыл түрлері] * (1+ТҰРАҚТЫЛЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНЫҢ ҚОСЫЛҒАН ҚҰНЫ)) - өсімдік шаруашылығы өнімін өткізу құны [ел аймағы, өсімдік түрлері]

Модельдің болжамы органикалық өндірушілер дәнді дақылдарды дәстүрлі өндірушілерге қарағанда жоғары бағамен сата алады. Органикалық ауыл шаруашылығының дақылдық табыс теңдеуіндегі үлесі органикалық егістік алқаптарында өсірілген өнімге қосымша қосылған құн бөлу үшін пайдаланылады. Басқаша айтқанда, органикалық ауылшаруашылық өнімінің үлесі дәстүрлі және органикалық ауыл шаруашылығы өндірісін және сәйкес нарықтық бағаны ескере отырып, орташа алынған кірісті есептеу үшін қолданылады.

Өсімдіктерді өткізуден түскен кірістер орташа дақылдың бағасын дақыл түрлері бойынша әрбір аймақ бойынша жалпы өнім көлеміне көбейту арқылы есептеледі. Ауылшаруашылық дақылдары бойынша өткізу құны Қазақстан Республикасының Ұлттық статистикалық бюросынан алынған дақылдардың түрлері бойынша орташа сату бағасына және әр түрлі дақылдардың орташа рентабельділік коэффициентіне сүйене отырып есептеледі.

Өсімдіктердің түрлері бойынша сатудың орташа құнының теңдеуі келесідей:

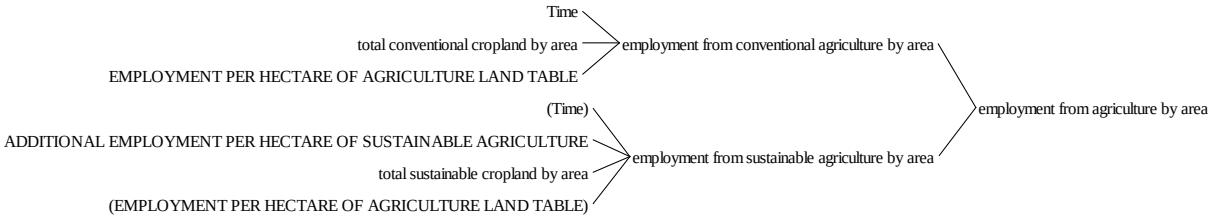
дақыл түрі бойынша орташа сату бағасы [өсімдік түрі] = (өсімдік түрі бойынша орташа сату бағасы [өсімдік түрі]* ӨСІМДІК ТҮРІ БОЙЫНША ОРТАША ТІБІЛІКТІЛІК ҚАТЫНАСТЫСЫНЫҢ КЕСТЕСІ [өсімдік түрі] (Уақыт))

Аудан бойынша мал шаруашылығы өнімінен қосылған құн әрбір аймақтағы мал басының санын бір мал басына шаққандағы орташа қосылған құнға көбейту арқылы есептеледі.

аймақтар бойынша мал шаруашылығы өнімінен қосылған құн[ел аймағы] = аймақ бойынша жалпы мал басы [ел аймағы] * МАЛ БАҒЫНА ОРТАША ҚОСЫЛҒАН ҚҰН КЕСТЕСІ (Уақыт)

Тарихи деректері бар кесте функциялары рентабельділік коэффициенті мен мал басына шаққандағы қосылған құн үшін қолданылады. Екі жағдайда да ең соңғы деректер элементінен (2018) кейін мән тұрақты болып қабылданады.

Ауыл шаруашылығындағы жұмысбастылық егістік алқаптарының жалпы ауданы мен бір гектардағы жұмыспен қамтылу коэффициенті негізінде есептеледі. Модель тұрақты егістік алқаптар дәстүрлі егістік жерлерге қарағанда 10%-ға көп еңбек сыйымдылығын ескере отырып, дәстүрлі және тұрақты егістік жерлердегі жұмысбастылықты есептейді. Ауыл шаруашылығындағы жұмысбастылықты есептеу үшін қолданылатын айнымалылар 1.3-суретте көрсетілген



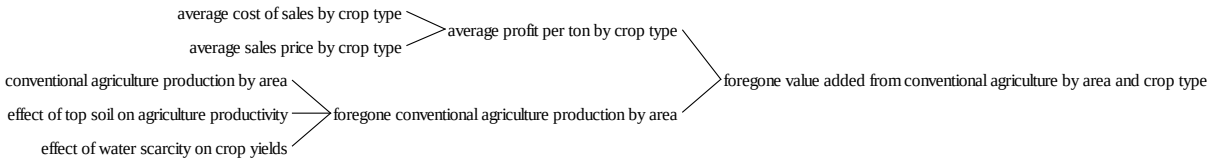
1.3-сурет – аймақтар бойынша ауыл шаруашылығындағы жұмыспен қамтудың себептік ағашы

Төменде дәстүрлі егістік алқаптарындағы жұмысқа орналасу теңдеуі берілген.

аймақ бойынша дәстүрлі ауыл шаруашылығында жұмыспен қамтылу[ел аймағы] = аймақ бойынша дәстүрлі егістік алқаптарының жалпы ауданы [ел аймағы] * АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖЕРДІҢ БІР ГЕКТАРЫНА ЖҰМЫС ЖҰМЫС КЕСТЕСІ (Уақыт)

Климаттың өзгеруінің салдары

Климаттың өзгеруінің салдары арасында су тапшылығы мен егістік қабатының жоғалуының ауыл шаруашылығы дақылдарының өніміне әсері ескерілген. Ауылшаруашылық өндірісінен қосылған құнның жоғалуы өсімдік шаруашылығындағы жоғалған өнімді орташа рентабельділікке көбейту арқылы есептеледі. Дәстүрлі және органикалық ауылшаруашылық өндірушілерінен жоғалған қосылған құн сомасы өсімдік шаруашылығынан жалпы жоғалған қосылған құн береді. 1.4-суреттегі себептік ағаш дәстүрлі ауылшаруашылық өндірісінен жоғалған пайданы есептеу үшін қолданылатын айнымалыларды суреттейді.



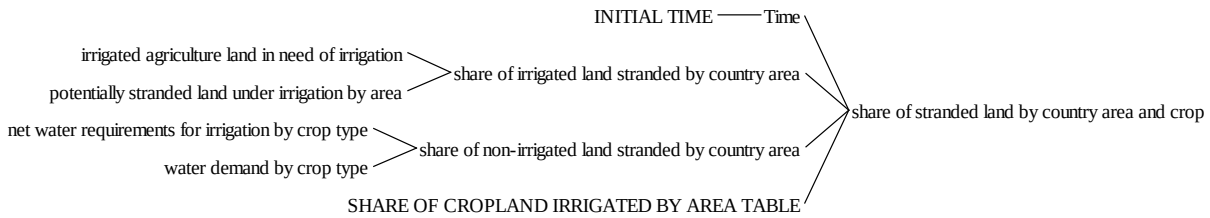
1.4-сурет – Дәстүрлі ауыл шаруашылығындағы егістік түрлері бойынша қосылған құн ысыраптарының себептік ағашы

Өткізілген ауыл шаруашылығы өнімі өсімдік түрлері бойынша әлеуетті өнім (салдары жоқ) мен ағымдағы ауыл шаруашылығы өнімі арасындағы айырма ретінде есептеледі. Жоғалған кәдімгі ауыл шаруашылығы өндірісінің аймақтар бойынша теңдеуі төменде келтірілген.

дәстүрлі ауыл шаруашылығы өндірісінен айырылды аймақтар[ел аймағы, егіс түрлері] = аймақтар бойынша дәстүрлі ауыл шаруашылығы өндірісі[ел аймағы, егіс түрлері] / (1-су тапшылығының егістік өнімділігіне әсері[ел аймағы, егіс түрлері]) / (1-топырақтың құнарлы қабатының жоғалуының әсері өнімділік ауыл шаруашылығы [ел аймағы]) - аймақтар бойынша дәстүрлі ауыл шаруашылығы өндірісі [ел аймағы, ауыл шаруашылығы дақылдарының түрлері]

«Бір минус су тапшылығының әсері» және «бір минус топырақтың үстіңгі қабатының жоғалуының әсері» деп бөлу өнімділікке әсер етпей, ауыл шаруашылығы өндірісінің жалпы әлеуетін береді. Су тапшылығы мен топырақ эрозиясына байланысты таза ысырапқа жету үшін климаттық әсерге және топырақтың құнарлы қабатының жоғалуына қарай түзетілген ағымдағы ауыл шаруашылығы өнімі жалпы әлеуетті өнімнен шегеріледі.

Су тапшылығының әсері ауылшаруашылық дақылдарының судың таза қажеттілігін егіс түрлері мен айлар бойынша айлық жауын-шашынмен салыстыру арқылы бағаланады. Егістік бойынша қараусыз қалған жердің үлесін есептеу кезінде суармалы және суарылмайтын жерлерді ажыратады.1.5-суретте егістік аймақтары мен егістік түрлері бойынша иесіз қалған жерлер үлесі үшін себептік ағаш көрсетілген.



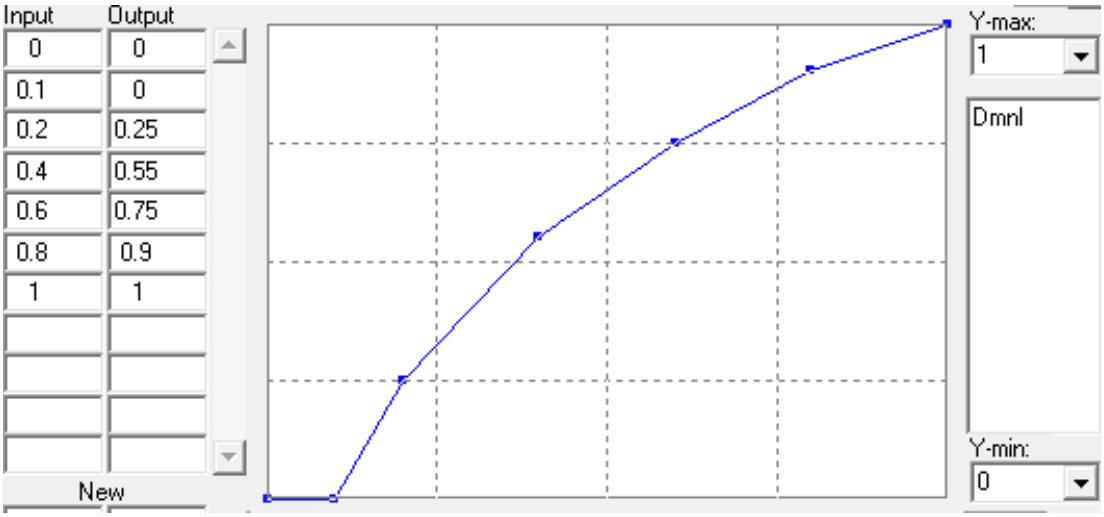
1.5-сурет – Ел аймақтары мен мәдениет түрлері бойынша қараусыз қалған жерлер үлесінің себеп-салдар ағашы

Су тапшылығының өсімдік шаруашылығына әсерін бағалау үшін бас тарту коэффициенті (су тапшылығының өлшемі) және икемділік (арнайы дақылдардың су тапшылығына төзімділігін көрсету үшін) пайдаланылады.

су тапшылығының ауыл шаруашылығы дақылдарының шығымдылығына әсері [ел аумағы, егістік түрлері] =
MIN (шала аймақтары мен егістіктер бойынша қараусыз қалған жердің пайызы [ел аймағы, егіс түрлері]^ ДАқылдардың СУ ТАРТЫЛЫҒЫНА ИІГІМДІЛІГІ [өсімдік түрлері], КЛИМАТТЫҢ ШЫҒЫМДЫЛЫҚҚА ӘСЕР ШЕГІ КЕСТЕСІ(Уақыты))

Су тапшылығының әсер ету шегі қолданылады, ауыл шаруашылығы секторының климаттың өзгеруінің әсеріне осалдығы және бейімделуі туралы БҰҰДБ есебінде берілген ақпарат негізінде калибрленген (Байшоланов, 2017 ж.).

Топырақтың үстіңгі қабатын жоғалтудың әсері Cosmas және т.б. жариялаған топырақ эрозиясына өңдеу әдістерінің әсері туралы зерттеулерге негізделген (2001). Осы зерттеу негізінде топырақтың жоғарғы қабатының жоғалуының ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігіне әсерін іс жүзінде бағалау үшін кесте функциясы қолданылады (1.6 сурет).



Сурет 1.6 - Топырақтың құнарлы қабатының жоғалуының ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігіне әсер етуінің кестелік функциясы (Космас және т.б., 2001).

1.6-суреттегі кесте функциясы кіріс ретінде «салыстырмалы топырақтың үстіңгі қабаты» индексін пайдаланады, оның 2000 жылғы ағымдағы құнарлы қабат қорын бастапқы мәніне бөлу арқылы есептелген салыстырмалы беткі қабаты бар (яғни, индекстік мақсаттар үшін базалық жыл үшін, 2000 ж.). Кестедегі мәндер топырақтың салыстырмалы құнарлы қабатының мәні бір болса, бұл ауыл шаруашылығы өнімділігіне әсер етпейтінін көрсетеді. Топырақ эрозиясы топырақтың үстіңгі қабатының мөлшерін азайтатындықтан,

салыстырмалы топырақ қабаты бірден азаяды. Кестеде көрсетілген графикалық функциялар дақылдардың шығымдылығына әсер ету дәрежесін бағалау үшін кез келген уақыт кезеңінде салыстырмалы топырақ қабатының мәнін пайдаланады. Мысалы, топырақтың салыстырмалы құнарлы қабаты 1-ден 0-ге дейін төмендесе, 6 (40%-ға төмендеу), жердің өнімділігі 25%-ға төмендейді (1-ден 0,75-ке дейін). Егістік қабатының жердің құнарлылығына әсері дақыл түрлері бойынша өнімділік теңдеуінде мультипликатор ретінде қолданылады .

Климаттың өзгеруінің мал шаруашылығына әсері негізінде калибрленген (2017) БҰҰДБ Қазақстандағы ауыл шаруашылығының климаттық өзгерістерге осалдығы туралы есебі. Осы есеп бойынша климаттың өзгеруіне байланысты малдың шығыны жануарлардың саны мен климаттың өзгеруіне байланысты жоғалған жануарлардың үлес салмағын пайдалана отырып, калибрленген. Мысалы, климаттың өзгеруіне байланысты мал өлімінің теңдеуі.

климаттың өзгеруіне байланысты ірі қара малдың өлімі[ел аймағы] = аймақ бойынша ірі қара[ел аймағы] * КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРІСІНІҢ ІҚАР ШАРУАШЫЛЫҒЫНА ӘСЕРІ

Өсімдік шаруашылығы

KAZ LEDS үлгісінде өсімдік шаруашылығы егістік алқаптары мен жер өнімділігі негізінде ұсынылған. Аймақтар бойынша жалпы ауыл шаруашылығы өнімі – бұл әдеттегі және органикалық өндірушілерді ескере отырып, әрбір географиялық аймақта өндірілген барлық дақылдардың жиынтығы.

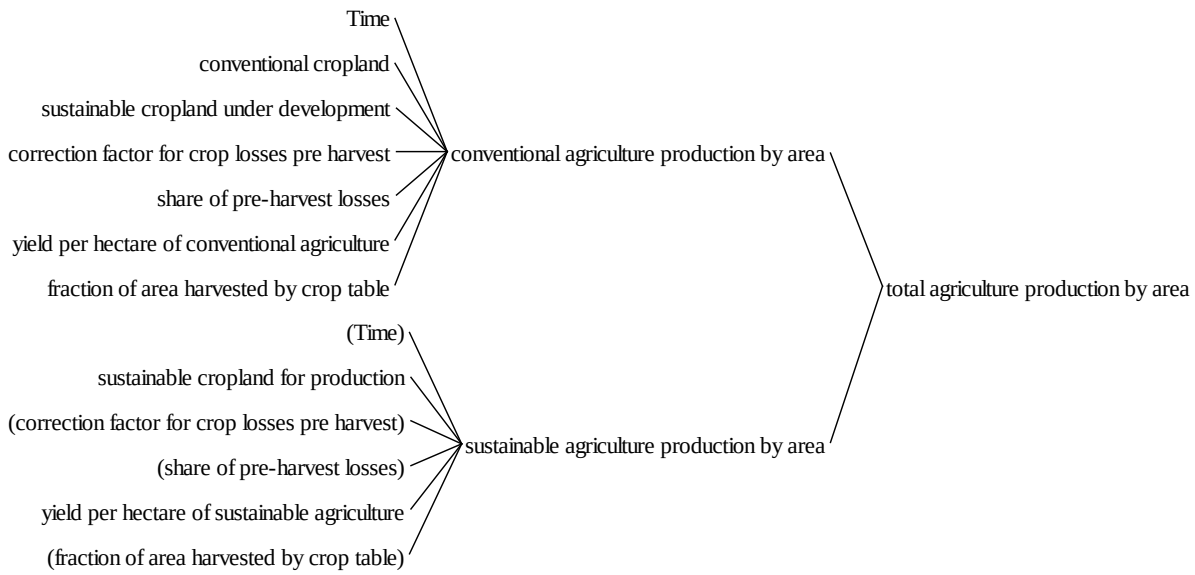
аймақтар бойынша жалпы ауыл шаруашылығы өнімі [ел аймағы] = SUM(аймақ бойынша дәстүрлі ауыл шаруашылығы өндірісі[ел аймағы, егіс түрлері!]) + SUM(аймақ бойынша тұрақты ауыл шаруашылығы өндірісі[ел аймағы, дақыл түрлері!])

SUM функциялары жалпы өндірісті (жылына тоннамен) барлық қосалқы белгілер бойынша, бұл жағдайда әртүрлі дақылдар бойынша қосу үшін

пайдаланылады. Себеп-салдар ағашы 1.7-суретте жалпы ауылшаруашылық өндірісін аймақтар бойынша есептеу үшін қолданылатын барлық айнымалыларды көрсетеді.

Жерге және оның өнімділігіне қосымша, модель өндірістің тарихи төмендеуін реттеу үшін дақылдар бойынша егістік алаңының үлесін пайдаланады. Бұл үлес 2018 жылдан бері өзгеріссіз қалды.

Жинауға дейінгі ысырап деңгейі және ЖШД жүйесіндегі саясатты таңдау операторы егін жинау алдындағы шығынды азайту әсерін бағалауға мүмкіндік беретін саясат айнымалылары болып табылады.



1.7-сурет – Зоналар бойынша жалпы ауыл шаруашылығы өнімінің себептік ағашы

Кәдімгі және тұрақты ауылшаруашылық өндірісі әр дақыл түрі үшін пайдаланылатын жер көлемін гектарына сәйкес келетін өнімділікке көбейту арқылы есептеледі. Тұрақты немесе органикалық түрде басқарылатын жер үшін модель БҰҰ ЕЭК (2019) және Қазақстанның Статистика Бюросы негізінде гектарына 20% жоғары өнімділікті болжайды (2020). Өндіріс үшін тұрақты

егістік жерлер үшін қосымша нақтылау үлгіленген. Тұрақты ауыл шаруашылығы жерлері дамыған тұрақты егістік және тұрақты егістік алқаптарына бөлінеді. Мұндағы негізгі болжам – дамыған тұрақты егістік алқаптары өнімділік өсіміне қол жеткізгенге дейін өнімділігі бойынша дәстүрлі егістік жерлерге тең болады. Үлгінің болжамы бойынша жоғары өнімділікке қол жеткізу үшін тұрақты егістік жерлерге 2 жыл белгіленген кезең қажет.

Бір гектардан алынатын өнім бір гектардан алынатын бастапқы өнімге (өсімдіктердің түрлері бойынша), жалпы өнімділік факторларының әсеріне, топырақ эрозиясы мен су тапшылығына әсер етеді. Төменде кәдімгі ауыл шаруашылығында гектардан алынатын өнімді есептеу теңдеуі берілген.

кәдімгі егіншіліктің гектарына шаққандағы өнім[ел аумағы, егістік түрлері] = ПЕРГЕКТАРҒА АЛУ [ел ауданы, егістік түрлері] * ауыл шаруашылығындағы жалпы фактор өнімділігі 1 - су тапшылығының егін шығымдылығына әсері [ел аймағы, дақыл түрлері]) * әсері ауылшаруашылық өнімділігіне топырақтың құнарлы қабатының жоғалуы [ел аймағы] (SPF – жалпы фактор өнімділігі)

Жалпы фактор өнімділігінің әсері уақыт өткен сайын жер өнімділігін арттырса, су тапшылығы мен топырақ эрозиясының әсері оны төмендетеді. «Су тапшылығының ауылшаруашылық дақылдарының шығымдылығына әсері бір минус» деген тұжырым жауын-шашын немесе басқа да себептер бойынша суаруға арналған судың тапшылығы жағдайында ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін төмендетуді енгізеді. Су тапшылығының әсеріне кірістер қараусыз қалған жердің үлесі (Себеп-салдар ағашын (1.6-сурет) қараңыз), сондай-ақ икемділік пен климаттың ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігіне әсер ету шегі болып табылады.

су тапшылығының ауыл шаруашылығы дақылдарының шығымдылығына әсері [ел аумағы, егістік түрлері] = MIN (қала ауданы мен егістіктер бойынша қараусыз қалған жердің

үлесі [ел ауданы, егістік түрлері] ^ ДАқылдардың СУ ТАРТЫЛЫҒЫНА ЕСІМДІЛІГІ [өсімдік түрлері], ӘСЕР ШЕГІЛІК КЕСТЕСІ КЛИМАТТЫҢ ШЫҒЫМЫ (Уақыты))

MIN функциясы су тапшылығының аталған климаттық әсерлері климаттың өнімділікке әсер ету шегінен аспауын қамтамасыз етеді. Егістік қабатының жоғалуының дақылдардың өнімділігіне әсерін анықтау үшін қолданылатын функция жоғарыдағы 1.5-суретте көрсетілген. KAZ LEDS моделіндегі топырақтың үстіңгі қабатының жоғалуы салыстырмалы жауын-шашынмен және үстіңгі қабаттың жауын-шашынға икемділігімен байланысты. Осылайша, топырақтың құнарлы қабатының өзгеруі елдің әрбір төрт аймағына есептеледі. Қолданылатын теңдеу төменде сипатталған.

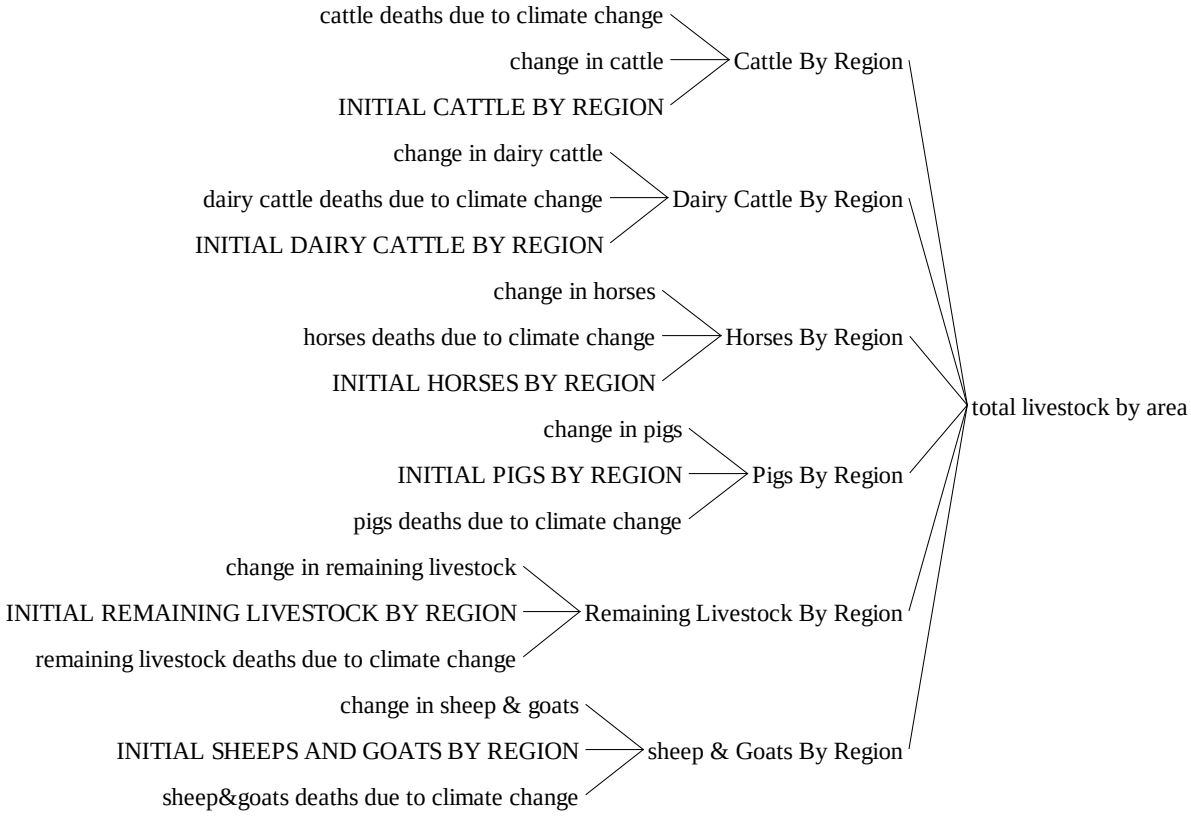
топырақтың үстіңгі қабатының өзгеруі [ел аумағы] = (Жер үсті қабатының тереңдігі [ел аумағы]*-(жердің үстіңгі қабатына қатты жауын-шашынның әсері [ел аумағы]*жердің үстіңгі қабатына желдің әсері [ел аумағы]))/ЭРОЗИЯНЫҢ ЖОҒАРЫ УАҚЫТЫ * органикалық ауыл шаруашылығы фермаларының әсері топырақ эрозиясына қарсы [ел аймағы]

Мал шаруашылығы

KAZ LEDS-тегі мал шаруашылығы өнімі мал басының және климаттың өзгеруінің әсерінің функциясы ретінде модельденеді. Модельде келесі жануарлар қорлары анық көрсетілген:

1) Ірі-қара мал
2) Сүтті мал
3) Қой мен ешкі
4) Шошқалар
5) Жылқылар
6) Басқа мал шаруашылығы (буйволдар, түйелер, қашырлар мен есектер, құстар, қояндар)

Жоғарыда аталған малдың әрбір санаты қалаған популяция мен климаттың өзгеруінің салдары әсер ететін қор ретінде ұсынылған. 1.8-суретте үлгідегі әртүрлі қорлар мен сәйкес драйверлер көрсетілген.



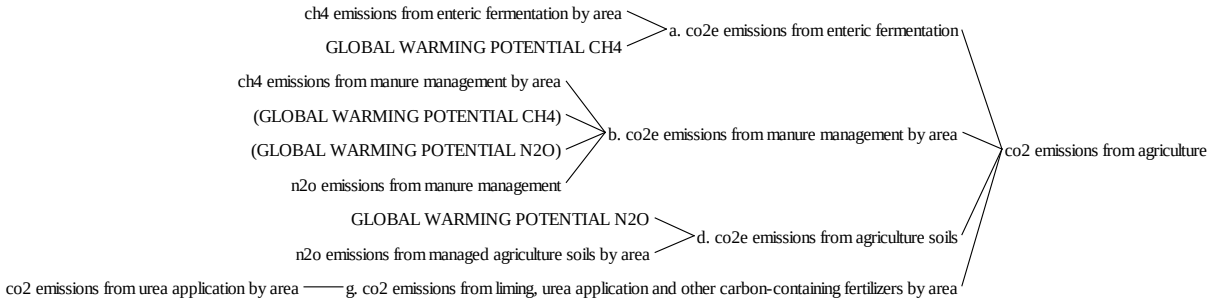
1.8-сурет-Залдар бойынша жалпы мал басының себеп-салдар ағашы

Қажетті халық саны жалпы халықты жан басына шаққандағы тиісті халық санына көбейту жолымен есептеледі, ҚР Ұлттық статистика бюросының деректерін пайдалана отырып калибрленген (2020). Мал басының өзгеруі ағымдағы мал басының санын қорды түзету процесіне қажетті популяциямен салыстырады. Модельдің тарихи анықтамалық режимді жаңғыртуы үшін популяцияның өзгерісінде өлген малдың саны ескеріледі. Төменде ірі қара мал санын өзгертуге арналған теңдеудің мысалы келтірілген.

мал басының өзгерісі [ел аймағы] = (қажетті мал саны * аймақ бойынша егістік жердің үлесі [ел аймағы] - ірі қара мал [ел аймағы] бойынша) / МАЛ ПОПУЛЯЦИЯСЫНЫҢ УАҚЫТЫ + климаттың өзгеруіне байланысты малдың шығыны [ел аймағы]

Шығарындылар: ауыл шаруашылығы

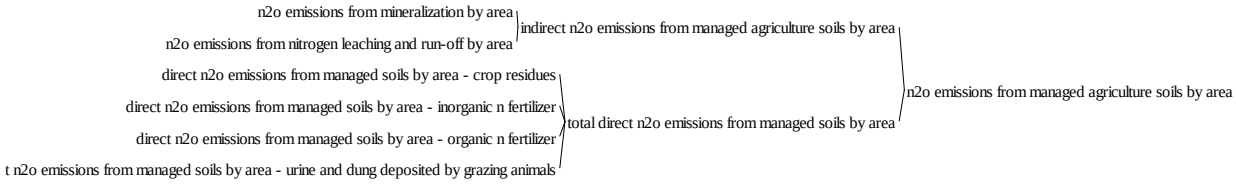
KAZ LEDS үлгісіндегі шығарындыларды көрсету тәсілі Қазақстанның IPCC NIR-ге сәйкес келеді. 1.9-суретте модельде қарастырылған шығарындылардың әртүрлі санаттары көрсетілген.



1.9-сурет - CO_2 эквивалентті шығарындыларының жиынтық себептік ағашы, ауыл шаруашылығы

Ауыл шаруашылығындағы парниктік газдар шығарындыларының жетекші үлестері мәдени топырақтар (тыңайтқыштар мен өсімдік қалдықтарын пайдалану), мал шаруашылығы (ішекті ашыту және көңді енгізу), суару және әктас қолдану болып табылады. Өңделетін топырақтардан CO_2 эквивалентті шығарындыларына өңделетін топырақтардан тікелей және жанама N_2O шығарындылары жатады. Өңделетін топырақтардан тікелей N_2O шығарындылары тыңайтқыштарды (бейорганикалық және органикалық), ауылшаруашылық дақылдарының қалдықтары мен жайылымдарға түскен көңді пайдаланудан болатын шығарындылар болып табылады. Өңделетін топырақтардан жанама N_2O шығарындыларына минералдану (топырақтың жоғалуы) және ағын сулардан азоттың шайылуы нәтижесіндегі шығарындылар

жатады. Өңделген топырақтардың жалпы N_2O шығарындыларын есептеу үшін қолданылатын айнымалылар 1.10-суретте берілген.



1.10-сурет – Өңделетін топырақтардан N_2O шығарындыларының аймақтар бойынша себептік ағашы

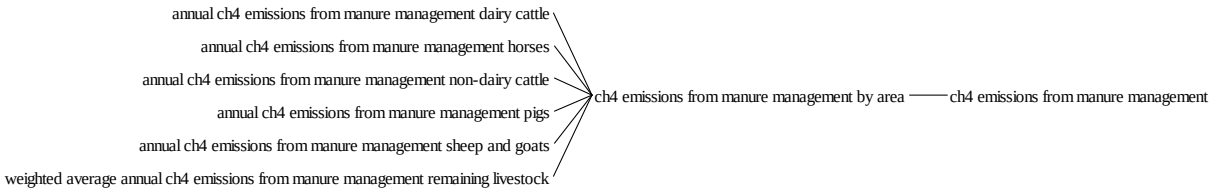
Өсірілетін ауылшаруашылық топырақтарынан тікелей және жанама шығарындылар тиісті коэффициентті (мысалы, тыңайтқыш, азот ағыны) эмиссия коэффициентіне көбейту арқылы есептеледі. Мысал ретінде бейорганикалық тыңайтқыштардан N_2O шығарындыларын есептеу теңдеуі келтірілген.

"аймақтар бойынша өңделетін топырақтардан тікелей N_2O шығарындылары - бейорганикалық азот тыңайтқыштары" [ел аймағы] = аймақтар бойынша бейорганикалық азот тыңайтқыштарын қолдану нормасы[ел аймағы] * НЕОРГАНИКАЛЫҚ ТЫҢАЙТҚЫШТАР ШЫҒАРУ ФАКТОРЛАРЫНЫҢ КЕСТЕСІ(Уақыт)

Дәл осындай тәсіл өңделетін топырақ санатындағы барлық басқа көрсеткіштерді, сондай-ақ ізбестен, мочевинадан және басқа да көміртегі негізіндегі тыңайтқыштардан болатын шығарындыларды есептеу үшін қолданылады, олар NIR-де жеке санат ретінде көрсетілген. Модельдегі барлық эмиссия факторлары 2000–2017 жылдарға сәйкес калибрленген.

Малдың CO_2 эквивалентті шығарындыларына ішектік ашыту (CH_4) және көңді сақтау және басқару (CH_4 және N_2O) нәтижесіндегі шығарындылар жатады. Ішек ашыту және көңді пайдалану кезінде малға қатысты CH_4 шығарындылары мал басының санын (әр санат үшін) ішекте ашыту және көңді сақтау және

пайдалану үшін CH_4 шығарындысының коэффициентіне көбейту арқылы есептеледі. Өңделген топырақтардың шығарындылары сияқты, барлық шығарынды факторлары Ұлттық түгендеу есептеріне сәйкес калибрленген. Жануарлар түрлері бойынша ішек ферментациясынан CH_4 шығарындыларының қосындысы көңді өңдеу кезіндегі жалпы CH_4 шығарындыларын береді. 1.11-суретте көңді сақтау мен пайдаланудан жалпы CH_4 шығарындыларын есептеу үшін пайдаланылатын айнымалылар берілген.



1.11-сурет – Көңді сақтау мен пайдаланудан CH_4 шығарындыларының себеп-салдар ағашы

Көңді сақтау және пайдалану кезіндегі N_2O шығарындыларын есептеу жануарлар шығаратын жалпы N негізіндегі эмиссия коэффициентіне негізделген. Шығарылатын азоттың мөлшері (N) мал басын сәйкес коэффициентке көбейту арқылы есептеледі - бір мал басына шаққанда N шығару. Жануарлар шығаратын азот содан кейін NIR алынған фракциялар негізінде қатты қоймаларға, сұйық қоймаларға және жайылымдарға таратылады. Көңді сақтаудың үш нұсқасында сақталған N сомасы көңдегі жалпы N-ді береді (1.12 сурет).

Көңді сақтау мен пайдаланудан N_2O шығарындылары көңді сақтау жүйелерінде сақталған N мөлшерін сақталған көңдегі N кг-ға N_2O шығарындыларына көбейту арқылы есептеледі.

Көңді сақтау мен пайдаланудан болатын N_2O шығарындылары[ел аймағы] = аймақтар бойынша [ел аймағы] көңдегі жалпы n мөлшері * ҚӨҢГЕ БІР КГ N2O ШЫҒАРУЛАРЫНЫҢ КЕСТЕСІ(Уақыт)

1.12-сурет Көңдегі жалпы N себептік ағаш

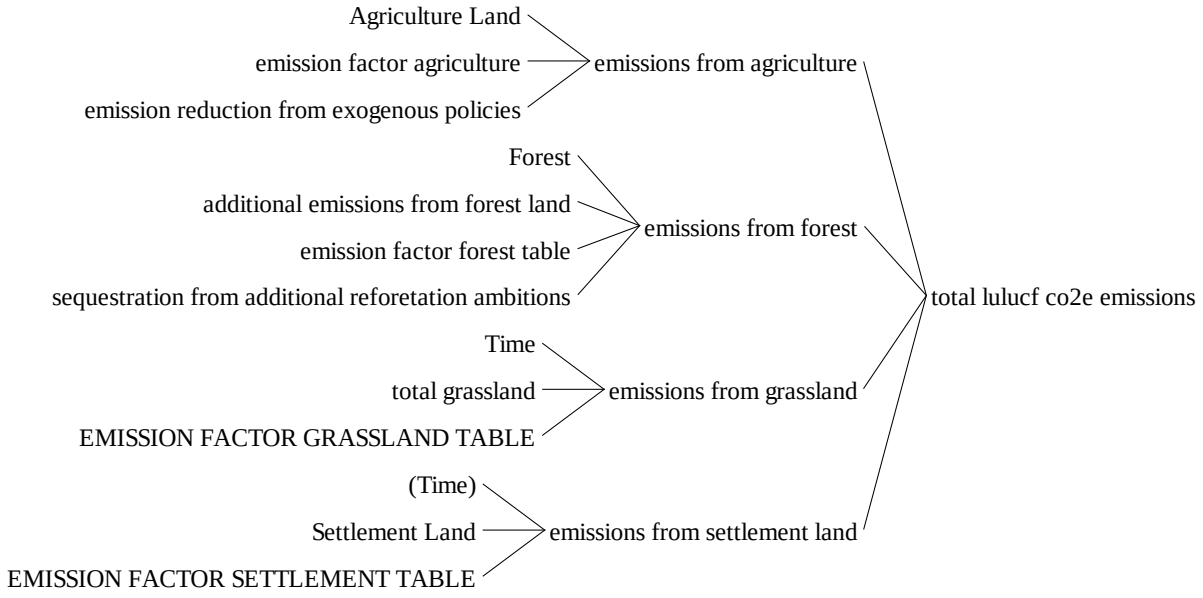
Шығарындылар: ЖЖОШӨ

Жерді пайдаланудан, жерді пайдалануды өзгертуден және орман шаруашылығынан шығарындылар (ЖЖОШӨ) жер қоры мен NIR шығарындылары факторлары негізінде есептеледі. Мысалы, ауыл шаруашылығынан шығатын шығарындылар ауыл шаруашылығы жерлерінің көлемін бір гектарға шығарылатын эмиссия коэффициентіне көбейту арқылы есептеледі.

Жайылымдық жердегі шығарындылар = Жалпы шабындық алаңы *
ЖАЙЫЛЫМДАРДЫҢ ШЫҒАРУ ФАКТОРЫНЫҢ КЕСТЕСІ(Уақыт)

Жайылым, елді мекен және орман алқаптары үшін де осындай тәсіл қолданылады. Жалпы ЖЖОШӨ CO_2 эквивалентті шығарындылары жер пайдаланудың төрт қарастырылған санатындағы шығарындылардың қосындысы болып табылады (1.13-суретті қараңыз)

Ауылшаруашылық жерлерінің шығарындыларын есептеу кезінде топырақтың жоғалуы есепке алынады. Нәтижесінде ауылшаруашылық жерлері үшін шығарындылар коэффициенті топырақтың болжамды және болжамды ысыраптарының негізінде эндогенді түрде есептеледі, содан кейін NIR-дағы топырақ жоғалуының болжамды шығарындыларымен салыстырылады. Біріккен Ұлттар Ұйымының Еуропалық экономикалық комиссиясының (UNECE, 2020) баяндамасына сәйкес, Kaz LEDS моделіндегі "орман" жерлерінің қорларында ормандардың өзі де, орман жабылған алаңдар да ескерілетінін атап өткен жөн.



1.13-сурет - CO_2 эквивалентінің жиынтық шығарындыларының себептік ағашы, ЖЖОШӨ

Ормандарды молықтыруға әсер етуді бағалау үшін жоғарыда сипатталған шығарындыларды бағалаудан басқа, модельге екі қосымша параметр қосылды:

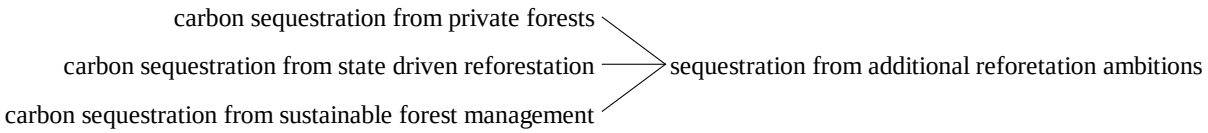
сексеуіл ормандарын молықтырудан болатын шығарындылар және орманды молықтырудың ұсынылған жоспарларынан қосымша алып тастау.

Сексеуіл алқаптарын ормандарды молықтырудан қосымша секвестрлеу ағаштардың өсуін бақылау үшін DELAY-1 функциясы арқылы модельденеді. Төменде сексеуілдің нақты алынуын есептеу үшін қолданылатын теңдеу берілген.

орманды молықтырудан кейінгі тыңайған орман кезеңі =
DELAY1(LTS РЕФОРМАЦИЯЛЫҚ ЖОСПАР 2 МИЛЛИАРД АҒАШ (Уақыт)*ормандарды молықтыру үлесі орындалды, 4)

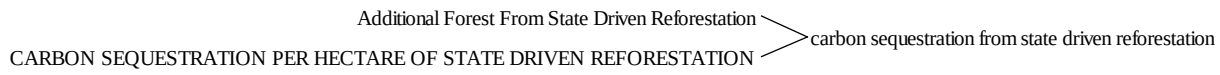
«Жерді қалпына келтірудің» кейінге қалдырылған ағыны ағаштар жинаған көміртегінің жалпы мөлшерін алу үшін сексеуілдің көміртегі коэффициентіне көбейтіледі. Алынған эмиссия ағыны қосымша секвестрлеуге ықпал етеді. Сексеуілді қалпына келтіру туралы шешім қабылданғанын және міндетті екенін ескерсек, үш сценарий де осы ормандарды молықтыру саясатын қамтиды.

Сексеуіл екпелерін қалпына келтірумен қатар, мемлекеттік және жеке ормандарды молықтыру, сондай-ақ орманды тұрақты басқару бойынша қосымша жоспарлар қарастырылуда. Модельдегі орманды қалпына келтіру бар жоспарларға негізделген және аз көміртекті даму сценарийлерінде ормандарды молықтыру мен тұрақты басқаруды қамтиды. 1.14-суретте берілген айнымалылар инкрементті секвестрді есептеу үшін қолданылатын үш параметрді суреттейді.



1.14-сурет - Қосымша ормандарды молықтыру мақсаттары нәтижесінде ағаштардың көміртекті сіңіруінің себептік ағашы

Жоғарыда аталған үш мақсаттың әрқайсысы үшін қосымша секвестрлеуді есептеу үшін белгілі бір аумақ (мысалы, үкіметтің бастамасымен ормандарды молықтырудан алынған қосымша ормандар) және әр гектарға көміртегі секвестрлеу коэффициенті қабылданады. 1.15-суретте көрсетілген себеп-салдар ағашы үкіметтің бастамасымен ормандарды молықтыру нәтижесінде орын алуы күтілетін көміртегі секвестрін есептеу үшін пайдаланылатын айнымалыларды ұсынады.



1.15-сурет - Үкіметтің бастамасымен ормандарды молықтыру нәтижесінде ағаштардың көміртекті сіңіруінің себептік ағашы

Ауыл шаруашылығынан шығарындыларды есептеу кезінде бір гектар жерге шығарындыларды есептеу кезінде тұрақты ауыл шаруашылығы үлесін және егістік қабатының әсерін ескеретін ауыл шаруашылығы алқаптарының бір гектарына орташа өлшенген эмиссия коэффициенті қолданылады. Төмендегі теңдеу ауыл шаруашылығы үшін эмиссиялық коэффициенттің қалай есептелетінін көрсетеді.

ауыл шаруашылығы шығарындылары коэффициенті = (АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ШЫҒАРУ ФАКТОРЛАРЫНЫҢ КЕСТЕСІ(Уақыт)* ауылшаруашылық шығарындыларын теңестіруге арналған мультипликатор - топырақтың үстіңгі қабатының әр гектарға шығарындыларға әсері) - гектар жердің орташа азаюы

Тұрақты ауыл шаруашылығынан бір гектар жердің орташа қысқаруы тұрақты егіс алқаптарының ауданын тұрақты ауыл шаруашылығының гектарына орташа қосымша көміртегі секвестріне тұрақты егістік алқаптарына (тұрақты ауыл шаруашылығынан шығарындыларды болдырмайды) көбейту және жалпы

ауданына бөлу арқылы есептеледі. ауыл шаруашылығы жерлері. Осылайша, бір гектар жерге көміртекті қосымша секвестрлеу USAID зерттеуіне негізделген (2017) климаттық ақылды егіншілік тәжірибелері.

тұрақты ауыл шаруашылығынан гектарына орташа қысқарту = тұрақты ауыл шаруашылығынан босатылған шығарындылар / Ауыл шаруашылығы жерлері

Топырақтың үстіңгі қабатының әр гектарға шығарындыларға әсері елдегі барлық аймақтардағы құнарлы топырақтың жоғалуының орташа өлшенген мәніне және үстіңгі қабаттың өзгеруіне байланысты қосымша сіңірілу немесе құнарлы топырақ жоғалуын бағалауды беретін қоңырау функциясына негізделген. Демек, топырақтың үстіңгі қабатының әсері топырақтың орташа өлшенген жоғалуына байланысты.

топырақтың құнарлы қабатының бір гектарға шығарындыларға әсері = ГЕКТАРДАҒЫ ШЫҒЫНДЫЛАРҒА егістік ҚАБАТЫНЫҢ ӘСЕР КЕСТЕСІ (егістік қабатының орташа өлшенген шығыны)

Нәтижелердің сипаттамасы

Бұл бөлімде KAZ LEDS ауыл шаруашылығы үлгісімен алынған нәтижелерге шолу жасалады. Нәтижелер келесі сценарийлерден алынған: (1) өзгеріссіз сценарий (BAU), (2) жасыл экономика сценарийі (GE) және (3) терең декарбонизация сценарийі (DD). БАУ сценарийі тарихи тенденциялардың жалғасуын және қолданыстағы саясаттың жүзеге асырылуын болжайды. Тұрақты дамуға қатысты қосымша іс-шаралар күтілмейді. GE және DD сценарийлерінің болжамдары: органикалық ауыл шаруашылығын енгізу, ағымдағы және жоспарланған ормандарды молықтыру саясатына сәйкес ормандарды қалпына келтіру, тұрақты мал азығы және өсімдік шаруашылығы үшін суаруды арттыру.

Көптеген стратегияларды іске асыру 2020 жылдан 2050 жылға дейінгі кезеңде сызықты түрде жүреді. Балама сценарийді іске асыру үшін пайдаланылатын болжамдар 1.2-кестеде берілген.

1.2-кесте – Ауыл шаруашылығына арналған жарық диодты диодтар сценарийінің болжамдары

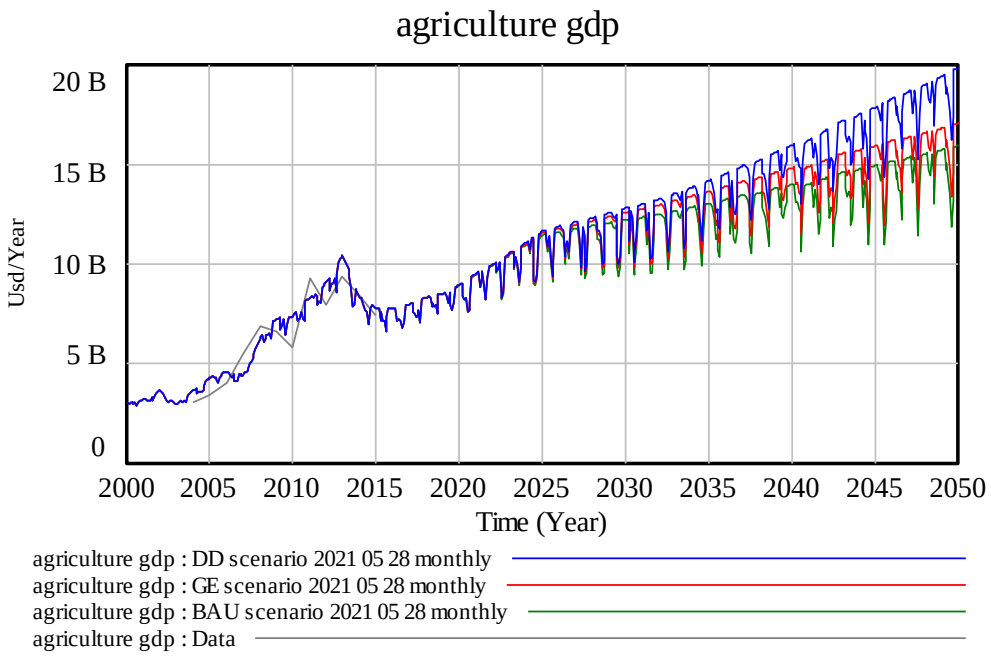
Болжамдар	BAU сценарийі	GE сценарийі	DD сценарийі
Көміртекті сіңіргіштердегі көміртекті секвестрлеу (ЖЖОШӨ)			
Сексеуілді қалпына келтіру (жоспар бойынша 1 млрд, ағаш), 2020–2025, млн га/жыл	1,3	1,3	1,3
Қосымша ормандарды қалпына келтіру			
Мемлекет бастамасымен ормандарды молықтыру, 2020–2030, млн, га	-	0,7	0,7
Қосымша секвестр (мемлекеттің бастамасы бойынша), жылына т CO_2/га	-	11,9	11,9
Тозған ормандарды тұрақты басқару, 2020–2040, млн. га	-	1,3	1,3
Қосымша секвестр (мемлекеттің бастамасы бойынша), жылына тCO_2/га	-	6	6

Жеке орман өсіру, 2020–2026, млн. га	-	0,05	0,05
Қосымша секвестр (мемлекеттің бастамасы бойынша), жылына тCO_2/га	-	11,9	11,9
тұрақты ауыл шаруашылығы			
Тұрақты егістік жердің гектарына қосымша секвестрлеу, жылына т CO_2/га	0,357	0,357	0,357
Ауыл шаруашылығы өндірісінің шығарындыларын азайту			
климаттық сценарий	RCP2.6	RCP2.6	RCP2.6
тұрақты ауыл шаруашылығы			
Тұрақты басқарудағы ауыл шаруашылығы жерлерінің үлесі	20%	30%	60%
Тұрақты ауыл шаруашылығында еңбек сыйымдылығын арттыру	10%	10%	10%
Тұрақты ауыл шаруашылығындағы премиум ставкасы	40%	40%	40%
Мал шаруашылығы өнімі (жалпы мал басының %)			

Малды азықтандыру тәжірибесін енгізу	20%	30%	50%
Сою уақытын қысқартуды жүзеге асыру	20%	30%	50%
Суарумен қамту (егістік жердің %)			
1-аймақ	3,20%	10%	15%
2-аймақ	15,90%	30%	40%
3-аймақ	80%	90%	100%
4-аймақ	80%	90%	100%
Егін жинау алдындағы ысырапты азайту	-	-10%	-30%

Қосылған құн және жұмыспен қамту

BAU, GE және DD сценарийлеріндегі жалпы ауыл шаруашылығы ЖІӨ нәтижелері 1.16-суретте берілген. БАУ сценарийі бойынша нәтижелер 2020-2050 жылдар аралығында ауыл шаруашылығы секторының қосылған құны 85,3%-ға өсетінін көрсетеді. 2050 жылы BAU сценарийі бойынша ауыл шаруашылығының қосылған құны $15,9 млрд жетеді, ал GE және DD сценарийлеріндегі ауыл шаруашылығы ЖІӨ сәйкесінше GE және DD сценарийлерінде $17,1 млрд және $19,9 млрд дейін өседі. BAU сценарийімен салыстырғанда, GE және DD сценарийлеріндегі ауыл шаруашылығы ЖІӨ тиісінше 7,1% (GE сценарийі) және 24,5% (DD сценарийі) жоғары. 2020 және 2050 жылдар аралығындағы интервенциялардың қосымша қосылған құны GE сценарийінде 19,6 миллиард долларды және DD сценарийінде 48,6 миллиард долларды құрайды, бұл 652-ге тең.



1.16-сурет – Ауыл шаруашылығы ЖІӨ – БАУ, GE және DD сценарийлері

Ел аймақтары бойынша қосылған құн көрсетілген

1.3-кесте – Ел аймақтары бойынша ауыл шаруашылығы ЖІӨ – BAU, GE және DD сценарийлері. Ел аймағының нәтижелері GE және DD сценарийлерінің нәтижелерін BAU сценарийімен салыстыру кезінде ауыл шаруашылығы ЖІӨ өсімінің уақыт бойынша айырмашылықтарын көрсетеді. BAU 40,5% салыстырғанда ең жоғары салыстырмалы өсім 4-аймақта байқалады. 2020 жылмен де, BAU сценарийімен де салыстырғанда ең жоғары абсолютті өсім 1-аймақта байқалады, мұнда ЖІӨ өсімі 2020 жылмен салыстырғанда 7,12 млрд АҚШ долларын және 2,39 АҚШ долларын құрады. БАУ-мен салыстырғанда млн.

1.3-кесте – Ел аймақтары бойынша ауыл шаруашылығы ЖІӨ – BAU, GE және DD сценарийлері

Ауыл шаруашылығы ЖІӨ	Өлшем бірлігі	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1-аймақ								
DD	миллиард АҚШ доллары	5,94	7,67	8,34	9,30	10,46	11,50	13,06
DD және BAU	%	0,1%	2,1%	5,0%	9,1%	14,4 %	19,7 %	22,4 %
GE	миллиард АҚШ доллары	5,94	7,61	8,20	8,94	9,69	10,24	11,36
GE және BAU	%	0,1%	1,3%	3,2%	4,9%	5,9%	6,6%	6,4%
BAU	миллиард АҚШ доллары	5,93	7,51	7,95	8,52	9,15	9,61	10,67
2-аймақ								
DD	миллиард АҚШ доллары	1,89	2,45	2,64	3,05	3,45	4,04	4,76
DD және BAU	%	0,1%	2,6%	6,1%	10,9 %	17,7 %	23,0 %	24,7 %
GE	миллиард АҚШ доллары	1,89	2,42	2,58	2,91	3,15	3,54	4,09

GE және BAU	%	0,1%	1,6%	3,9%	5,7%	7,5%	8,0%	7,2%
BAU	миллиард АҚШ доллары	1,89	2,39	2,49	2,75	2,93	3,28	3,82
3-аймақ								
DD	миллиард АҚШ доллары	0,14	0,20	0,22	0,25	0,32	0,37	0,45
DD және BAU	%	0,2%	3,7%	8,8%	15,8 %	23,2 %	31,4 %	35,9 %
GE	миллиард АҚШ доллары	0,14	0,20	0,22	0,23	0,29	0,32	0,36
GE және BAU	%	0,1%	2,2%	5,4%	7,8%	10,0 %	10,9 %	10,4 %
BAU	миллиард АҚШ доллары	0,14	0,19	0,21	0,22	0,26	0,29	0,33
4-аймақ								
DD	миллиард АҚШ доллары	0,65	0,85	0,91	1,04	1,14	1,38	1,60
DD және BAU	%	0,2%	3,7%	8,3%	16,9 %	27,2 %	35,4 %	40,5 %

GE	миллиард АҚШ доллары	0,65	0,84	0,89	0,96	1,00	1,14	1,27
GE және BAU	%	0,1%	2,3%	5,2%	8,5%	10,8 %	11,9 %	11,6 %
BAU	миллиард АҚШ доллары	0,65	0,82	0,84	0,89	0,90	1,02	1,14

Таңдалған жылдардағы ауыл шаруашылығындағы жұмыспен қамту нәтижелері (млн жұмыс орнымен) елді мекендер бойынша 1,4-кестеде көрсетілген, Барлық аймақтарда органикалық ауылшаруашылық тәжірибесін енгізу сектордағы жұмыспен қамтуды 4%-ға арттырады. Ең үлкен абсолютті өсім 1-аймаққа, одан кейін 2-аймаққа, 4-аймаққа және 3-аймаққа болжамды.

1.4-кесте – аймақтар бойынша ауыл шаруашылығындағы жұмыспен қамту

Ауыл шаруашылығындағы жұмыспен қамту	Өлшем бірлігі	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1-аймақ								
DD	миллион адам	1.26	1.29	1.31	1.35	1.38	1.41	1.44
DD және BAU	%	0,0%	0,4%	1,0%	1,9%	2,9%	3,4%	3,8%
GE	миллион адам	1.26	1.29	1.31	1.33	1.36	1.38	1.40
GE және BAU	%	0,0%	0,3%	0,7%	0,9%	1,0%	1,0%	1,0%

BAU	миллион адам	1.26	1.29	1.30	1.32	1.34	1.37	1.38
2-аймақ								
DD	миллион адам	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,29
DD және BAU	%	0,0%	0,4%	1,0%	1,9%	2,9%	3,4%	3,8%
GE	миллион адам	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28
GE және BAU	%	0,0%	0,3%	0,7%	0,9%	1,0%	1,0%	1,0%
BAU	миллион адам	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27
3-аймақ								
DD	миллион адам	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
DD және BAU	%	0,0%	0,4%	1,0%	1,9%	2,9%	3,4%	3,8%
GE	миллион адам	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
GE және BAU	%	0,0%	0,3%	0,7%	0,9%	1,0%	1,0%	1,0%
BAU	миллион адам	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
4-аймақ								
DD	миллион адам	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
DD және BAU	%	0,0%	0,4%	1,0%	1,9%	2,9%	3,4%	3,8%
GE	миллион адам	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
GE және BAU	%	0,0%	0,3%	0,7%	0,9%	1,0%	1,0%	1,0%

BAU	миллион адам	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06

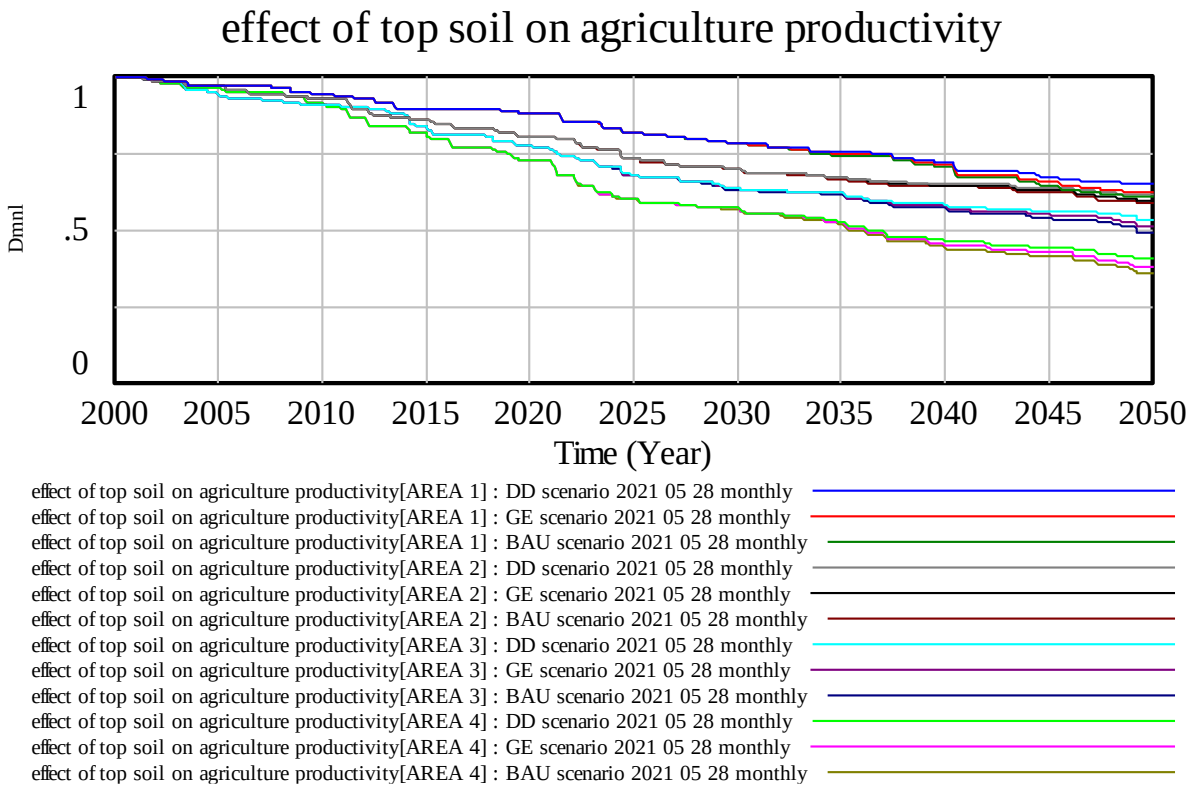
Қосымша жұмыс орны 2020 және 2050 жылдар аралығында GE және DD сценарийлерінде сәйкесінше 440,6 миллион доллар және 1,18 миллиард доллар қосымша еңбек кірісін береді деп болжануда. Бұл өсім келесі 30 жыл ішінде жылына орта есеппен шамамен 14,69 миллион АҚШ долларына (GE сценарийі) және 39,37 миллион АҚШ долларына (DD сценарийі) баламалы. BAU-мен салыстырғанда, келесі 30 жыл ішінде ауыл шаруашылығы секторында алынған жалпы еңбек табысы BAU сценарийімен салыстырғанда GE сценарийінде 0,7% және DD сценарийінде 1,9% жоғары.

Климаттың өзгеруінің әсері: ауыл шаруашылығы

BAU сценарийінде климаттың өзгеруі мен эрозия әсерінен жоғалған жалпы өндіріс 2020 және 2050 жылдар аралығында 68,12 миллиард тоннаны құрайды. GE және DD сценарийлерінде бұл мән жерді тұрақты басқару тәжірибесіне инвестициялау арқылы азаяды.

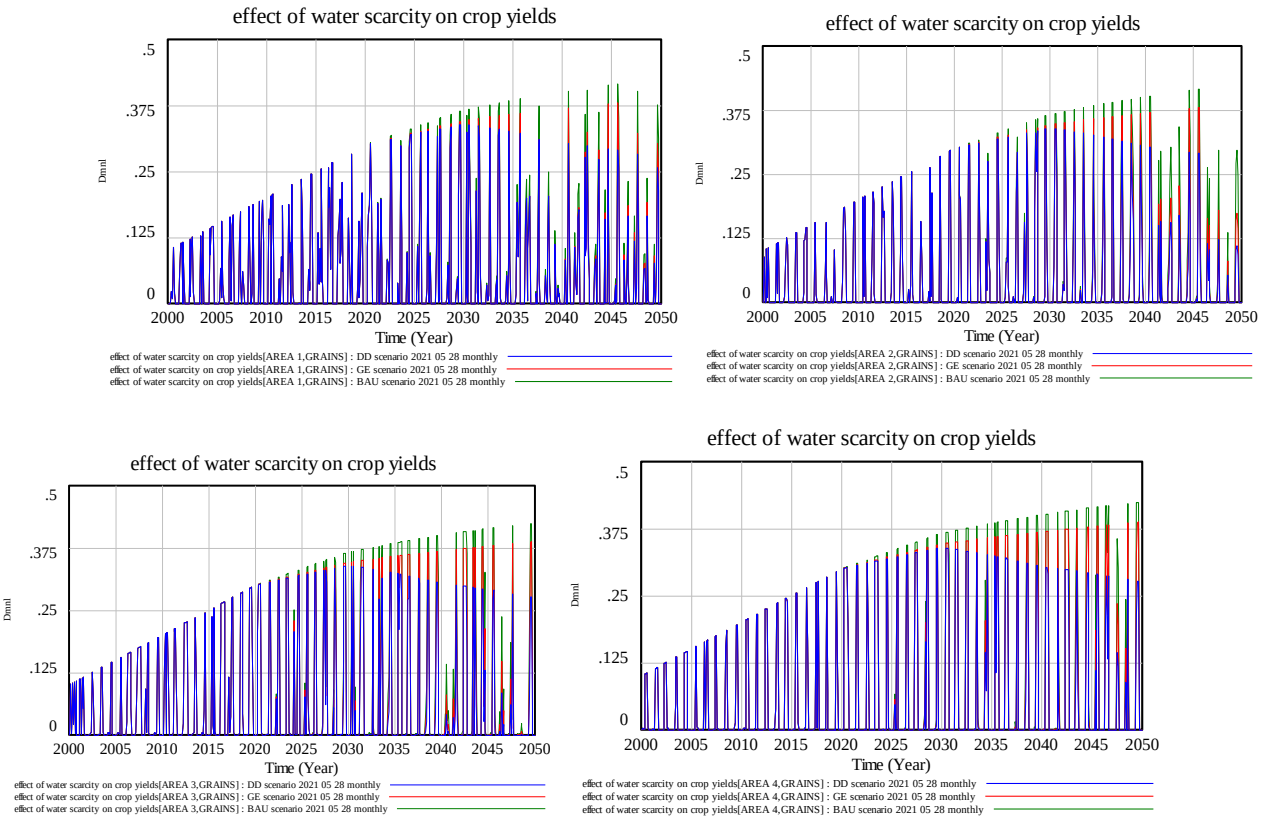
Топырақ эрозиясының (топырақтың үстіңгі қабатының жоғалуы) ауыл шаруашылығы өнімділігіне болжамды әсері сәйкесінше BAU, GE және DD сценарийлері үшін 1.17-суретте көрсетілген. Декарбонизация сценарийлерінде органикалық ауылшаруашылық әдістерін енгізу BAU сценарийімен салыстырғанда барлық аудандарда топырақтың жоғарғы қабатының жоғалуын азайтуға ықпал етеді. 2050 жылы топырақтың құнарлы қабатын жоғалтудың ауыл шаруашылығы өнімділігіне әсері GE сценарийінде 2,5%-ға (1-аймақ), 1.7%-ға (2-аймақ), 3.3%-ға (3-аймақ) және 4.5%-ға (4-аймақ) БАУ сценарийіне қарағанда төмен. , әр гектардан жоғары өнімділікті көрсетеді. Егістік қабатының жоғалуы BAU сценарийімен салыстырғанда 6,7% (1-аймақ), 4.4% (2-аймақ), 8.7% (3-

аймақ) және 12.3% (4-аймақ) салыстырғанда төмен болатын DD сценарийінде одан да маңызды жақсартулар байқалады. .



1.17-сурет – Топырақтың құнарлы қабатының жоғалуының аймақтар бойынша шығымдылыққа әсері – BAU, GE және DD сценарийлері

Әрбір төрт аймақ үшін су тапшылығының әсері 1.18-суретте көрсетілген. 1-аймақта (жоғарғы сол жақта) және 2-аймақта (жоғарғы оң жақта) байқалған өсу су тапшылығының салдары белгілі бір айларда ғана болатынын көрсетеді. 3 аймақ (төменгі сол жақ) және 4 аймақ (төменгі оң жақта) бойынша болжамдарда байқалған үстірттер су тапшылығының салдары бірнеше ай бойы сақталатынын көрсетеді, яғни егін өсіру үшін маусымдық жауын-шашын жеткіліксіз. GE сценарийінің (қызыл сызық) және DD сценарийінің (көк сызық) нәтижелері суарумен қамтуды ұлғайту BAU (жасыл сызық) байқалатын су тапшылығының болжамды әсерін азайтатынын көрсетеді. Ең маңызды жиырылулар 2 (жоғарғы оң жақта) және 4 (төменгі оң жақта) аймақтарда байқалады.



1.18-сурет – Ел аймақтары бойынша су тапшылығының ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігіне әсері – BAU, GE және DD сценарийлері

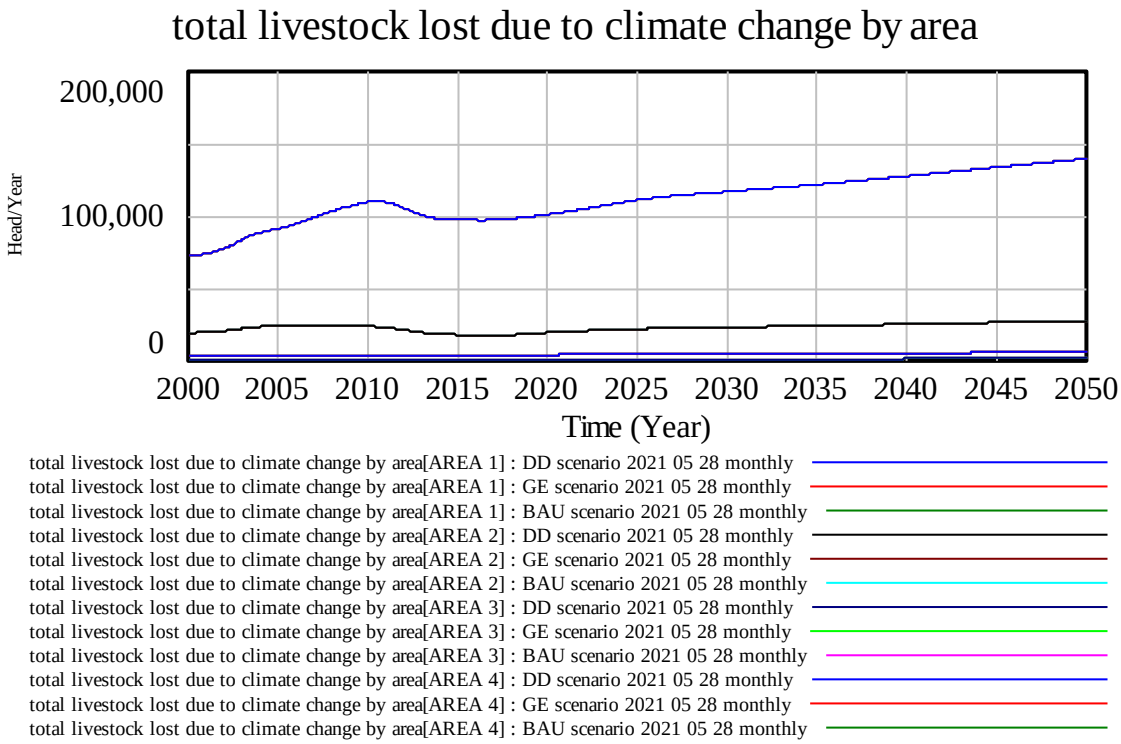
2020 және 2050 жылдар аралығындағы климаттың өзгеруіне байланысты өсімдік шаруашылығы өнімінің жиынтық болжамды ысыраптары сәйкесінше BAU сценарийінде 470,33 Мт, GE сценарийінде 437,47 Мт және DD сценарийінде 398,29 Мт құрайды. GE және DD сценарийлерінде климаттың өзгеруінің болжамды әсерлері BAU-мен салыстырғанда салалық шығындарды азайтатын тұрақты тәжірибелер мен суаруды кеңейтуге байланысты бастапқы деңгейден төмен. ЖІӨ-дегі ауыл шаруашылығынан алынған жоғалған пайда 1.5-кестеде таңдалған жылдардағы елді мекендер бойынша берілген.

1.5-кесте – ЖІӨ-ге қатысты ауыл шаруашылығының өсімдік шаруашылығынан алынған жоғалтқан пайдасы

ЖІӨ-ге қатысты өсімдік шаруашылығының жоғалуы	Өлшем бірлігі	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1-аймақ								
DD	%/жыл	25,0%	20,3%	20,0%	18,6%	16,2%	16,2%	11,2%
DD және BAU	%	-0,1%	-1,3%	-2,4%	-3,5%	-4,4%	-5,8%	-5,8%
GE	%/жыл	25,1%	20,9%	21,2%	20,2%	18,3%	19,7%	15,2%
GE және BAU	%	-0,1%	-0,7%	-1,3%	-1,8%	-2,2%	-2,3%	-1,9%
BAU	%/жыл	25,2%	21,6%	22,5%	22,1%	20,5%	22,0%	17,1%
2-аймақ								
DD	%/жыл	32,7%	26,5%	28,1%	24,5%	26,9%	24,4%	15,8%
DD және BAU	%	-0,2%	-1,8%	-3,6%	-5,3%	-8,5%	-10,4%	-8,4%
GE	%/жыл	32,7%	27,4%	29,9%	27,1%	31,1%	30,5%	21,3%
GE және BAU	%	-0,1%	-1,0%	-1,8%	-2,7%	-4,2%	-4,3%	-2,8%
BAU	%/жыл	32,9%	28,4%	31,7%	29,8%	35,3%	34,8%	24,1%
3-аймақ								
DD	%/жыл	42,5%	30,8%	29,2%	33,0%	19,7%	22,7%	15,8%
DD және BAU	%	-0,3%	-3,0%	-5,8%	-9,2%	-9,8%	-12,2%	-9,9%
GE	%/жыл	42,6%	32,2%	32,1%	38,0%	24,2%	30,0%	22,3%
GE және BAU	%	-0,1%	-1,5%	-3,0%	-4,2%	-5,3%	-4,9%	-3,4%
BAU	%/жыл	42,7%	33,8%	35,0%	42,1%	29,5%	34,9%	25,7%
4-аймақ								
DD	%/жыл	50,5%	31,9%	35,5%	32,4%	31,8%	26,7%	17,3%
DD және BAU	%	-0,3%	-2,9%	-5,1%	-8,8%	-11,2%	-13,4%	-9,7%
GE	%/жыл	50,6%	33,3%	38,0%	37,1%	38,0%	34,7%	23,7%
GE және BAU	%	-0,2%	-1,5%	-2,6%	-4,1%	-5,0%	-5,3%	-3,3%
BAU	%/жыл	50,8%	34,8%	40,6%	41,2%	43,0%	40,1%	27,0%

Климаттың өзгеруінің әсері: мал шаруашылығы

1.19-сурет1.19-сурет – Климаттың өзгеруіне байланысты жоғалған мал басы, аймақтар бойынша елдің әрбір төрт аймағы бойынша климаттың өзгеруіне байланысты мал басының жалпы шығынын көрсетеді. Климаттың өзгеруінен болатын жиынтық шығын алдағы 30 жылда 252,95 миллион АҚШ долларын құрайды, бұл мал шаруашылығы өнімінен жылына шамамен 8,43 миллион АҚШ долларын құрайтын ЖІӨ-ден бас тартуға тең.



1.19-сурет – Климаттың өзгеруіне байланысты жоғалған мал басы, аймақтар бойынша

Өсімдік шаруашылығы

Аймақтар бойынша жалпы өсімдік шаруашылығы өнімдері республика бойынша аймақтар бойынша таңдалған жылдар бойынша 1.6-кестеде көрсетілген. Нәтижелер GE және DD сценарийлерінде модельденген іс-шараларды жүзеге асыру жалпы өсімдік өнімін арттыратынын көрсетеді. 2050

жылы GE нәтижелері BAU сценарийімен салыстырғанда 7,4% (2-аймақ) және 10.4% (4-аймақ) арасында көрсетеді, ал DD сценарийінде болжамдар өндірістің 24% (2-аймақ) және 33.4% (аймақ) арасындағы артуын көрсетеді. 4). GE және DD бойынша ауыл шаруашылығы өндірісінің ең жоғары абсолютті өсімі 2050 жылы тиісінше 2,96 Мтпа (ГЕ) және 9,29 Мтпа (ҚК) қосымша жылдық өндіріспен 1-аймаққа болжануда.

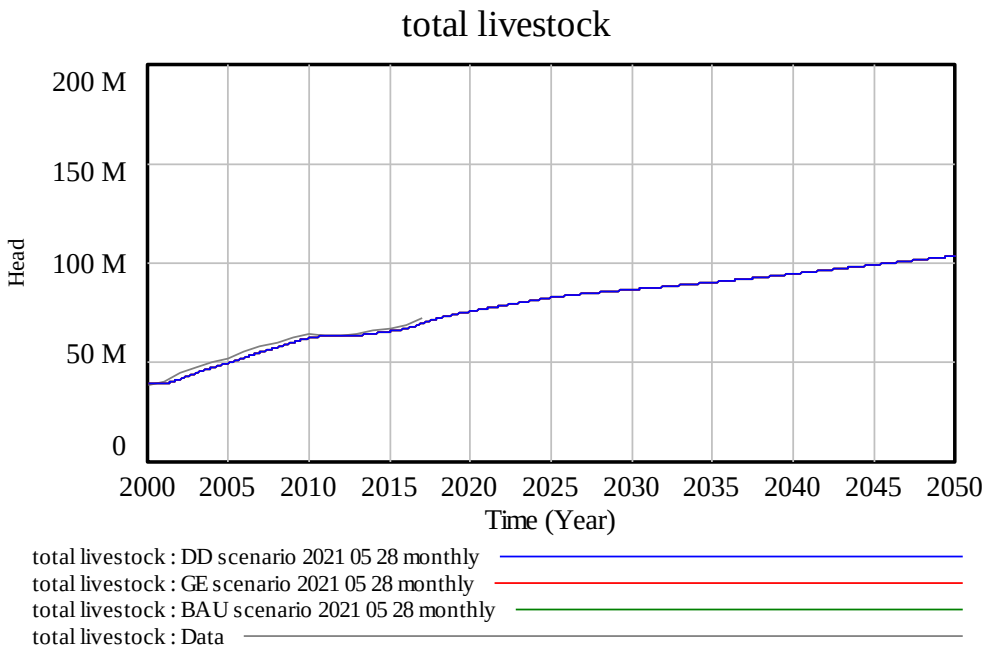
1.6-кесте – аймақтар бойынша жалпы ауыл шаруашылығы өнімі

ауыл шаруашылығы өндірісі	Өлшем бірлігі	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1-аймақ								
DD	млн т/жыл	20.4	24.6	27.0	30.6	34.5	37.8	43.9
DD және BAU	%	0,2%	3,0%	6,7%	11,5%	17,5%	24,7%	26,8%
GE	млн т/жыл	20.4	24.3	26.3	29.1	31.6	33.0	37.5
GE және BAU	%	0,1%	1,8%	4,1%	6,3%	7,7%	8,8%	8,2%
BAU	млн т/жыл	20.3	23.8	25.3	27.4	29.4	30.3	34.6
2-аймақ								
DD	млн т/жыл	6.1	7.3	7.9	9.3	10.6	12.5	14.8
DD және BAU	%	0,2%	3,1%	7,0%	11,7%	18,7%	23,2%	24,0%
GE	млн т/жыл	6.1	7.3	7.7	8.9	9.6	11.0	12.9
GE және BAU	%	0,1%	1,8%	4,3%	6,2%	8,3%	8,4%	7,4%
BAU	млн т/жыл	6.1	7.1	7.4	8.3	8.9	10.1	12.0
3-аймақ								

DD	млн т/жыл	0.6	0,8	0,9	1.0	1.3	1.5	1.8
DD және BAU	%	0,2%	3,7%	8,1%	14,6%	18,5%	25,7%	29,2%
GE	млн т/жыл	0.6	0,8	0,9	0,9	1.2	1.3	1.5
GE және BAU	%	0,1%	2,1%	4,7%	7,0%	8,5%	9,5%	9,1%
BAU	млн т/жыл	0.6	0,8	0,8	0,9	1.1	1.2	1.4
4-аймақ								
DD	млн т/жыл	1.8	2.2	2.3	2.5	2.6	3.1	3.5
DD және BAU	%	0,3%	3,6%	7,6%	14,8%	23,5%	29,6%	33,4%
GE	млн т/жыл	1.8	2.1	2.2	2.4	2.4	2.7	2.9
GE және BAU	%	0,1%	2,1%	4,5%	7,5%	9,8%	10,8%	10,4%
BAU	млн т/жыл	1.8	2.1	2.1	2.2	2.1	2.4	2.7

Мал шаруашылығы

BAU, GE және DD сценарийлеріндегі мал басының динамикасы тарихи деректермен салыстырғанда 1.20-суретте көрсетілген. Үш сценарий де 2020-2025 жылдар аралығында ет өндірісінің жоспарлы кеңеюіне сәйкес ірі қара мал саны екі есеге артады деп болжайды. Нәтижесінде, үш сценарийді салыстыру кезінде мал басының жалпы санына әсер ету байқалмайды. Себебі, болжам бойынша, органикалық егіншілік әдістері тек өсімдік шаруашылығына бағытталған, сәйкесінше, BAU, GE және DD сценарийлерінде мал шаруашылығында өнім көлемі бірдей. Жалпы мал басы 2020 жылы 76,5 миллионнан 2050 жылы 103,64 миллионға дейін өседі деп болжануда. Бұл алдағы 30 жылда жалпы табынның шамамен 35,5%-ға артуы.

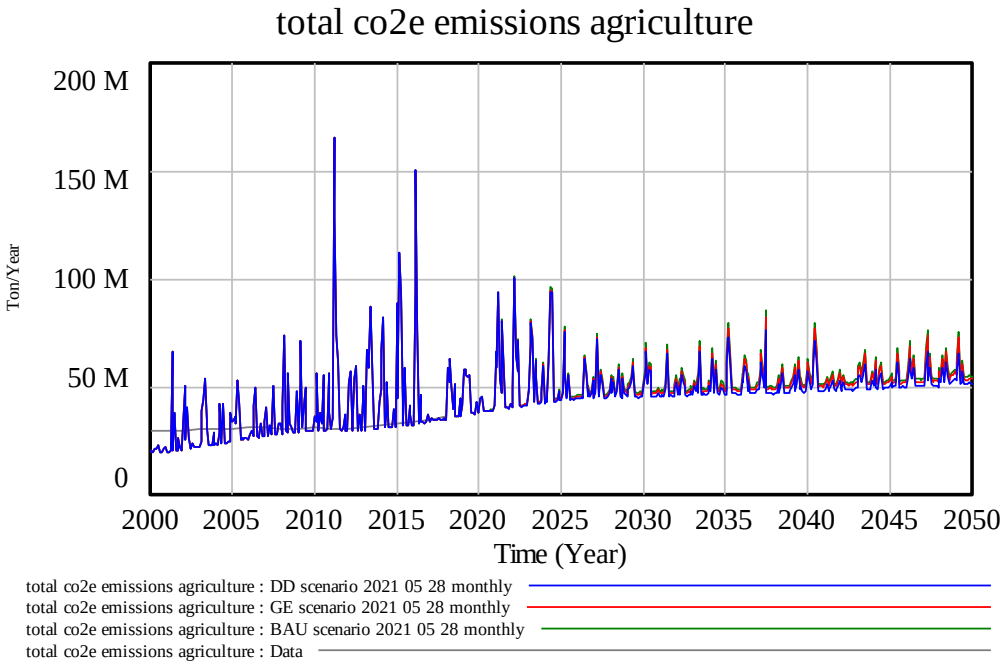


1.20-сурет – Мал басының жалпы саны – BAU, GE және DD сценарийлері

Шығарындылар: ауыл шаруашылығы

Ауыл шаруашылығы мен ауылшаруашылық алқаптарының жалпы CO_2 эквивалентті шығарындылары бойынша нәтижелер 1.21-суретте берілген.

2020 және 2050 жылдар аралығында ауыл шаруашылығы секторындағы CO_2 эквивалентінің жиынтық шығарындылары BAU сценарийі бойынша 1,67 миллиард тонна, GE сценарийі бойынша 1,63 миллион тонна (BAU-мен салыстырғанда -2%) және DD сценарийі бойынша 1,58 миллион тонна (BAU) болады деп болжануда. -5,4% BAU қатысты). Бұл төмен көміртекті даму бойынша шараларды жүзеге асыру алдағы 30 жылда GE және DD сценарийлерінде сәйкесінше 34,02 миллион тонна шығарындыларды және 89,25 миллион тонна шығарындыларды болдырмауға немесе орташа жылдық 1,13 миллион тоннаға қысқартуға ықпал ететінін көрсетеді. (GE сценарийі).) және 2,97 Mt (DD сценарийі).



1.21-сурет - Ауыл шаруашылығының жалпы CO_2 эквивалентті шығарындылары - BAU, GE және DD сценарийлері

Ел аймақтары бойынша ауыл шаруашылығының жалпы CO_2 эквивалентті шығарындыларының болжамы таңдалған жылдарға арналған 1.7-кестеде жинақталған. Барлық аймақтарда 2020 және 2045 жылдар аралығында өнеркәсіптік CO_2 эквивалентті шығарындыларының төмендеуі байқалады. Ауыл шаруашылығынан CO_2 эквивалентті шығарындыларының болжамды төмендеуі 2,15%-дан (2-аймақ) 17,2%-ға (3-аймақ) дейін ауытқиды. Жұмыспен қамту сияқты, GE және DD сценарийлеріндегі ең үлкен абсолютті құлдырау 2050 жылға қарай жылына шамамен 980 000 тоннаға (GE сценарийі) және жылына 2,89 миллион тонна CO_2 эквивалентіне (DD сценарийі) болжамды азаюымен 1-аймақта болып табылады. BAU-мен салыстырғанда жыл сайынғы шығарындылардың сәйкесінше 2,2% және 6,6% төмендеуіне тең.

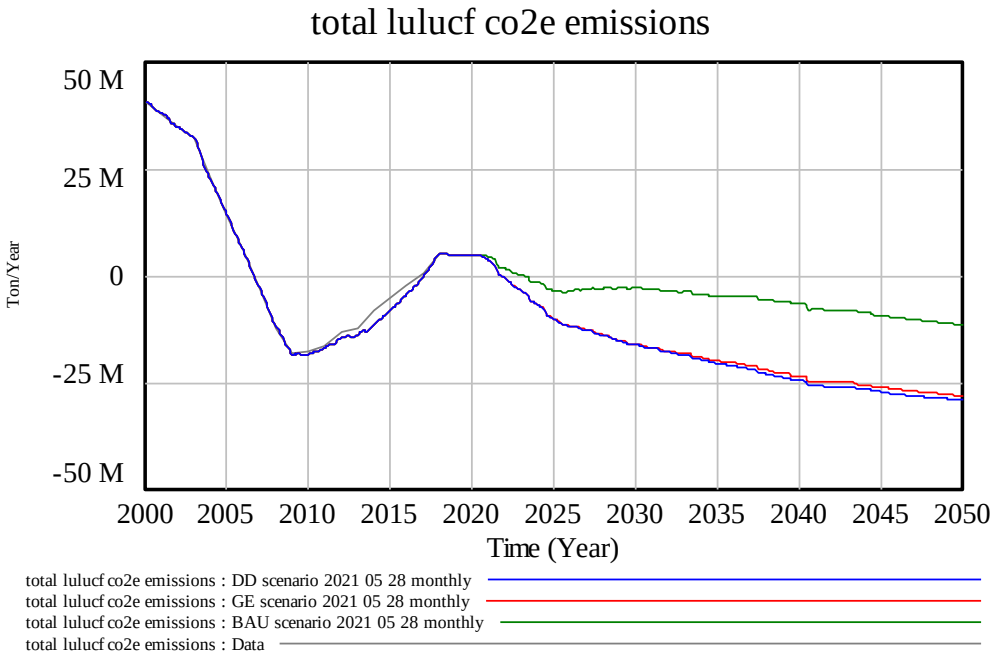
1.7-кесте - Ел аймақтары бойынша ауыл шаруашылығынан жалпы CO_2 эквивалентті шығарындылары - BAU, GE және DD сценарийлері

Ауыл шаруашылығынан CO2 эквивалентті шығарындылары	Өлшем бірлігі	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1-аймақ								
DD	млн т/жыл	30.9	36.3	37.4	37,0	41.9	40.7	40.9
DD және BAU	%	-0,2%	-2,6%	-5,0%	-5,5%	-7,7%	-6,9%	-6,6%
GE	млн т/жыл	31.0	36.8	38.4	38.3	44.2	42.8	42.8
GE және BAU	%	-0,1%	-1,4%	-2,6%	-2,2%	-2,5%	-2,2%	-2,2%
BAU	млн т/жыл	31.0	37.3	39.4	39.2	45.4	43.7	43.8
2-аймақ								
DD	млн т/жыл	6.1	8.7	9.2	8.5	7.7	8.1	8.7
DD және BAU	%	-0,2%	-2,4%	-4,7%	-6,3%	-5,8%	-5,6%	-6,8%
GE	млн т/жыл	6.1	8.8	9.4	8.9	8.1	8.4	9.1
GE және BAU	%	-0,1%	-1,3%	-2,6%	-2,5%	-1,8%	-1,8%	-2,2%
BAU	млн т/жыл	6.1	8.9	9.7	9.1	8.2	8.5	9.3
3-аймақ								
DD	млн т/жыл	1.6	1.1	1.1	2.6	1.8	0,8	1.5
DD және BAU	%	-0,1%	-2,7%	-5,6%	-12,7%	-18,2%	-14,1%	-23,7%
GE	млн т/жыл	1.6	1.1	1.2	2.8	2.1	0,9	1.8
GE және BAU	%	0,0%	-1,8%	-3,8%	-5,6%	-5,7%	-3,7%	-5,3%

BAU	м лн т/жыл	1.6	1.1	1.2	3.0	2.2	0,9	1.9
4-аймақ								
DD	м лн т/жыл	1.3	2.9	3.5	3.1	1.9	1.7	2.3
DD және BAU	%	-0,2%	-2,6%	-5,4%	-9,2%	-7,6%	-4,9%	-11,6%
GE	млн т/жыл	1.3	3.0	3.6	3.2	2.0	1.8	2.5
GE және BAU	%	-0,1%	-1,6%	-3,6%	-3,8%	-2,3%	-1,6%	-2,8%
BAU	млн т/жыл	1.3	3.0	3.7	3.4	2.1	1.8	2.6

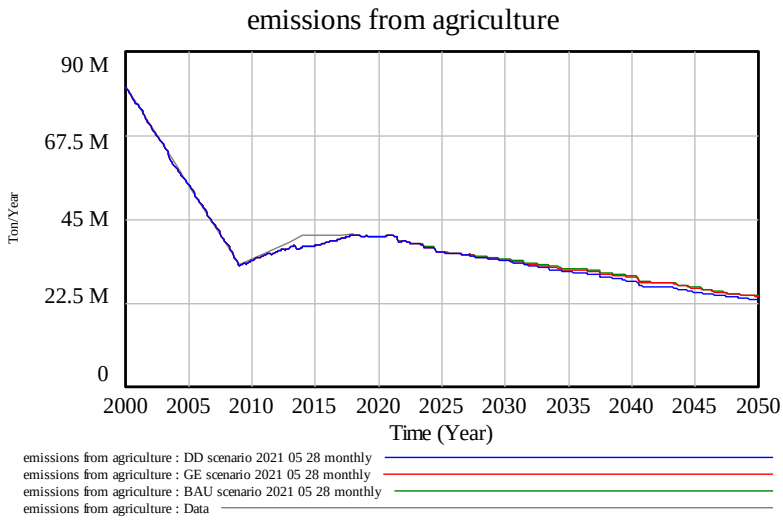
Шығарындылар: ЖЖШШӨ

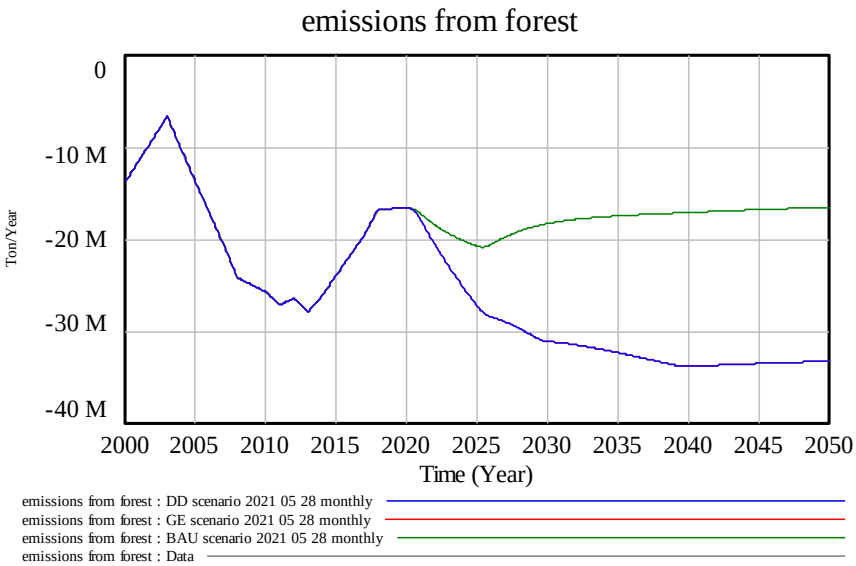
Жалпы ЖЖШШӨ шығарындыларының динамикасы 1.22-суретте көрсетілген. Шығарындыларды қысқарту ауыл шаруашылығынан (тұрақты ауылшаруашылық тәжірибесі арқылы) және орман алқаптарынан (ормандарды молықтыру арқылы) шығарындылардың өзгеруіне байланысты. Жер секторы 2022 және 2024 жылдар аралығында таза раковинаға айналады деп болжануда. 2020 және 2050 жылдар аралығында BAU сценарийіндегі ЖЖШШӨ секторындағы жиынтық таза тұтыну 158,52 млн. GE және DD сценарийлерінде 2020 және 2050 жылдар аралығындағы жиынтық таза тұтыну сәйкесінше 561,5 миллион тонна және 579 миллион тоннаны құрайды, бұл негізгі жағдайда болжанған сомадан екі есе көп.



1.22-сурет - ЖЖШШӨ - BAU, GE және DD сценарийлеріндегі жалпы CO_2 эквивалентті шығарындылары

2020 және 2050 жылдар аралығындағы ауылшаруашылық алқаптарынан шығатын жиынтық CO_2 эквивалентті шығарындылары сәйкесінше 982,2 млн тонн (BAU сценарийі), 974,9 млн тонн (GE сценарийі) және 957,4 млн тонн (DD сценарийі) құрайды. Ауылшаруашылық жерлерінің шығарындыларының азаюы органикалық ауыл шаруашылығын қабылдауға, бір гектарға көміртегі секвестрінің жоғарылауына және ішек ферментациясынан және көңді сақтаудан CH_4 шығарындыларын азайтатын тұрақты мал шаруашылығы тәсілдеріне байланысты. Орман алқаптары шығарындыларының азаюы 1,3 млн га сексеуіл ормандарын қалпына келтіруге (барлық үш сценарий) және қосымша ормандарды молықтыруға (GE және DD сценарийлері, 1.2 кестені қараңыз) байланысты.

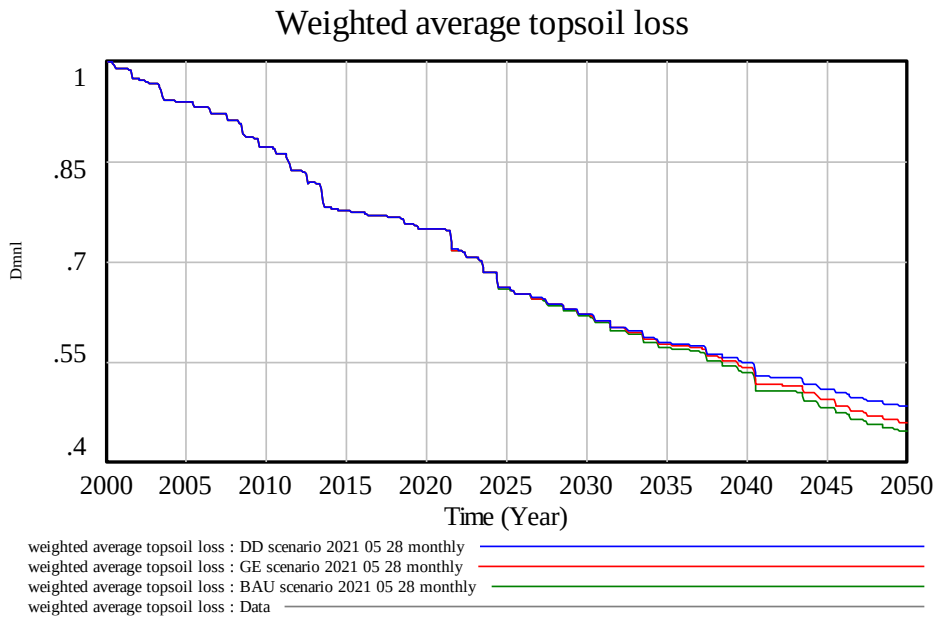


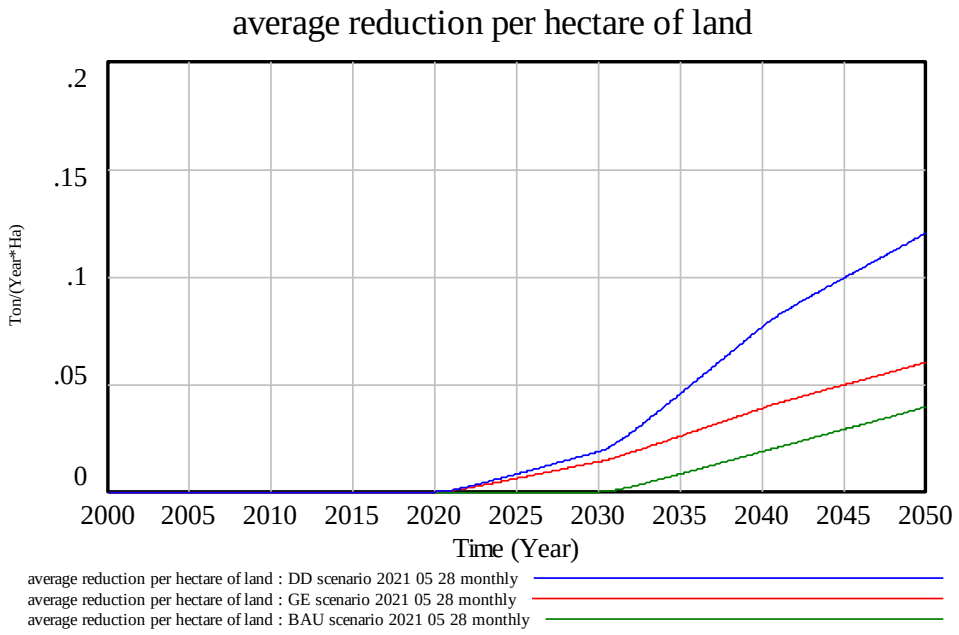


1.23-сурет - Ауылшаруашылық жерлерінен және орман алқаптарынан шығарындылар - BAU, GE және DD сценарийлері

Ауыл шаруашылығы алқаптары үшін шығарындылар коэффициентінің өзгеруі топырақтың құнарлы қабатының жоғалуына (теріс әсер) және органикалық ауыл шаруашылығына (оң әсер) байланысты. Орташа өлшенген құнарлы топырақтың жоғалуы және органикалық ауыл шаруашылығының жалпы ауыл шаруашылығы алқаптарының гектарына орташа шығарындыларының азаюы болжамы 1.24-суретте көрсетілген. GE және DD сценарийлерінде топырақтың үстіңгі қабатының орташа өлшенген жоғалуы BAU сценарийіне

қарағанда төмен, бұл екі сценарийде де топырақтың жоғалуынан болатын шығарындылардың бастапқы деңгейге қарағанда төмен болуына әкеледі. Сонымен бірге органикалық ауыл шаруашылығын енгізу ауыл шаруашылығы алқаптарының бір гектарына шығарындылардың жалпы төмендеуін арттырады. Бір гектар жердің орташа қысқаруы органикалық жерден көміртегінің қосымша секвестрленуін ауыл шаруашылығы жерлерінің жалпы ауданына бөлу арқылы бағаланады. Төмен көміртекті сценарийлерде органикалық ауылшаруашылық тәжірибелерін енгізу 0,04 (GE сценарийі) және 0,08 (DD сценарийі) гектарына CO_2 тонна диапазонында ауылшаруашылық алқаптарының шығарындыларының орташа төмендеуіне әкеледі.





1.24-сурет - Топырақтың үстіңгі қабатының орташа өлшенген жоғалуы және бір гектарға орташа шығарындылардың төмендеуі - BAU, GE және DD сценарийлері

Ауыл шаруашылығындағы шығын мен пайданы талдау

2020-2050 жылдар аралығындағы BAU, GE және DD сценарийлерінің жиынтық жиынтық шығындары мен пайдасы 1.8-кестеде берілген. " GE және BAU" және "DD және BAU" бағандарында көрсетілген құн айырмашылығы төмен көміртекті сценарийлер мен BAU сценарийі арасындағы шығындар мен пайданың таза айырмашылығы болып табылады. Жалпы жиынтық шығындар тұрғысынан GE сценарийі негізінен органикалық ауыл шаруашылығын, суаруды және мал шаруашылығын басқаруды жақсартуды енгізу үшін 6,25 миллиард АҚШ доллары көлемінде инвестицияны қажет етеді. DD сценарийінде есептің осы бөлімінде сипатталған артықшылықтарға қол жеткізу үшін барлығы 15,06 миллиард АҚШ доллары кажет.

Декарбонизация сценарийлерінде болжанған тыңайтқыштар шығарындыларын және пайдалануды азайту (көміртектің қоғамдық құны) және

GE сценарийіндегі химиялық тыңайтқыштар шығындарын тиісінше 971 миллион долларға және 377 миллион долларға қысқартуға ықпал етеді. DD сценарийінде ауыл шаруашылығындағы және тыңайтқыш шығындары BAU-ға қарағанда, тиісінше, 2,5 миллиард АҚШ долларына және 489 миллион АҚШ долларына төмен. Екі сценарийде де тұрақты ауыл шаруашылығы және жақсартылған суару климаттың өзгеруі әсерінен болатын шығындарды азайтуға көмектеседі. GE және DD сценарийлерінде бұл іс-шаралар 2020 және 2050 жылдар аралығында өсімдік шаруашылығындағы шығындарды тиісінше 3,53 миллиард долларға және 8,1 миллиард долларға азайтуға көмектеседі.

2020 және 2050 жылдар аралығында 1.2-кестеде көрсетілген іс-шараларды жүзеге асырудан алынған жиынтық қосымша пайда GE және DD сценарийлерінде тиісінше 18,46 миллиард долларға және 49,67 миллиард долларға жетеді. Екі жағдайда да 18,03 млрд АҚШ доллары (GE сценарийі) және 45,52 миллиард АҚШ доллары (DD сценарийі) өсімдік шаруашылығынан алынған қосымша табыстан және 431 миллион АҚШ доллары (GE сценарийі) және 1,45 миллиард АҚШ доллары қосымша еңбек кірісінен түсті. Малдың өнімділігі барлық сценарийлерде бірдей болып қалатындықтан, BAU, GE және DD сценарийлерінің нәтижелері ешқандай айырмашылықты көрсетпейді.

1.8-кесте – Ауыл шаруашылығындағы шығын-пайданы кешенді талдау – GE және BAU сценарийі және DD және BAU сценарийі

Ауыл шаруашылығындағы шығын-пайданы талдау 2020–2050	Өлшем бірлігі	BAU сценарийі	GE сценарийі	GE және BAU	DD сценарийі	DD және BAU
Инвестициялар мен шығындар						
органикалық егіншілік	АҚШ долларын құрады	1 968	3 766	1 798	7 213	5 245
Инвестициялар	АҚШ долларын құрады	711	1076	365	2151	1440
O&M шығындары	АҚШ доллары	1 258	2691	1433	5062	3 804
Суару	АҚШ долларын құрады	1 888	3002	1115	3 373	1485
Инвестициялар	АҚШ долларын құрады	489	884	395	1052	563
O&M шығындары	АҚШ долларын құрады	1 398	2118	720	2320	922
ормандарды қалпына келтіру	млн. АҚШ	1949	1949	0	1949	0
Мал шаруашылығының шығарындыларын азайту	АҚШ долларын құрады	2728	5 829	3 101	10 824	8096
Қосымша ормандарды молықтыру мақсатындағы шығындар	АҚШ долларын құрады	0	237	237	237	237

(1) Жалпы инвестиция және шығындар	АҚШ долларын құрады	8 533	14 784	6 251	23 596	15 063
Жүйелік шығындар						
Көміртектің әлеуметтік құны	АҚШ долларын құрады	49 597	48 626	-971	47 075	-2 523
бейорганикалық тыңайтқыш	АҚШ долларын құрады	1 821	1444	-377	1 332	-489
Өсімдік шаруашылығының қосымша құнын жоғалтты	АҚШ долларын құрады	99 707	96 178	-3 528	91 977	-7 729
Жоғалған қосымша құны бар мал шаруашылығы өнімдері	АҚШ долларын құрады	252	252	0	252	0
(2) Жүйенің жалпы шығындары	АҚШ долларын құрады	151 377	146 500	-4 877	140 635	-10 741
Қосымша артықшылықтар						
Қосылған құны бар өсімдік шаруашылығы өнімдерін өндіру	АҚШ долларын құрады	253 122	271 147	18 025	298 646	45 523
Қосымша құн қосылған мал шаруашылығы өнімдерін өндіру	АҚШ долларын құрады	149 374	149 374	0	149 374	0
Ауыл шаруашылығындағы еңбек табысы	АҚШ долларын құрады	60 530	60 961	431	61 675	1 145

(3) Жалпы қосымша жеңілдіктер	АҚШ долларын құрады	463 026	481 482	18 456	509 695	46 669
(3) - (2) - (1) Таза интеграцияланған пайда	АҚШ долларын құрады			17 082		-42 346

1.2. Ауыл шаруашылығы секторындағы декарбонизация сценарийінің нәтижелері

Бұл бөлім KAZ LEDS ауыл шаруашылығы үлгісіндегі Таза нөлдік сценарийімен алынған нәтижелерге шолу жасайды. Нәтижелер келесі сценарийлерден алынады: (1) өзгеріссіз сценарий (BAU) және (2) Таза нөлдік сценарийі (NZE). Екі сценарий де 2000 жылдан 2060 жылға дейін үлгіленген. Жоғарыда келтірілген нәтижелер жағдайындағы сияқты, BAU сценарийі тарихи тенденцияларды жалғастыруды және қолданыстағы саясатты жүзеге асыруды болжайды. Таза нөлдік сценарийінің болжамдары келесі салалардағы GE және DD сценарийлеріне қарағанда өршіл мақсаттар болып табылады: органикалық ауыл шаруашылығын енгізу, ағымдағы және жоспарланған ормандарды молықтыру саясатына сәйкес ормандарды қалпына келтіру және тұрақты мал азығы. Көптеген стратегияларды іске асыру 2020 жылдан 2060 жылға дейінгі кезеңде сызықты түрде жүреді. Болжамдар

1.9-кесте – Ауыл шаруашылығындағы таза нөлдік сценарийдің болжамдары

Болжамдар	BAU сценарийі	NZE сценарийі
Көміртекті сіңіргіштердегі көміртекті секвестрлеу (ЖЖШШӨ)		
Сексеуілді қалпына келтіру (жоспар бойынша 1 млрд. ағаш), 2020–2025, млн га/жыл	1,3	1,3
Қосымша ормандарды қалпына келтіру		
Мемлекет бастамасымен ормандарды молықтыру, 2020–2060, млн. га	-	1,4
Қосымша секвестр (мемлекеттің бастамасы бойынша), жылына тCO_2/га	-	11,9
Тозған ормандарды тұрақты басқару, 2020–2060, млн. га	-	1,92
Қосымша секвестр (мемлекеттің бастамасы бойынша), жылына тCO_2/га	-	6

Жеке орман өсіру, 2020–2060, млн. га	-	0,15
Қосымша секвестр (мемлекеттің бастамасы бойынша), жылына тCO_2/га	-	11,9
тұрақты ауыл шаруашылығы		
Тұрақты егістік жердің гектарына қосымша секвестрлеу, жылына т CO_2/га	0,357	0,357

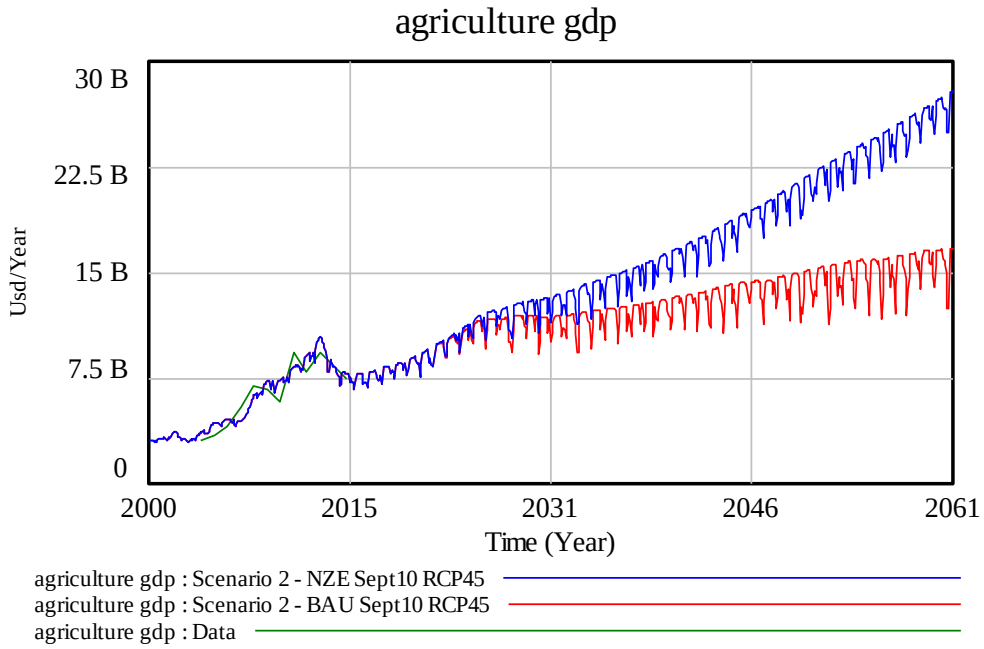
Ауыл шаруашылығы өндірісінің шығарындыларын азайту

климаттық сценарий	RCP4.5	RCP4.5
тұрақты ауыл шаруашылығы		
Тұрақты басқарудағы ауыл шаруашылығы жерлерінің үлесі	28%	100%
Тұрақты ауыл шаруашылығында еңбек сыйымдылығын арттыру	10%	10%
Тұрақты ауыл шаруашылығындағы премиум ставкасы	40%	40%
Мал шаруашылығы өнімі (жалпы мал басының %)		
Малды азықтандыру тәжірибесін енгізу	30%	60%
Сою уақытын қысқартуды жүзеге асыру	30%	60%
Суарумен қамту (егістік жердің %)		
1-аймақ	3,20%	15%
2-аймақ	15,90%	40%
3-аймақ	80%	100%
4-аймақ	80%	100%
Егін жинау алдындағы ысырапты азайту	-	-30%

Қосылған құн және жұмыспен қамту

1.25-суретте BAU және NZE сценарийлерінде ауыл шаруашылығының нақты ЖІӨ дамуы көрсетілген. BAU сценарийі бойынша нәтижелер 2020-2050 жылдар аралығында ауыл шаруашылығы секторының қосылған құны 85,3%-ға

өсетінін көрсетеді. 2050 жылы BAU сценарийіндегі ауыл шаруашылығының қосылған құны 15,57 миллиард долларды құрайды, ал NZE сценарийіндегі ауыл шаруашылығының ЖІӨ 2060 жылға қарай 17,43 миллиард долларға дейін өседі, бұл BAU сценарийімен салыстырғанда 72,2%-ға жоғары. 2020-2060 жылдар аралығында NZE сценарийінде жүзеге асырылған іс-шаралардан алынған қосымша қосылған құн NZE сценарийінде 176,93 миллиард АҚШ долларын құрайды, бұл келесі 40 жыл ішінде орта есеппен сектордағы қосымша қосылған құнның 4,42 миллиард АҚШ долларына тең.



1.25-сурет – Ауылшаруашылық ЖІӨ – BAU және NZE сценарийлері

Ел аймақтары бойынша қосылған құн 1.10-кестеде көрсетілген. Ел аймақтары бойынша нәтижелер TZE сценарийінің нәтижелерін BAU сценарийімен салыстыру кезінде ауыл шаруашылығы ЖІӨ-нің уақыт бойынша өсу тұрғысынан айырмашылықтарды көрсетеді. BAU 181,7% салыстырғанда ең жоғары салыстырмалы өсім 4-аймақта байқалады. 2020 жылмен салыстырғанда да, BAU сценарийімен де ең жоғары абсолютті өсім 1-аймақта байқалады, онда

ЖІӨ өсімі 2020 жылмен салыстырғанда 11,31 миллиард АҚШ долларын және BAU-мен салыстырғанда 6,52 миллиард АҚШ долларын құрады.

1.10-кесте – Ел аймақтары бойынша ауыл шаруашылығы ЖІӨ – BAU және NZE сценарийлері

Ауыл шаруашылығы ЖІӨ	Өлшем бірлігі	2020	2025	2030	2040	2050	2060
1-аймақ							
NZE	миллиард АҚШ доллары	6.12	7,90	8.71	11.00	14.05	17.43
NZE және BAU	%	0,1%	3,7%	10,9%	24,1%	41,8%	59,8%
BAU	миллиард АҚШ доллары	6.12	7.62	7.85	8.87	9.90	10.91
2-аймақ							
NZE	миллиард АҚШ доллары	1.84	2.57	2.83	3.76	5.07	6.38
NZE және BAU	%	0,2%	4,6%	12,9%	28,5%	52,2%	79,6%
BAU	миллиард АҚШ доллары	1.83	2.46	2.51	2.92	3.33	3.55
3-аймақ							
NZE	миллиард АҚШ доллары	0,15	0,21	0,25	0,36	0,52	0,70
NZE және BAU	%	0,2%	6,9%	18,8%	40,9%	80,7%	142,1%
BAU	миллиард АҚШ доллары	0,15	0,19	0,21	0,25	0,29	0,29

4-аймақ							
NZE	миллиард АҚШ доллары	0,67	0,88	1.02	1.25	1,75	2.30
NZE және BAU	%	0,3%	7,5%	21,7%	58,5%	103,9%	181,7%
BAU	миллиард АҚШ доллары	0,67	0,82	0,84	0,79	0,86	0,82

Таңдалған жылдардағы ауыл шаруашылығындағы жұмыспен қамту нәтижелері (млн жұмыс орнымен) елді мекендер бойынша 1.11-кестеде көрсетілген. Барлық аймақтарда органикалық ауылшаруашылық тәжірибесін енгізу BAU сценарийімен салыстырғанда сектордағы жұмыспен қамтуды арттырады. Ең үлкен абсолютті өсім 1-аймаққа, одан кейін 2-аймаққа, 4-аймаққа және 3-аймаққа болжамды.

1.11-кесте – Аймақтар бойынша ауыл шаруашылығындағы жұмыспен қамту

Ауыл шаруашылығындағы жұмыспен қамту	Өлшем бірлігі	2020	2025	2030	2040	2050	2060
1-аймақ							
NZE	миллион адам	1.26	1.30	1.34	1.41	1.48	1,50
NZE және BAU	%	0,0%	1,3%	2,8%	4,9%	6,7%	6,8%
БАУ	миллион адам	1.26	1.29	1.30	1.34	1.38	1.40
2-аймақ							
NZE	миллион адам	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30
NZE және BAU	%	0,0%	1,3%	2,8%	4,9%	6,8%	7,8%

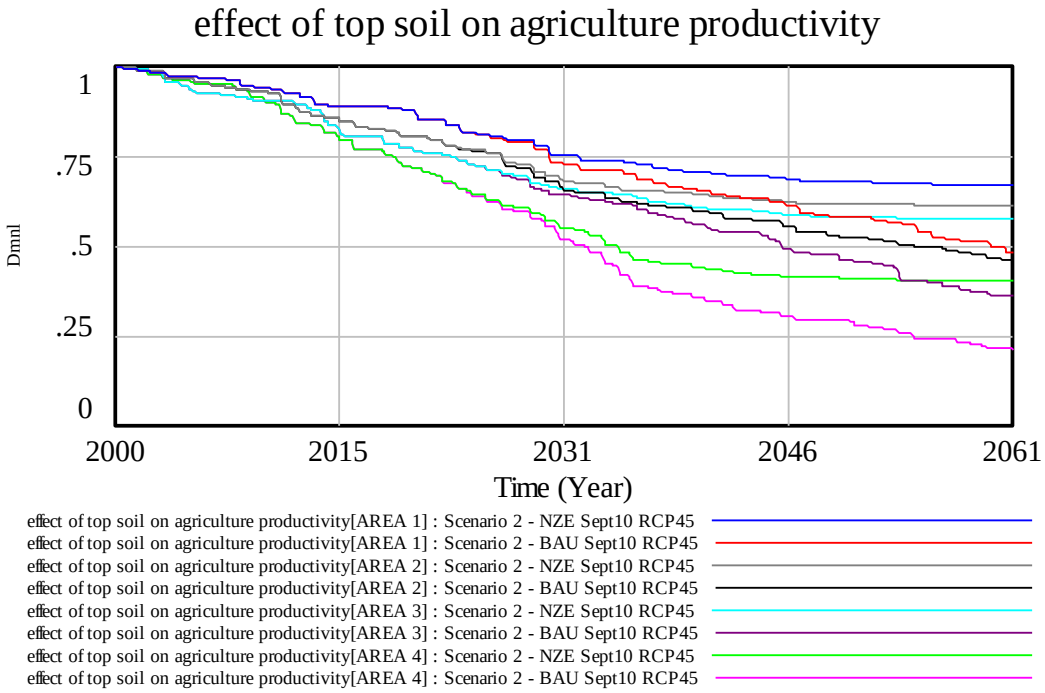
БАУ	миллион адам	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28
3-аймақ							
NZE	миллион адам	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
NZE және BAU	%	0,0%	1,3%	2,8%	4,9%	6,8%	7,8%
БАУ	миллион адам	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
4-аймақ							
NZE	миллион адам	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06
NZE және BAU	%	0,0%	1,3%	2,8%	4,9%	6,8%	7,8%
БАУ	миллион адам	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06

NZE сценарийі бойынша болжанған қосымша жұмыс орны 2020 және 2060 жылдар аралығында 3,68 миллиард доллар қосымша еңбек кірісін береді, бұл келесі 40 жылда орташа алғанда жылына шамамен 92,11 миллион долларға тең. BAU-мен салыстырғанда, NZE сценарийінде келесі 40 жыл ішінде жинақталған еңбек кірісі 4,5%-ға жоғары немесе NZE сценарийіндегі 84,88 миллиард доллармен салыстырғанда BAU сценарийіндегі 81,19 миллиард доллар.

1.2.1. Климаттың өзгеруінің әсері: ауыл шаруашылығы

BAU сценарийінде климаттың өзгеруі мен эрозия әсерінен жоғалған жалпы өндіріс 2020 және 2060 жылдар аралығында 614,2 миллион тоннаны құрайды. NZE сценарийінде бұл мән жерді басқарудың тұрақты тәжірибесіне инвестиция салу, егін жинау алдындағы ысыраптарды азайту және суару мүмкіндігін арттыру арқылы төмендетіледі.

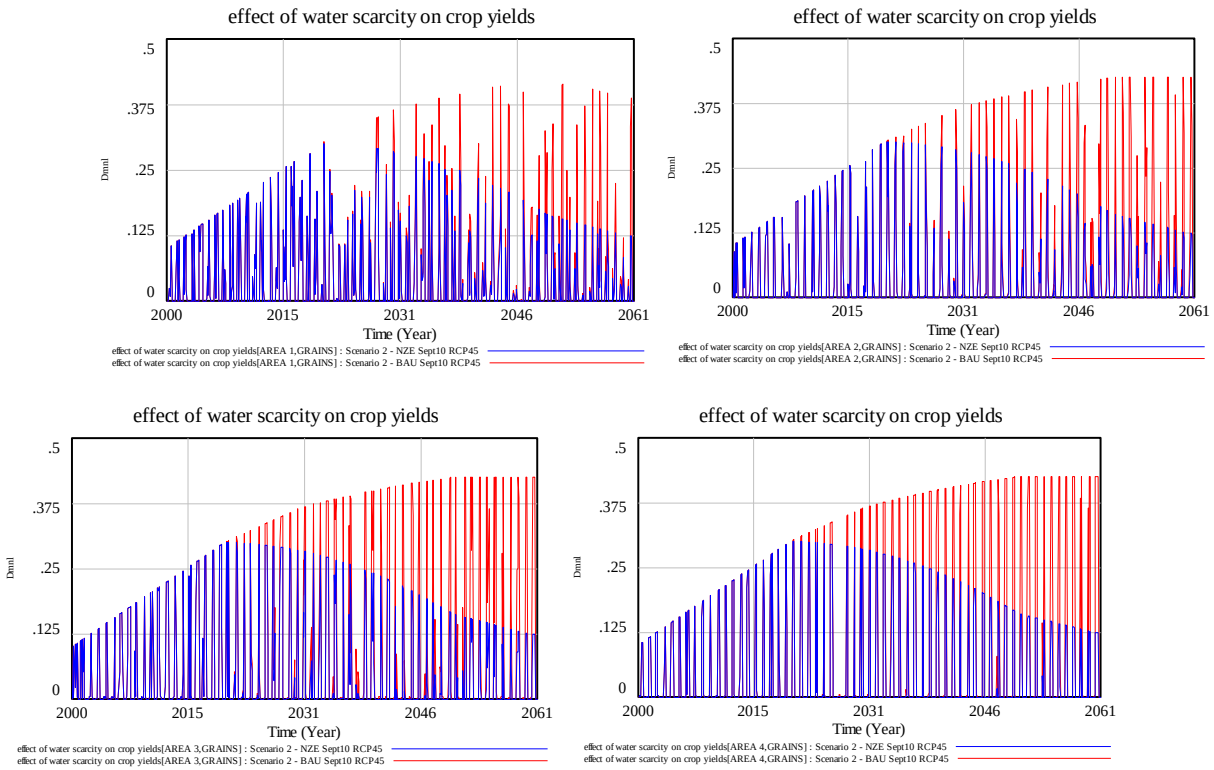
Топырақ эрозиясының (топырақтың үстіңгі қабатының жоғалуы) ауылшаруашылық өнімділігіне болжамды әсері сәйкесінше BAU және NZE сценарийлері үшін 1.26-суретте көрсетілген. NZE сценарийінде органикалық ауылшаруашылық әдістерін енгізу BAU сценарийімен салыстырғанда барлық аймақтарда топырақтың құнарлы қабатының жоғалуын азайтуға ықпал етеді. 2060 жылы топырақтың құнарлы қабатын жоғалтудың ауыл шаруашылығы өнімділігіне әсері NZE сценарийінде 18% (1-аймақ), 14.9% (2-аймақ), 21% (3-аймақ) және 18.9% (4-аймақ) БАУ сценарийлеріне қарағанда төмен, гектардан жоғары өнімділікті көрсетеді. Тұрақты ауылшаруашылық тәжірибелері топырақтың үстіңгі қабатының сапасын сақтауға көмектеседі және сондықтан дәстүрлі егіншілік тәжірибелерімен салыстырғанда үстіңгі қабаттың жоғалуын азайтады деп болжанады.



Сурет 1.26 - Топырақтың үстіңгі қабатының жоғалуының аймақтар бойынша шығымдылыққа әсері - BAU және NZE сценарийлері

Төрт аймақтың әрқайсысы үшін су тапшылығының әсері көрсетілген1.27-сурет - Ел аймақтары бойынша су тапшылығының егін шығымдылығына әсері -

BAU және NZE сценарийлері. 1-аймақта (жоғарғы сол жақта) және 2-аймақта (жоғарғы оң жақта) байқалған өсу су тапшылығының салдары белгілі бір айларда ғана болатынын көрсетеді. 3 аймаққа (төменгі сол жақ) және әсіресе 4 аймаққа (төменгі оң жақ) арналған болжамдарда байқалған үстірттер су тапшылығының салдары бірнеше ай бойы сақталатынын көрсетеді, яғни егін өсіру үшін маусымдық жауын-шашын жеткіліксіз. NZE сценарийінің нәтижелері (көк сызық) суару көлемін ұлғайту BAU-да байқалатын су тапшылығының болжамды әсерін азайтатынын көрсетеді (қызыл сызық).



1.27-сурет - Ел аймақтары бойынша су тапшылығының егін шығымдылығына әсері - BAU және NZE сценарийлері

2020 және 2050 жылдар аралығындағы климаттың өзгеруіне байланысты өсімдік шаруашылығындағы жиынтық болжамды ысыраптар BAU сценарийінде сәйкесінше 614,2 Мт және NZE сценарийінде 543,2 Мт құрайды. NZE сценарийіндегі абсолютті ысыраптар BAU сценарийіндегіден жоғары болса да,

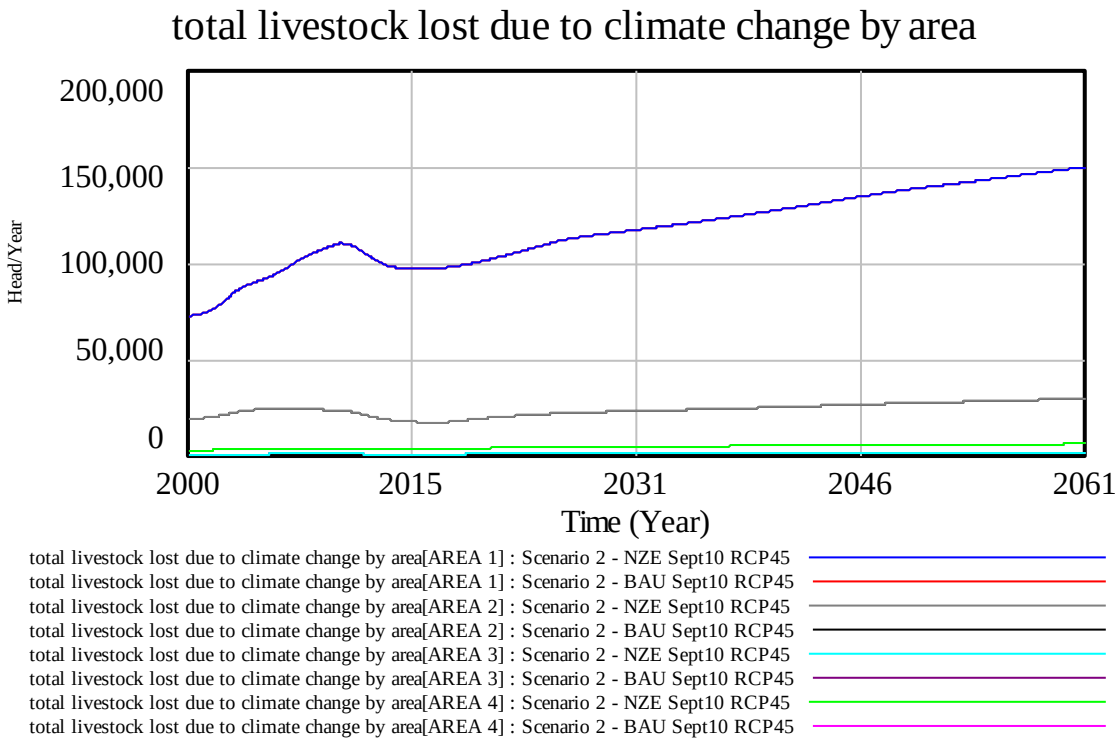
бұл ысыраптарды жалпы ауыл шаруашылығы өніміне қатысты қарастыру керек. Ауылшаруашылық ЖІӨ-мен салыстырғанда, NZE сценарийіндегі климаттың өзгеруінің болжанатын әсерлері тұрақты тәжірибеге, егін жинау алдындағы ысыраптарды азайтуға және базалық деңгейге қатысты салалық ысыраптарды азайтатын суаруды арттыруға байланысты бастапқы деңгейден төмен. ЖІӨ-дегі ауыл шаруашылығынан алынған жоғалған пайда 1.12-кестеде таңдалған жылдардағы елді мекендер бойынша берілген.

1.12-кесте - ЖІӨ-ге қатысты ауыл шаруашылығының өсімдік шаруашылығынан алынған жоғалтқан пайдасы - BAU және NZE сценарийлері

ЖІӨ-ге қатысты өсімдік шаруашылығының жоғалуы	Өлшем бірлігі	2020	2025	2030	2040	2050	2060
1-аймақ							
NZE	%/жыл	20,1%	18,4%	17,9%	16,9%	16,8%	15,8%
NZE және BAU	%	-0,1%	-0,9%	-1,1%	-3,2%	-7,0%	-7,0%
BAU	%/жыл	20,3%	19,3%	19,1%	20,0%	23,8%	22,8%
2-аймақ							
NZE	%/жыл	36,3%	26,9%	24,8%	22,4%	20,1%	23,0%
NZE және BAU	%	-0,3%	-1,8%	-2 1%	-5,5%	-11,1%	-15,6%
BAU	%/жыл	36,6%	28,7%	26,9%	27,9%	31,2%	38,6%
3-аймақ							
NZE	%/жыл	37,1%	35,3%	30,9%	22,8%	20,5%	22,8%
NZE және BAU	%	-0,3%	-3,7%	-6,5%	-9,4%	-15,8%	-23,1%
BAU	%/жыл	37,4%	39,1%	37,4%	32,2%	36,2%	45,9%
4-аймақ							
NZE	%/жыл	44,1%	37,9%	29,0%	24,9%	22,5%	24,5%
NZE және BAU	%	-0,4%	-3,8%	-4,7%	-8,8%	-15,9%	-22,3%
BAU	%/жыл	44,5%	41,7%	33,7%	33,7%	38,4%	46,8%

1.2.2. Климаттың өзгеруінің әсері: мал шаруашылығы

1.28-суретте елдің төрт аймағының әрқайсысы үшін климаттың өзгеруіне байланысты мал басының жалпы шығыны көрсетілген. Климаттың өзгеруінен болатын жиынтық шығын алдағы 40 жылда 350,1 миллион АҚШ долларын құрайды, бұл жылына шамамен 8,75 миллион АҚШ долларын құрайтын мал шаруашылығы өнімінен алынған ЖІӨ-ге тең.



1.28-сурет – Климаттың өзгеруіне байланысты жоғалған мал басы, аймақтар бойынша

1.2.3. Өсімдік шаруашылығы

Аймақтар бойынша жалпы өсімдік шаруашылығы өнімі 1.13-кестеде таңдалған жылдар бойынша елдегі аймақтар бойынша берілген. Нәтижелер NZE сценарийінде үлгіленген іс-шараларды іске асыру жалпы өсімдік шаруашылығы өнімін бастапқы деңгейден ұлғайтатынын көрсетеді. Нәтижелер БАУ

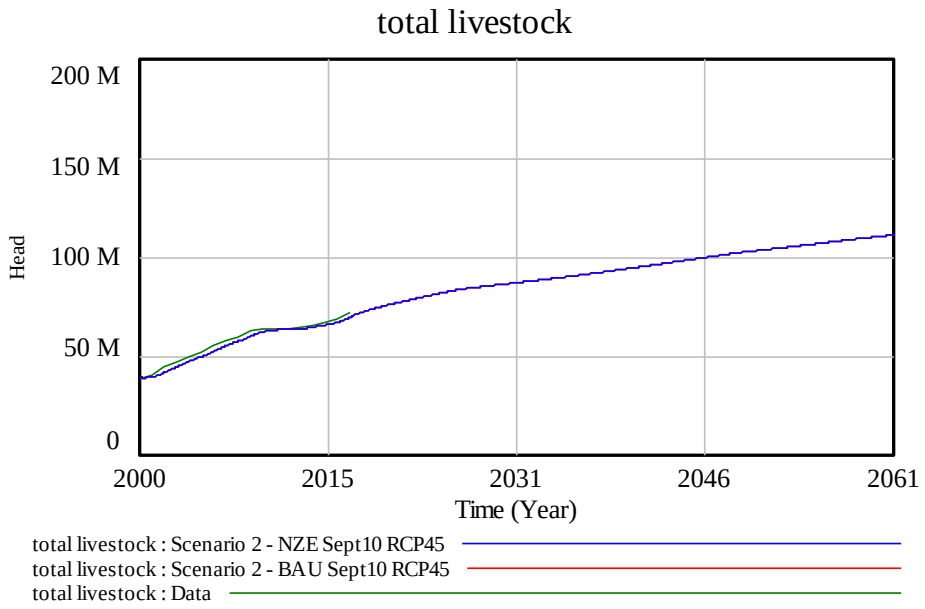
сценарийімен салыстырғанда 2060 жылға қарай жалпы ауыл шаруашылығы өнімінің 177,7%-ға (4-аймақ) және 79,5%-ға (1-аймақ) өсуін көрсетеді. Ауыл шаруашылығы өндірісінің ең жоғары абсолютті өсімі 2060 жылы 26,3 миллион тонна жылдық қосымша өніммен 1-аймаққа болжануда.

1.13-кесте – аймақтар бойынша жалпы ауыл шаруашылығы өнімі

ауыл шаруашылығы өндірісі	Өлшем бірлігі	2020	2025	2030	2040	2050	2060
1-аймақ							
NZE	млн т/жыл	21.7	25.6	27.9	35.7	46.3	59.5
NZE және BAU	%	0,2%	4,2%	12,4%	28,4%	51,8%	79,5%
BAU	млн т/жыл	21.6	24.5	24.8	27.8	30.5	33.1
2-аймақ							
NZE	млн т/жыл	5.9	7.8	8.5	11.4	15.4	19.8
NZE және BAU	%	0,3%	4,6%	12,8%	28,3%	53,9%	84,5%
BAU	млн т/жыл	5.9	7.4	7.5	8.9	10.0	10.7
3-аймақ							
NZE	млн т/жыл	0,7	0,8	1.0	1.4	2.0	2.6
NZE және BAU	%	0,3%	6,1%	15,3%	32,5%	68,1%	127,9%
BAU	млн т/жыл	0,7	0,8	0,8	1.0	1.2	1.2
4-аймақ							
NZE	млн т/жыл	1.9	2.2	2.5	2.8	3.7	4.6
NZE және BAU	%	0,3%	6,4%	17,8%	52,8%	95,5%	177,7%
BAU	млн т/жыл	1.9	2.1	2.1	1.8	1.9	1.7

1.2.4. Мал шаруашылығы

BAU және NZE сценарийлеріндегі мал басының динамикасы тарихи деректермен салыстырғанда 1.29-суретте көрсетілген. BAU және NZE сценарийлері 2020 және 2025 жылдар аралығында ет өндірісінің жоспарланған кеңеюіне сәйкес ірі қара мал саны екі есе өседі деп болжайды. Ірі қара малдан басқа, мал басының саны тарихи қарқынмен өседі деп болжанады және санын болжау үшін жалпы халық санына негізделген соңғы деректер элементі пайдаланылады. NZE сценарийінде нақты мал шаруашылығы саясаты қарастырылмағанын ескере отырып, NZE сценарийін BAU-мен салыстыру кезінде мал басының жалпы санына ешқандай әсер етпейді. Жалпы мал басы 2020 жылы 76,5 миллионнан 2050 жылы 110,83 миллионға дейін өседі деп болжануда.

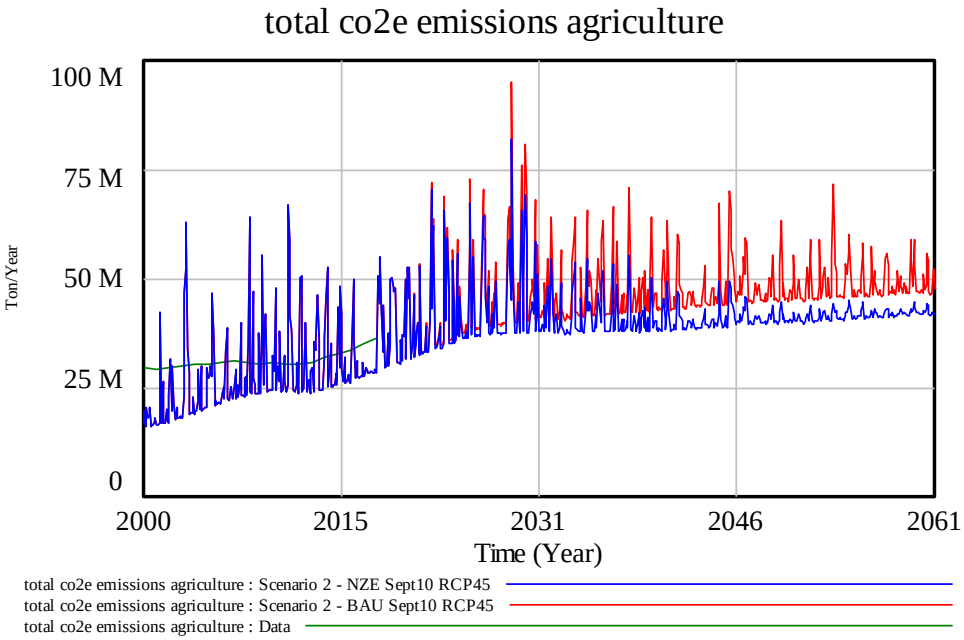


1.29-сурет – Мал басының жалпы саны – БАУ және НЗЕ сценарийлері

Ауыл шаруашылығындағы CO_2 эквивалентінің жалпы шығарындылары және ауыл шаруашылығы алқаптарының шығарындылары бойынша нәтижелер 1.30-суретте көрсетілген.

2020 және 2060 жылдар аралығында ауыл шаруашылығы секторынан шығатын жиынтық CO_2 эквивалентті шығарындылары BAU сценарийінде 1,93

миллиард тонна және NZE сценарийінде 1,7 миллиард тонна болады деп болжануда, NZE сценарийіндегі жинақталған шығарындылар NZE сценарийімен салыстырғанда 11,6%-ға төмен. БАУ-ға. Бұл төмен көміртекті игеру бойынша іс-шараларды іске асыру бастапқы көрсеткішпен салыстырғанда 223,6 млн тонна шығарындыларды болдырмауға немесе орташа жылдық 5,59 млн тоннаға қысқартуға ықпал ететінін көрсетеді.



1.30-сурет - Ауыл шаруашылығының жалпы CO_2 эквивалентті шығарындылары - BAU және NZE сценарийлері

Ел аймақтары бойынша ауыл шаруашылығындағы CO_2 эквивалентінің жалпы шығарындыларының болжамы таңдалған жылдарға арналған 1.14-кестеде жинақталған.Кесте 1.14 - Ел аймақтары бойынша ауыл шаруашылығындағы CO2 эквивалентінің жалпы шығарындылары - BAU және NZE сценарийі. Барлық аймақтар BAU сценарийіне қатысты 2020 және 2060 жылдар аралығында CO_2 эквивалентті шығарындыларының өнеркәсіптік төмендеуін көрсетеді. Ауыл шаруашылығынан CO_2 эквивалентті шығарындыларының болжамды төмендеуі 12,1%-дан (2-аймақ) 38,3%-ға (3-аймақ) дейін ауытқиды. Жұмыспен қамту сияқты, NZE сценарийіндегі ең үлкен абсолютті құлдырау 1-аймақта, 2060 жылға қарай шамамен 5,17 Mtpa

болжамды қысқаруымен, BAU-мен салыстырғанда, тиісінше, жылдық шығарындылардың 13,3%-ға төмендеуіне тең.

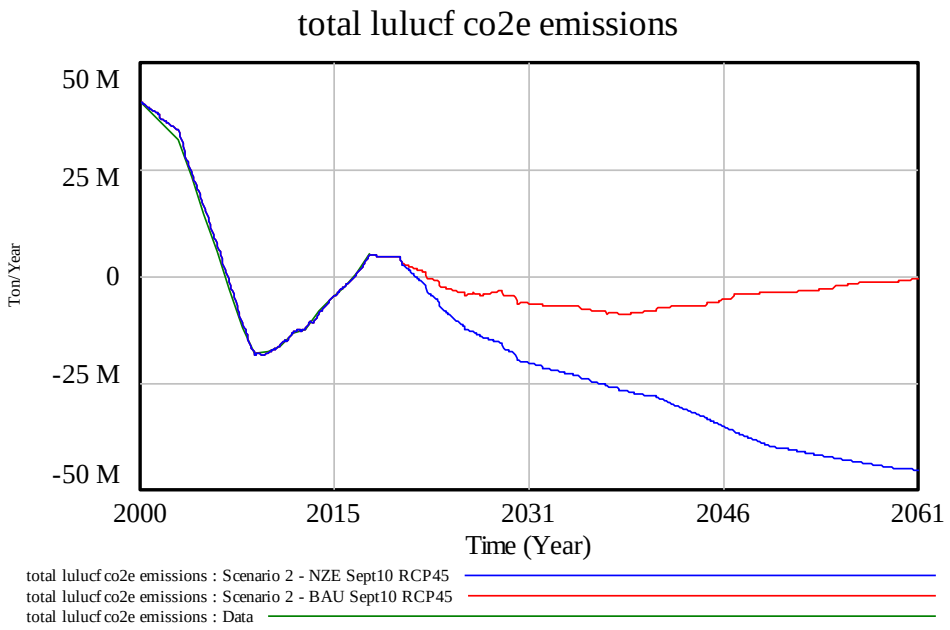
Кесте 1.14 - Ел аймақтары бойынша ауыл шаруашылығындағы CO_2 эквивалентінің жалпы шығарындылары - BAU және NZE сценарийі

Ауыл шаруашылығынан CO2 эквивалентті шығарындылары	Өлшем бірлігі	2020	2025	2030	2040	2050	2060
1-аймақ							
NZE	млн т/жыл	29.9	30.9	30.8	31.5	32.0	33.6
NZE және BAU	%	-0,3%	-4,3%	-7,6%	-13,1%	-12,2%	-13,3%
BAU	млн т/жыл	30,0	32.3	33.3	36.3	36.4	38.8
2-аймақ							
NZE	млн т/жыл	5.0	7.1	8.1	6.4	6.6	6.9
NZE және BAU	%	-0,3%	-5,3%	-12,3%	-12,7%	-12,9%	-12,1%
BAU	млн т/жыл	5.0	7.5	9.2	7.4	7.6	7.8
3-аймақ							
NZE	млн т/жыл	2.2	1.5	0,8	1.4	0,7	0.4
NZE және BAU	%	-0,3%	-10,2%	-18,9%	-40,8%	-58,3%	-38,3%
BAU	млн т/жыл	2.3	1.7	1.0	2.3	1.7	0,7
4-аймақ							
NZE	млн т/жыл	3.0	2.9	2.9	1.8	1.6	1.5
NZE және BAU	%	-0,3%	-8,2%	-16,8%	-20,6%	-28,2%	-18,9%
BAU	млн т/жыл	3.0	3.2	3.5	2.2	2.2	1.8

1.2.5. Шығарындылар: ЖЖОШӨ

Жалпы ЖЖОШӨ шығарындыларының динамикасы 1.31-суретте көрсетілген. Шығарындыларды қысқарту ауыл шаруашылығынан (тұрақты

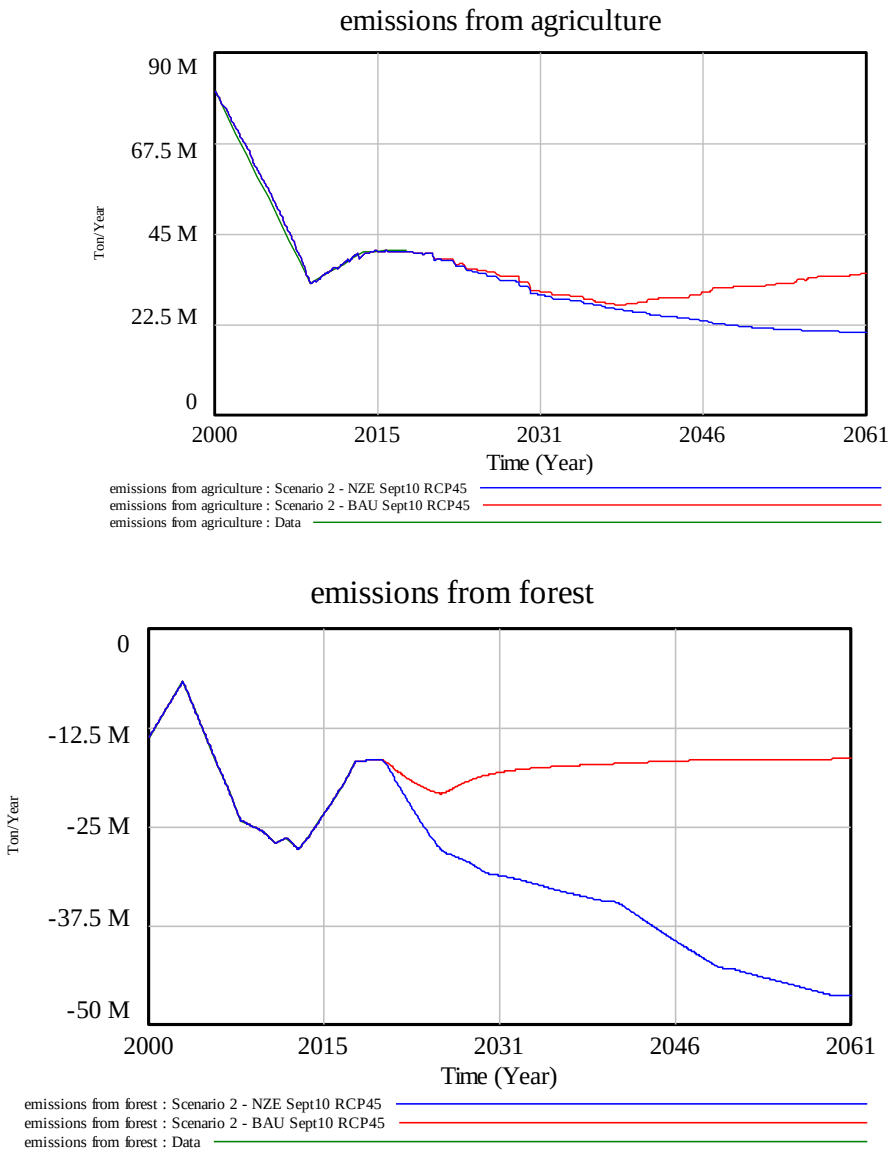
ауылшаруашылық тәжірибесі арқылы) және орман алқаптарынан (ормандарды молықтыру арқылы) шығарындылардың өзгеруіне байланысты. Жер секторы 2022 және 2024 жылдар аралығында таза раковинаға айналады деп болжануда. 2020 және 2060 жылдар аралығында BAU сценарийіндегі ЖЖОШӨ секторындағы жиынтық таза тұтыну 180,6 млн. NZE сценарийінде 2020 және 2060 жылдар аралығындағы жиынтық таза тұтыну 1 145,6 миллион тоннаны құрайды, бұл болжанған қосымша ормандарды молықтыру және онымен байланысты игеру есебінен жүзеге асырылады.



1.31-сурет - ЖЖОШӨ - BAU және NZE сценарийлеріндегі жалпы CO_2 эквивалентті шығарындылары

2020 және 2060 жылдар аралығындағы ауылшаруашылық алқаптарынан шығатын жиынтық CO_2 эквивалентті шығарындылары сәйкесінше 1,32 миллиард тоннаны (BAU сценарийі) және 1,1 миллиард тоннаны (NZE сценарийі) құрайды. Ауылшаруашылық жерлерінің шығарындыларының төмендеуі топырақтың саулығын қамтамасыз ету арқылы гектарына көміртекті сіңіруді сақтайтын немесе арттыратын органикалық ауыл шаруашылығын қабылдаумен байланысты. Орман алқаптарының қосымша секвестрленуі BAU сценарийінде де, NZE сценарийінде де 1,3 миллион гектар

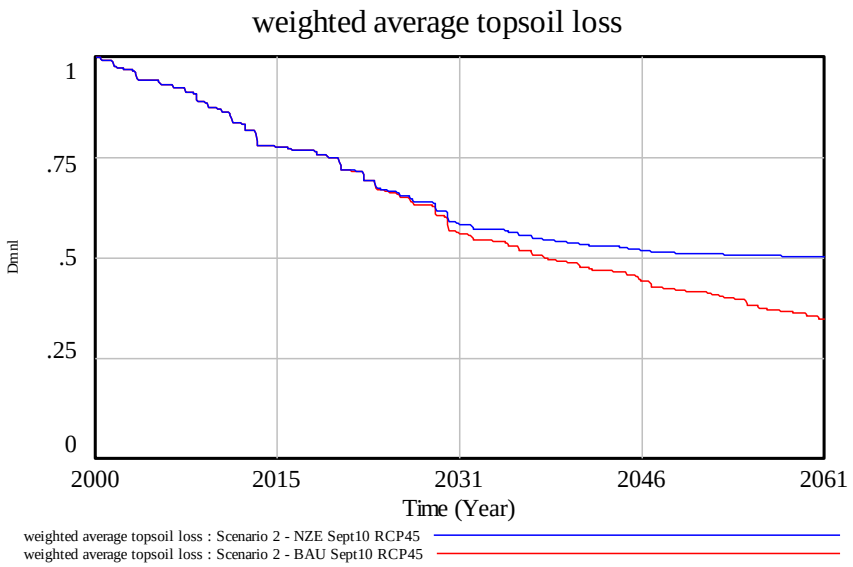
сексеуіл ормандарын қалпына келтіруге, сондай-ақ NZE сценарийінде қарастырылған қосымша ормандарды қалпына келтіруге байланысты. BAU және NZE сценарийлеріндегі ауылшаруашылық жерлері мен орман алқаптарының шығарындылары тарихи деректермен салыстырғанда 1.32-суретте көрсетілген.

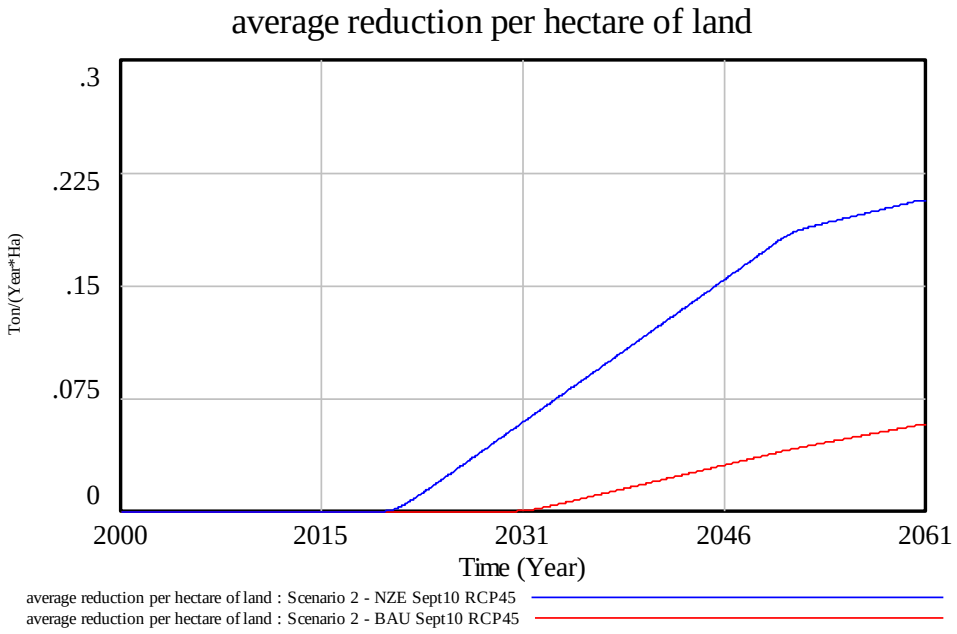


1.32-сурет - Ауылшаруашылық жерлерінен және орман алқаптарынан шығарындылар - BAU және LEDS сценарийлері

Ауыл шаруашылығы алқаптары үшін шығарындылар коэффициентінің өзгеруі топырақтың құнарлы қабатының жоғалуына (теріс әсер) және органикалық ауыл шаруашылығына (оң әсер) байланысты. Органикалық

егіншіліктен алынатын топырақтың орташа өлшенген жоғалуы және жалпы ауылшаруашылық алқаптарының бір гектарына орташа шығарындылардың азаюы болжамы 1.33-суретте көрсетілген. 1.33-сурет - Топырақтың үстіңгі қабатының орташа өлшенген жоғалуы және бір гектарға орташа шығарындыларды азайту - BAU және NZE сценарийлері. NZE сценарийінде топырақтың орташа өлшенген жоғалуы BAU сценарийіне қарағанда төмен және тұрақты ауылшаруашылық тәжірибелерін енгізу арқылы шамамен 2040/2045 жылдары тұрақтанады. Бұл топырақтың көміртекті секвестрлеу қабілетін сақтайды, сондықтан топырақтың деградациясы 2060 жылға дейін жалғасатын BAU сценарийімен салыстырғанда топырақ көміртегі секвестрінің азаюына әкеледі. Сонымен бірге органикалық ауыл шаруашылығын енгізу ауыл шаруашылығы алқаптарының бір гектарына шығарындылардың жалпы төмендеуін арттырады. Бір гектар жердің орташа қысқаруы органикалық жерден көміртегінің қосымша секвестрленуін ауыл шаруашылығы жерлерінің жалпы ауданына бөлу арқылы бағаланады.





1.33-сурет - Топырақтың үстіңгі қабатының орташа өлшенген жоғалуы және бір гектарға орташа шығарындыларды азайту - BAU және NZE сценарийлері

1.2.6. Декарбонизация сценарийі бойынша ауыл шаруашылығындағы шығындар мен пайданы талдау

2020-2060 жылдар аралығындағы BAU және NZE сценарийлерінің жиынтық жиынтық шығындары мен пайдасы 1.15-кестеде берілген. "NZE және BAU" бағанында көрсетілген құн айырмашылығы Таза нөлдік сценарийі мен BAU сценарийі арасындағы шығындар мен пайданың таза айырмашылығы болып табылады. Жалпы жиынтық шығындар тұрғысынан, NZE сценарийі негізінен органикалық ауыл шаруашылығын, суаруды және мал шаруашылығын басқаруды жақсартуды енгізу үшін 42,55 миллиард АҚШ доллары көлемінде инвестицияны талап етеді.

NZE сценарийінде болжанған тыңайтқыштар шығарындыларын және пайдалануды азайту NZE сценарийінде сәйкесінше 5,46 миллиард АҚШ доллары және 13,55 миллиард АҚШ доллары болатын TSC және химиялық

тыңайтқыш шығындарының жиынтық төмендеуіне ықпал етеді. Екі сценарийде де тұрақты ауыл шаруашылығы және жақсартылған суару климаттың өзгеруі әсерінен болатын шығындарды азайтуға көмектеседі. Бұл іс-шаралар жоғарыда сипатталғандай өсімдік шаруашылығындағы ысыраптарды азайтуға ықпал еткенімен, өндірістің ұлғаюы жалпы өндіріске қатысты шығындарды азайтуға қарамастан, 2020 және 2060 жылдар аралығында 4,67 миллиард доллар мөлшерінде қосымша таза шығынға әкеледі.

1.15-кестеде көрсетілген іс-шараларды жүзеге асырудан жинақталған қосымша пайда1.15-кесте - Ауыл шаруашылығына арналған шығындар-пайдаларды кешенді талдау - NZE және BAU сценарийі, 2020-2060 жылдар аралығындағы NZE сценарийінде 172,15 млрд АҚШ долларын құрайды. Атап айтқанда, өсімдік шаруашылығынан 168,5 миллиард доллар, қосымша еңбек табысынан 3,62 миллиард доллар түсті. Малдың өнімділігі барлық сценарийлерде бірдей болып қалатындықтан, BAU және NZE сценарийлерінің нәтижелері ешқандай айырмашылықты көрсетпейді.

1.15-кесте - Ауыл шаруашылығына арналған шығындар-пайдаларды кешенді талдау - NZE және BAU сценарийі

Ауыл шаруашылығындағы шығын-пайданы талдау 2020–2060	Өлшем бірлігі	BAU сценарийі	NZE сценарийі	NZE және BAU
Инвестициялар мен шығындар				
органикалық егіншілік	АҚШ долларын құрады	3 840	18 486	14 646
Инвестициялар	АҚШ долларын құрады	1007	3634	2627

O&M шығындары	АҚШ долларын құрады	2833	14 852	12 019
Суару	АҚШ долларын құрады	2516	5052	2536
Инвестициялар	АҚШ долларын құрады	649	1490	842
O&M шығындары	АҚШ долларын құрады	1 867	3 562	1 695
ормандарды қалпына келтіру	АҚШ долларын құрады	1949	1949	0
Мал шаруашылығының шығарындыларын азайту	АҚШ долларын құрады	5 656	16 550	10 894
Қосымша ормандарды молықтыру мақсатындағы шығындар	АҚШ долларын құрады	0	515	515
(1) Жалпы инвестиция және шығындар	АҚШ долларын құрады	13 960	42 552	28 592
Жүйелік шығындар				
Көміртектің әлеуметтік құны	АҚШ долларын құрады	55 523	50 059	-5 464
бейорганикалық тыңайтқыш	АҚШ долларын құрады	18 876	5 327	-13 548
Өсімдік шаруашылығының қосымша құнын жоғалтты	АҚШ долларын құрады	133 269	137 940	4671

Жоғалған қосымша құны бар мал шаруашылығы өнімдері	АҚШ долларын құрады	348	348	0
(2) Жүйенің жалпы шығындары	АҚШ долларын құрады	208 016	193 675	-14 341
Қосымша артықшылықтар				
Қосылған құны бар өсімдік шаруашылығы өнімдерін өндіру	АҚШ долларын құрады	341 942	510 472	168 529
Қосымша құн қосылған мал шаруашылығы өнімдерін өндіру	АҚШ долларын құрады	206 776	206 776	0
Ауыл шаруашылығындағы еңбек табысы	АҚШ долларын құрады	81 094	84 712	3 618
(3) Жалпы қосымша жеңілдіктер	АҚШ долларын құрады	629 812	801 959	172 147
(3) - (2) - (1) Таза интеграцияланған пайда	АҚШ долларын құрады	407 836	565 732	157 897

2. Көлік секторы

Көлік секторының моделі бүкіл көлік жүйесі үшін де, әрбір көлік құралы үшін де, автомобиль және автобус көлігінің көрсеткіштері туралы ақпарат береді. Оған күрделі және пайдалану шығындары және жеке және қоғамдық көліктерге техникалық қызмет көрсету шығындары, сондай-ақ кептелістерге, апаттарға, денсаулыққа әсерге байланысты сыртқы факторлар кіреді. Олар ұлттық деңгейде және бұрын ұсынылған төрт географиялық аймақ үшін әртүрлі көлік түрлеріне арналған.

Кесте 2.1 - көлік секторы үшін пайдаланылатын төменгі индекстер

Төменгі индекс	Қарастырылып отырған технологиялар
Көлік құралының түрі	• Бензинмен жүретін көліктер • Дизельді көліктер • Сұйытылған газбен жүретін көліктер • Электромобильдер • Гибридті автомобильдер • Bio E85 Көліктері
Көлік құралының жасы	• 10 жылдан астам • 10 жылдан кем
Автобустармен тасымалдау	• Бензинге арналған автобустар • Дизельді автобустар • Табиғи газ автобустары • Электр автобустары • Сұйытылған газбен жүретін автобустар • Биодизель отыны бар автобустар
Атмосфераға шығарындылар	• $pm_{2.5}$ • pm_{10} • NOx

2.19-суретте көлік секторының себеп-салдарлық байланыстарының схемасы көрсетілген.

Көлік секторындағы негізгі бағыт-бұл алдын-алу, өзгерту және жақсарту мүмкіндігі, бұл жеке көлік құралдарының қорын көбейтуді, сонымен бірге оларды пайдалануды азайтуды, әсіресе қалалық жерлерде, ұтқырлық пен денсаулық үшін синергияны құруды білдіреді.

Қалалық жерлерде пайдаланылатын көлік құралдарының саны бірінші кезекте (i) ұтқырлыққа қажеттілікке (халық саны мен экономикалық өсуге, сондай-ақ бақыланбайтын урбандалуға әсер ететін), (ii) жеке көлік құралдарының бағалық қолжетімділігіне (кірістерге, жаңа және пайдаланылған көлік құралдарының құнына, қаржыландыру мөлшерлемелеріне және көлік құралдарының бағаларына байланысты) байланысты. және (iii) қоғамдық көліктің қолжетімділігі мен сапасына бақылауды жүзеге асырады.

Қазіргі уақытта көлік секторында жеке көлік құралдары басым, олардың көпшілігі ескірген (Шығарылған жылы), ең алдымен арзан импортталатын автомобильдердің қол жетімділігіне байланысты. Көлік құралдарының және ескірген автомобильдердің көп саны келесіге әкеледі:

- Көптеген тиімсіз көліктердің болуымен (энергия тиімділігі төмен болғандықтан, климатқа байланысты, суық ауа-райында ескі көлік құралдарының қозғалтқышын жылыту үшін көп уақыт қажет), сондай-ақ кептелістер (ескірген көліктер іске қосу/тоқтату жүйелерімен жабдықталмаған), нәтижесінде атмосфераға шығарындылар пайда болады, ауаның ластануы және денсаулық сақтау шығындары (тікелей, азаматтар үшін, сонымен қатар жанама, компаниялар мен салалар үшін).
- Жазатайым оқиғаларға әкелетін кептелістер механикалық бұзылуларға бейім ескірген көліктерге, демек, Денсаулық сақтау мен инфрақұрылым шығындарына, сонымен қатар отбасылар мен бизнес үшін уақытты жоғалтуға және жоғалған пайдаға байланысты.

Мұндай проблемаларды түсіну өсіп, екі негізгі үрдісті анықтайды:

- Экономика үшін жағымсыз салдардың алдын алу үшін көлік құралдарын әкелуге қолжетімділік оңайлатылады (бұл қажетсіз күшейту

циклын тудырады). Бұл елде қол жетімді, бірақ ескірген көлік құралдарының пайда болуына әкеледі, бұл жолдардың жүктемесі мен энергияны тұтынуға, атмосфераға шығарындылар мен денсаулық сақтау шығындарына теріс әсер етеді.

- Экономикаға теріс әсерлерге қарсы тұру үшін энергия тасығыштарға арналған бағаларға тұтынушылық субсидиялар беріледі (екінші қажетсіз күшейту циклін құра отырып). Бұл ескірген көліктердің қол жетімділігін арттырады, өйткені мұндай көліктердің энергияны көп тұтынуы үй шаруашылықтары мен кәсіпорындар үшін электр энергиясының айтарлықтай өсуіне әкелмейді. Бұл жоғарыда айтылған жанама әсерлердің пайда болуына әкеледі.

Бұрын жасалған қатал шеңберді бұзу үшін жаңа шешімдер қажет.

Көлік құралдарының отын тиімділігін арттыру үшін неғұрлым тиімді көлік құралдарын әкелуді ынталандыру үшін (ескірген автомобильдерге тыйым салумен немесе жаңаларын сатып алуға ынталандырумен) отын сапасының нормативтік стандарттарын енгізуге болады.

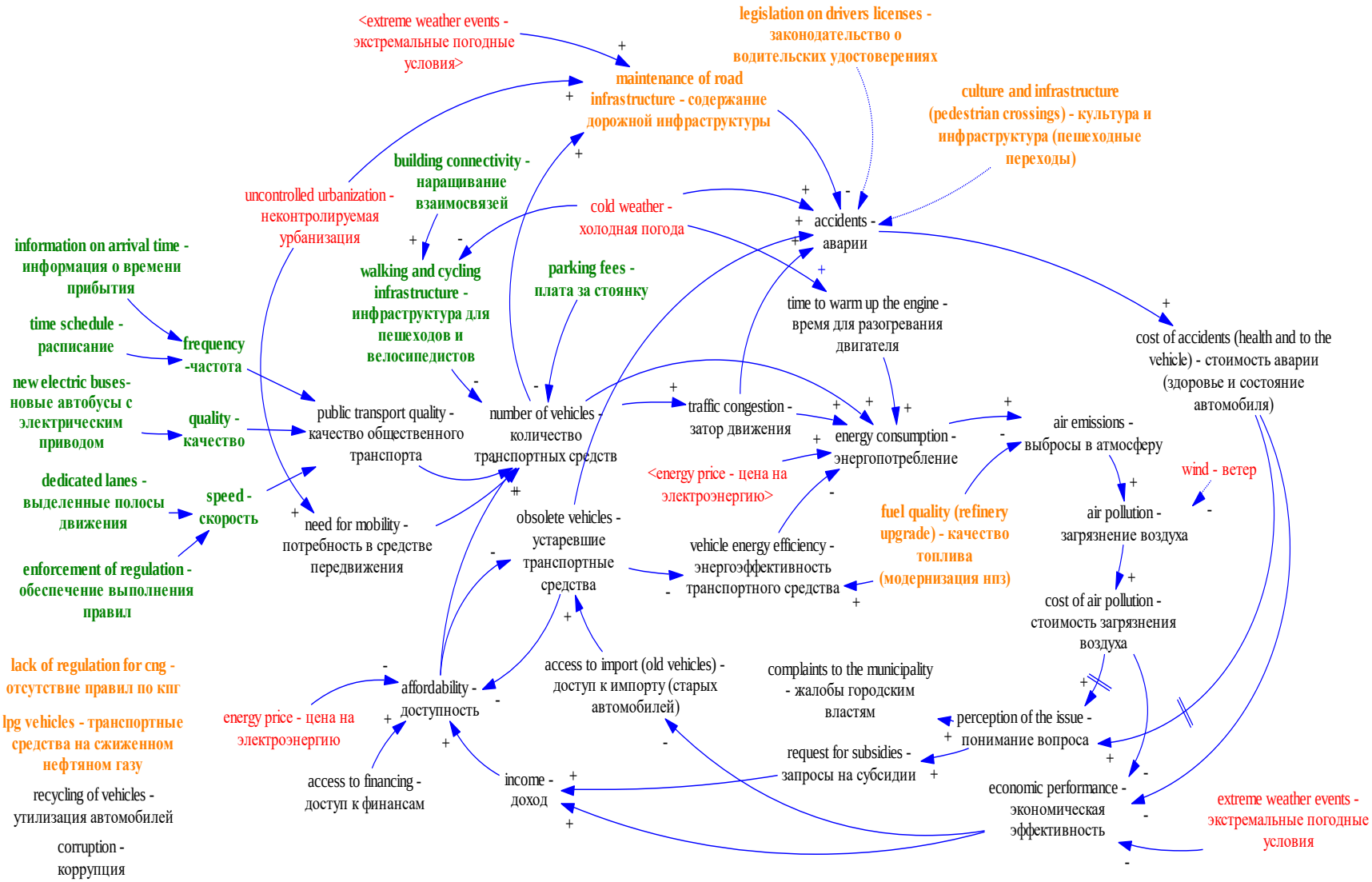
Көлік құралдарын пайдалануды азайту үшін қалалық жерлерде тұрақ ақысын енгізу қажет. Бұл қоғамдық көлікті пайдалану арқылы синергияны тудырады.

Екі мақсатқа жету үшін қоғамдық көліктің сапасын жақсарту және жаяу және велосипедпен жүру инфрақұрылымын кеңейту қажет. Бұл шаралар бір уақытта автомобильдер мен энергияны пайдалануды азайтуға, ауа сапасын жақсартуға және физикалық белсенділікті ынталандыруға мүмкіндік береді. Қоғамдық көлікке инвестициялардың бағыттары:

- Жүйелілік (мысалы, қозғалыс кестесін жетілдіру, сондай-ақ келу уақыты туралы жедел ақпарат беру сияқты оның ашықтығын арттыру);
- Жаңа электр автобустарын енгізу сияқты сапа (немесе қозғалтқыштарды жаңарту немесе модификациялаудың орнына паркті жаңарту);

- Қозғалыс жылдамдығы, мысалы, тек автобустар мен мүмкін таксилерге арналған арнайы жолақтардың арқасында.

Қоғамдық көлікке және/немесе неғұрлым тиімді көлік құралдарына көшу үшін негізгі кедергі бағалық қолжетімділік болып табылады. Жеке көлік құралын иелену, оның ішінде ауа-райы жағдайларын ескере отырып, тиімдірек және ыңғайлы деген пікір кең таралған. Екінші жағынан, мұндай меншіктің жалпы шығындары жеке көліктің әлеуметтік шығындарымен бірге қалаларда қоғамдық көлікті дамыту мен танымал ету пайдасына экономикалық дәлел бола алады.



Сурет 2.1 - Себеп-салдарлық байланыс схемасы / көлік секторының жүйелік картасы

2.1. Әдіснама

Деректерді импорттау GET XLS data функциясы арқылы жүзеге асырылды, соның арқасында Vensim Excel кестесіндегі деректерді оқиды. Келесі теңдеу 10 жастан асқан бензинмен автомобильдерді әкелу үшін тұжырымдалған.

TIMES - көлік құралдарының саны [10 жылдан астам, бензин] = GET XLS DATA('KAZ_TIMES_data import.xlsx' , 'Transport' , 'B1' , 'B66')

Дәл осындай операция көлік құралдарының барлық түрлері мен жастары үшін индекстерді қолдана отырып, жеке импорт теңдеуін анықтау арқылы жүзеге асырылады. Онда деректер импортталатын электрондық кесте, сәйкес деректерді тізімдейтін Парақ, "уақыт" жолы, яғни B1 және импортталатын уақыт қатарының бірінші ұяшығы бар. Get XLS data функцияларын пайдалану DM моделінің параметрлерін TIMES нәтижелерімен толық үйлестіруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл тәсіл көптеген әртүрлі параметрлерге әсер ететін бірдей модельдермен бірнеше итерацияларды орындау үшін пайдалы. Жоғарыда келтірілген тәсіл жоғарыда келтірілген барлық айнымалылар үшін қолданылады.

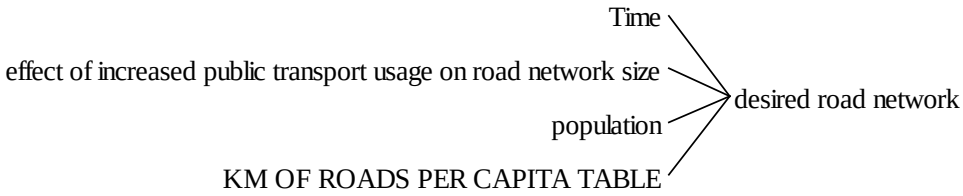
Жол желісі

Модельдегі жол желісінің модулі салынып жатқан жолдардың қорларын және жұмыс істеп тұрған жолдардың жалпы ұзындығын километрмен қамтиды. Салынып жатқан жолдардың қоры қажетті және нақты мөлшерге сүйене отырып, белгілі бір жылы салынған жолдардың санын көрсетеді. Жол желісінің қажетті мөлшері азайғанға дейін жол желісінің ағымдағы өлшемін сақтауды қамтамасыз ету үшін жол құрылысының ағынына жолдың бұзылуы, жыл сайынғы жөндеуді қажет ететін жолдардың амортизациясы қосылады.

қажетті жол құрылысы =

MAX (0, қажетті жол желісі-жолдардың жалпы ұзындығы км + жолдарды бұзу)

Қажетті жол желісін есептеуге арналған айнымалылар төмендегі суретте көрсетілген.



Сурет 2.2 -қалаған жол желісінің себеп-салдарлық ағашы

Қажетті жол желісі халық санының және километраждың өсуіне (оң) және қоғамдық көлікті пайдалануға (теріс) байланысты деп болжанады.

қажетті жол желісі =

*халық * жан басына шаққандағы жол КМ кестесі (Time) * қоғамдық көлікті пайдаланудың өсуінің жол желісінің көлеміне әсері*

Қоғамдық көлікті пайдалануды кеңейтудің жол желісіне әсері жол желісін кеңейтуге (төмендетілген) қажеттілікке қатысты қоғамдық көлікті пайдаланудан кері байланыс жасайды. Егер қоғамдық көлікті пайдалану өссе, модель қажетті жол желісінің қысқаруын ынталандырады. Қалалық аймақтардағы жолдардың үлесі (қалаларда тұратын адамдардың санына пропорционалды деп есептеледі) тек қалаларда жол желісінің қысқаруын қамтамасыз етеді деп есептеледі. Қоғамдық көлікті пайдаланудың өсуінің жол желісіне әсері туралы теңдеу төменде келтірілген.

қоғамдық көлікті пайдалануды арттырудың жол желісінің көлеміне әсері =

*"жеке көліктердің салыстырмалы нақты километражы" ^ жол желісінің автомобиль трафигіне икемділігі * қалалық аймақтарда тұратын халықтың үлесі кестесі (Time) + (1-қалалық аймақтарда тұратын халық фракциясының кестесі (Time))*

Жол құрылысы, салынып жатқан жолдар қорына ағын қажетті жол құрылысы негізінде есептеледі.

жол құрылысының басталуы =

MAX (0, қалаған жол құрылысы/жол салу уақыты)

MAX функциясы бұл ағынның теріс мәндерді қабылдамауы үшін қолданылады, бұл жол желісінің көлемін азайтуға тең болар еді, бұл тек тозу/есептен шығару салдарынан болуы мүмкін.

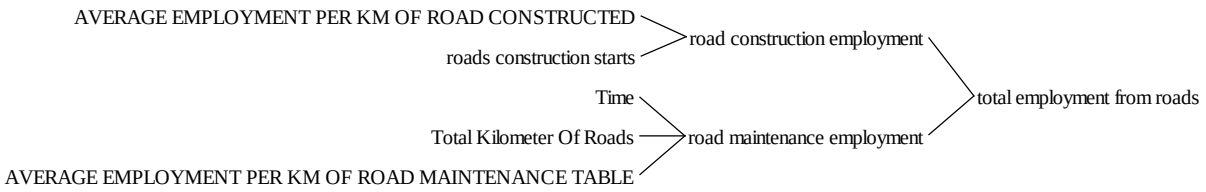
Модельдегі жолдың орташа қызмет ету мерзімі климаттың өзгеруінің әсеріне және қозғалыс тығыздығына байланысты тозудың жоғарылауына байланысты.

жолдардың орташа қызмет ету мерзімі =

Жолдың бастапқы қызмет ету мерзімі / климаттың техникалық қызмет көрсетуге әсері / жол тығыздығының жолдың қызмет ету мерзіміне әсері

Жол желісін пайдалану және техникалық қызмет көрсету құны жолдың ағымдағы ұзындығы километрмен негізге алына отырып есептеледі. Оның орнына құрылыс құны жол құрылысының ағынын пайдаланады (яғни берілген жылдағы құрылыс сомасы).

Жол құрылысы мен техникалық қызмет көрсетудегі жұмыспен қамту күрделі шығындарды, сондай-ақ жолдарды пайдалану және техникалық қызмет көрсету шығындарын есептеу кезінде қолданылатын тәсілмен есептеледі. 2.3-сурет жол секторындағы жалпы жұмыспен қамтуды есептеудің негізінде жатқан айнымалылар жалпыланған себеп-салдарлық байланыстар ағашын білдіреді.



Сурет 2.3 - жол құрылысы мен қызмет көрсетудегі жұмыспен қамтудың себеп-салдарлық ағашы

Жолдармен байланысты еңбек кірісі жолдардағы жалпы жұмыспен қамтуды жолдарды салудан, пайдаланудан және техникалық қызмет көрсетуден түскен орташа еңбек кірісіне көбейту арқылы есептеледі.

жол секторындағы жұмыспен қамтудан түскен еңбек табысы =

*жол секторындағы жалпы жұмыспен қамту * жол секторындағы орташа еңбек кірістерінің кестесі (Time)*

Климаттың өзгеруінің жол желісіне әсері

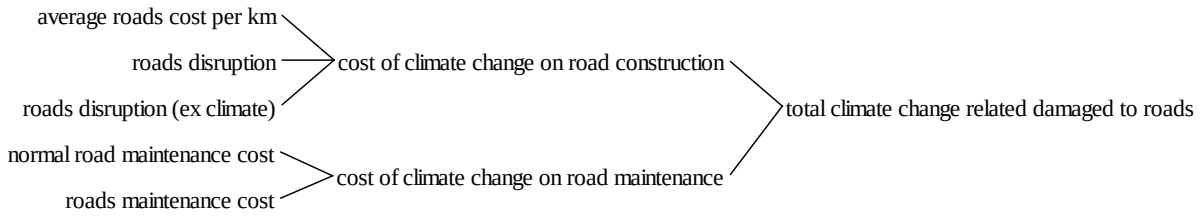
Жолдың орташа қызмет ету мерзіміне арналған теңдеудің құжаттамасында айтылғандай, модель климаттың өзгеруінің жол желісіне әсерін модельдейді. Жол секторындағы климаттың өзгеруінің әсерін есептеу салыстырмалы жылдық температура мен икемділікке негізделген.

климаттың техникалық қызмет көрсетуге әсері =

MAX (салыстырмалы жылдық температура, 1) ^ Сыртқы температураға жолдарға техникалық қызмет көрсету икемділігі

Бұл теңдеудегі MAX функциясы жылу жүктемесінің жол желісіне әсерін есепке алу үшін қолданылады. Егер орташа жылдық температураға бөлінген айлық температура ретінде есептелген салыстырмалы жылдық температура бірліктен төмен түссе, ешқандай салдары ескерілмейді.

Климаттың өзгеруінің жол желісіне әсеріне байланысты шығындар климаттың өзгеруінің салдарын есепке алмай, жол желісінің шығындарын климаттың өзгеруінің салдарымен жол шығындарымен салыстыру арқылы есептеледі. 2.4-суреттегі себеп-салдарлық байланыстар ағашы климаттың өзгеруіне байланысты жол желісінің зақымдануын есептеу үшін қолданылатын айнымалыларды көрсетеді.



Сурет 2.4 - климаттың өзгеруіне байланысты жолдардың зақымдануының себеп-салдарлық байланысы ағашы

Төмендегі теңдеу жол салу кезінде климаттың өзгеру шығындары қалай есептелетінін көрсетеді. Алдымен климаттың өзгеруіне әсер еткен км-дегі жолдардың ұзындығы бағаланады, содан кейін ол бір шақырымға жолға техникалық қызмет көрсетудің орташа құнына көбейтіледі.

жол салу кезіндегі климаттың өзгеру құны =

*(жолдарды бұзу - " жолдарды бұзу (климатты есепке алмағанда)") * бір километрдегі жолдардың орташа құны*

Жеке көлік құралдары

Жеке көлік құралдарының саны "көлік құралдарының саны" қоры түрінде ұсынылған. Бұл қор үшін көлік құралының түрінің және көлік құралының жасының төменгі индексі қолданылады, отын түрі мен көлік құралының жасына қарай бөлу бақыланады. Көлік құралдарының қорына көлік құралдарының санының өзгеруі (ағын) және көлік құралдарының тозуы (ағын) әсер етеді. Көлік құралдарының санын өзгерту теңдеуі төменде сипатталған.

көлік құралдарының қорының өзгеруі [көлік түрі,көлік құралының жасы] =

IF then ELSE (көлік құралының түрі мен жасы бойынша көрсетілген құралдар [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] > көлік құралдарының саны [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі], (көлік құралының түрі мен жасы бойынша көрсетілген құралдар[көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] - көлік

құралдарының саны[көлік құралының жасы көлік құралының түрі]) / автокөлік сатып алу уақыты + көлік құралын ауыстыру[көлік құралының жасы, көлік құралының түрі], 0)

If then else функциясы көлік құралдарының жеткізілім формуласы теріс мәндерге әкелмеуін қамтамасыз ету үшін қолданылады. Демек, көлік құралдарының азаюы уақыт өте келе саябақтың тозуына байланысты болады деп болжануда. Ауыстыру коэффициенті көлік құралдарының қоры өзгерген кезде ескеріледі әзірге аталған көлік құралдарының саны көлік құралдарының ағымдағы санынан асып түседі.

Көлік құралдарының жүріп өткен километражы (көлік құралы-км) көлік құралдарының санын көлік құралының түрі бойынша орташа жылдық километрге көбейту жолымен есептеледі.

"жеке автокөліктің көрсетілген километражы" [көлік құралының жасы,көлік құралының түрі,] =

*IF then ELSE (Times = 1 интеграциясын таңдау операторы, "TIMES-жеке автокөліктің километражы" [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі], көлік құралдарының ағымдағы саны [көлік құралының жасы,көлік құралының түрі] * көлік құралының түрі бойынша орташа километраж [автомобиль түрі])*

If then else функциясы электрондық кестеден импортталған times параметрін немесе модельдің ішкі формуласын пайдалануға мүмкіндік береді. Егер times интеграциясын таңдау операторы белсенді болса ("1" операторының мәні), айнымалы Times нәтижелерімен Excel электрондық кестесінен көрсетілген көлік құралының километрін пайдаланады. Егер оператор белсенді емес болса ("0" мәні), модель көлік құралдарының санын бір көлік жүріп өткен километрдің орташа санына көбейту арқылы көлік құралының жүріп өткен километрін есептейді. Жылына автомобильмен жүру саны жүріп өткен километрлердің жалпы санын автомобильмен бір сапардың орташа қашықтығына бөлу арқылы алынады. Бұл тұжырым жеке көлікпен жүруден қоғамдық көлікке көшудің салдарын бағалау үшін жасалған. "Жеке көлік құралының нақты километражы" айнымалысы қоғамдық көлік саясатын

іске қосу арқылы болдырмауға болатын километрге түзетілген көлік құралдарының нақты километрін есептейді..

"жеке көліктердің нақты километражы" [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] =

*(жылына сапарлар саны [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] - қоғамдық көлікке тасымалданатын сапарлар [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі]) * автокөлікпен бір сапардың орташа қашықтығы*

Қоғамдық көлік

Модельдегі қоғамдық көлік моделі автобус көлігін қамтиды және автобустардың алты түрін көрсетеді (2.1-кестені қараңыз). Автобус паркінің мөлшері автобустарды сатып алуға (келуге) және автобустарды есептен шығаруға (кетуге) байланысты өзгеретін запастағы автобустардың санымен анықталады. Автобустарды сатып алу теңдеуі төменде сипатталған.

автобустарды сатып алу [көлік] =

IF then ELSE (автобустардың түрлері бойынша қажетті саны [автобус көлігі] > автобустардың саны [автобус көлігі], (автобустардың түрлері бойынша қажетті саны[автобус көлігі] - автобустардың саны [автобус көлігі]) / автобустарды сатып алу уақыты + автобустарды ауыстыру коэффициенті[автобус көлігі], 0)

Көлік құралдарының санын өзгерту үшін қолданылатын формуладағыдай, if then else функциясы автобустар ағынының теріс мәндерді қабылдамауын қамтамасыз етеді. Автобустарды сатып алу кезінде ауыстыру коэффициенті ескеріледі әзірге автобустардың қажетті саны автобустардың ағымдағы санынан асып түседі.

Автобустардың километрі автобустардың санын жылына орташа километр мультипликаторына көбейту арқылы есептеледі.

"автобус километрі" [автобус көлігі] =

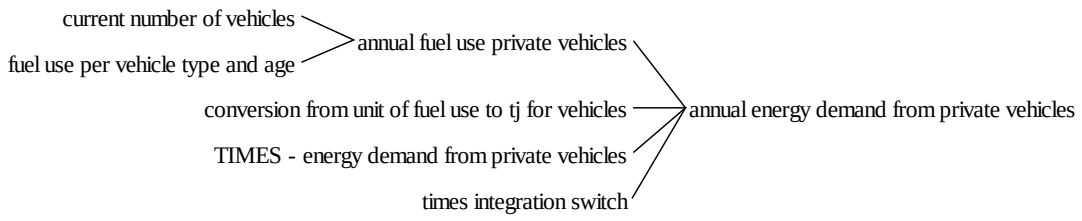
*IF then ELSE (times интеграциясын таңдау операторы=1, "times-автобус көлігінің километражы" [автобус көлігі], автобустардың ағымдағы саны [автобус көлігі] * if then ELSE (Time > 2020 (2019 жылға дейінгі автобустардың орташа жылдық километражы [көлік]*(2020 жылғы автобустардың саны[автобус көлігі] / автобустардың ағымдағы саны[автобус көлігі])) + (2020 жылдан кейінгі автобустардың орташа жылдық километражы [автобус көлігі] * (автобустардың ағымдағы саны[автобус көлігі] - 2020 жылғы автобустар саны [автобус көлігі]) / автобустардың ағымдағы саны [автобус көлігі]), (2019 жылға дейінгі автобустардың орташа жылдық километражы [автобус көлігі])))*

If then else функциясы жоғарыда сипатталғандай Excel кестесін пайдаланып times нәтижелерін біріктіру үшін қолданылады. Егер times интеграциясын таңдау операторы белсенді болса ("1" операторының мәні), Vensim times нәтижелерімен электрондық кестеден автобус шақырымын импорттайды. Егер оператор белсенді емес болса (коммутатордың мәні "0"), модель автобус түрі бойынша автобустардың санын автобус түрі бойынша орташа километрге көбейту арқылы автобустың километрін есептейді. Формула 2020 жылға дейін және 2020 жылдан кейін автобустардың орташа өлшенген километрін есептейді. Орташа өлшенген мән сәйкесінше 2020 жылға дейін және 2020 жылдан кейін көлік құралдарының тиісті километрін автобустардың үлесіне көбейту арқылы есептеледі. Бұл формула жаңа автобустардың жүру бағыты ескі автобустардан өзгеше болған жағдайда қолданылады.

Көлік секторындағы энергияға сұраныс

Жеке автокөліктердің энергия шығыны көлік құралдарының санын жылына бір автомобильге отын шығынына, содан кейін километрге энергия шығынын көбейту арқылы есептеледі (көлік құралының түрі мен жасын ескере отырып). 2.5-суретте жеке көліктердің жылдық энергия шығынын есептеу үшін қолданылатын айнымалылар көрсетілген. Себеп-салдар ағашы Times интеграциясын таңдау операторын және Excel бағдарламасынан times

нәтижелерін импорттау үшін енгізілген "times – жеке көлік құралдарының энергия шығыны" айнымалысын көрсетеді. If then else функциясы times нәтижелерінің импортталатынын немесе эндогендік формула қолданылатынын анықтау үшін қолданылады.



Сурет 2.5 - жеке көлік құралдарының жыл сайынғы энергия тұтынуының себеп-салдарлық ағашы

Жылдық отын шығыны автомобильдің түрі мен жасына және 1 км жүріске отын шығынына байланысты көлік құралының км-дегі жалпы жүрісіне байланысты. Жылдық отын шығынын есептеу теңдеуінде ішкі жану қозғалтқыштары мен электромобильдер ерекшеленеді. Ішкі жану қозғалтқыштары бар көліктерге арналған теңдеу келесідей:

автокөліктің Түрі мен жасына байланысты жанармай тұтыну [көліктің жасы,электромобильдерден басқасының бәрі] =

*Көлік түрі бойынша орташа километр [электромобильдерден басқасының барлығы] * төменгі индекс автомобиль жасының мультипликаторы [автомобиль жасы]*көлік құралының түрі бойынша бір километрге отын тұтыну [электромобильдерден басқасының бәрі] * көлік құралының жасына қолданылатын отын тұтыну мультипликаторы [автомобиль жасы]*

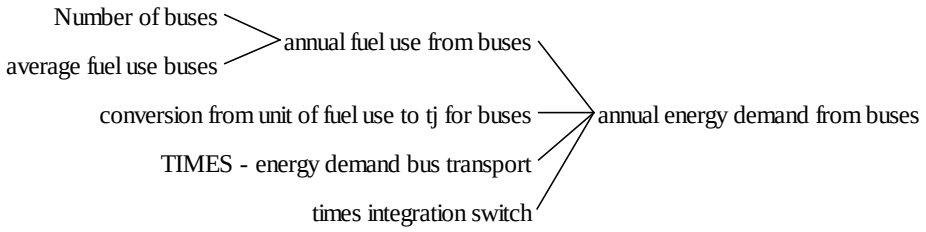
Бір электромобиль көлігіне орташа отын шығынының теңдеуі келесідей:

көлік құралының түрі мен жасы бойынша отын шығыны [көлік құралының жасы, ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ] =

*Көлік түрі бойынша орташа КИЛОМЕТРАЖ [ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ] * электромобильдердің электр энергиясын тұтынуы [ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ] * төменгі*

*индекс көлік құралының жас мультипликаторы [көлік құралының жасы] * көлік құралының жасына қолданылатын отын тұтыну коэффициенті [көлік құралының жасы]*

Дәл осындай тәсіл 2.6-суретте көрсетілгендей автобустардан энергияға жылдық сұранысты есептеу үшін қолданылады.



Сурет 2.6 - автобустардан энергияға жылдық сұраныстың себеп-салдарлық ағашы

Автобус түрі бойынша отын шығынының теңдеуі автобустардың санына (түрі бойынша) және автобусқа сәйкес келетін орташа отын шығынына негізделген.

[автобус көлігі] типі бойынша автобусқа отын шығыны =

*Автобустардың саны [автобус көлігі] * автобустарға орташа отын шығыны [автобус көлігі]*

Көлік шығарындылары және ауаны ластаушы заттар

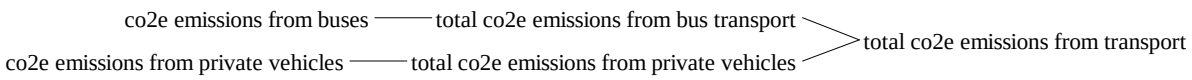
Көлік секторындағы CO2 эквивалентінің шығарындылары жеке көліктер мен автобустардың жылдық отын шығынын тұтынылатын отынның ТДж орташа шығарындыларына көбейту арқылы есептеледі. Мысал ретінде жеке көліктердің CO2 эквивалентінің айнымалы шығарындылары келтірілген.

жеке көліктен CO2 эквивалентінің шығарындылары [көлік құралының жасы,көлік құралының түрі] =

IF then ELSE (times интеграциясын таңдау операторы=1, жеке көліктерден энергияға жылдық сұраныс[көлік құралының жасы, көлік құралының түрі,] "TIMES-*

*отын түрі бойынша шығарындылардың орташа коэффициенті"[автомобиль түрі], жеке көліктерден энергияға жылдық сұраныс[көлік құралының жасы, көлік түрі құралдар] * отын түрі бойынша шығарындылардың орташа коэффициенті [көлік түрі])*

If then else функциясы times нәтижелері бар электрондық кестеден көлік құралдарына қатысты CO2 эквивалентінің шығарындыларын импорттауға мүмкіндік береді. Егер times интеграциясын таңдау операторы оператордың белсенді екенін көрсететін "1" мәніне ие болса, Vensim Excel электрондық кестесінен times болжамына сәйкес жеке көліктерден CO2 эквивалентінің шығарындыларын импорттайды. Егер оператор белсенді емес болса (оператордың мәні "0"), көлік құралдарымен байланысты CO2 эквивалентінің шығарындылары көлік құралдарының отын түрі бойынша жылдық энергия шығынын қарастырылып отырған отынның әрқайсысы үшін тиісті шығарындылар коэффициентіне көбейту арқылы есептеледі. Себеп - салдарлық ағаш 2.7-суретте көліктен CO2 эквивалентінің жалпы шығарындыларын есептеу үшін қолданылатын айнымалылар көрсетілген.



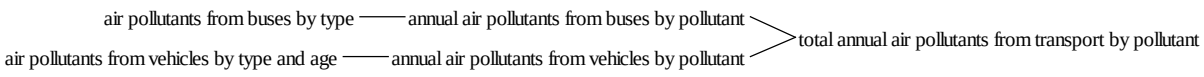
Сурет 2.7 - CO2 эквивалентінің жиынтық шығарындыларының себеп-салдарлық ағашы, көлік секторы

Жеке көліктерден CO2 эквивалентінің және автобустардан CO2 эквивалентінің шығарындыларының айнымалылары көлік құралдары мен автобустардың түрлері бойынша бөлініс жыл сайынғы шығарындылар туралы ақпарат береді. Жеке көліктер мен автобус көліктерінен CO2 эквивалентінің жалпы шығарындыларына sum функциясы қолданылады, ол модельде қолданылатын барлық төменгі индекстер бойынша шығарындылардың жалпы санын жинақтайды, бұл көлік жүйесі деңгейінде (Ұлттық) CO2 эквивалентінің жалпы шығарындыларын береді. Автобус көлігінен CO2 эквивалентінің жалпы шығарындыларының теңдеуі келесідей:

автобус көлігінен CO2 эквивалентінің жалпы шығарындылары =

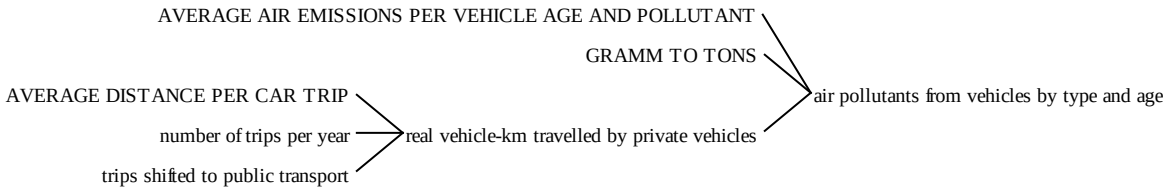
SUM (автобустардың CO2 баламалы шығарындылары [автобус көлігі!])

CO2 эквивалентінің шығарындыларынан басқа, көлік секторында көлікпен байланысты ауаның ластануы туралы ақпарат берілген. 2.8-суреттегі себеп-салдар ағашы жеке автомобильдер мен автобустар шығаратын ауаны ластаушы заттардың жалпы көлемін есептеу үшін қолданылатын айнымалыларды көрсетеді.



Сурет 2.8 - ластаушы заттардың түрлері бойынша көліктен ауаны ластаушы заттардың жалпы жылдық көлемінің себеп-салдарлық ағашы

Жеке көліктерден ауаның ластануын есептеу үшін қолданылатын айнымалылар 2.9-суретте көрсетілген. Көлік құралының нақты километражы (жоғарыда құжатталған) атмосфераға шығарындылардың орташа коэффициентіне бір километрге көбейтіледі. Тоннаға шығарындылардың граммынан қайта есептеу коэффициенті атмосфераға шығарындылардың жылдық көлемін (ластаушы заттар бойынша) жылына тоннамен алу үшін қолданылады.



Сурет 2.9 - түрі мен жасы бойынша көлік құралдарынан ауаның ластануының себеп-салдарлық ағашы

Автобус көлігімен байланысты атмосфералық шығарындыларды есептеуде жеке автомобильдер сияқты тәсіл қолданылады. Автобустардан ауаны ластайтын заттардың жылдық мөлшерін есептеу үшін қолданылатын теңдеу төменде келтірілген.

автобустардан ауаны ластаушы заттар [автобус көлігі, атмосфераға шығарындылар]

=

*"автобустардың километрі "[автобус көлігі] * автобустардан ауаны ластайтын заттардың орташа көлемі [автобус көлігі, атмосфераға шығарындылар] / тоннаға грамм*

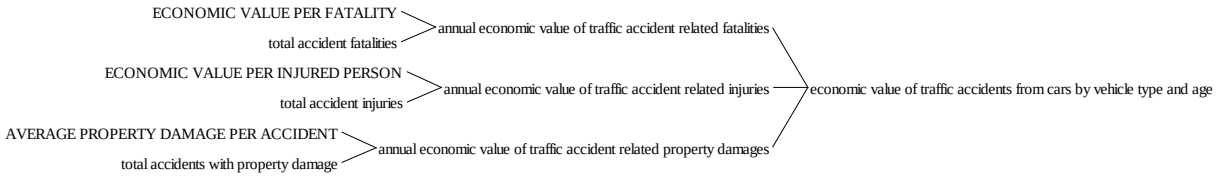
Көлік секторына байланысты сыртқы факторлар

Сондай-ақ, модельде көлікке байланысты келесі сыртқы факторлар қарастырылды:

- Жол-көлік оқиғаларының құны
- Кептелістен жоғалған уақыттың құны
- Респираторлық аурулардың құны
- Шудың ластану құны
- Қала үшін әсерлердің құны

Жол-көлік оқиғаларының құны

ЖКО-ның жалпы экономикалық шығындары өліммен аяқталған ЖКО, жарақаттанған ЖКО және тек материалдық залалмен ЖКО сомасы ретінде есептеледі. Себеп-салдарлық байланыстар ағашында 2.10-суретте көлік құралының түрі мен жасына байланысты ЖКО құнын есептеу үшін қолданылатын айнымалылар көрсетілген. Дәл осындай тәсіл жеке көлік құралдары мен автобус көлігі үшін ЖКО шығындарын бағалау үшін қолданылады.



Сурет 2.10 - себеп-салдарлық ағаш және ЖКО экономикалық құны

Апаттардың әр түрінің экономикалық құны апаттың әр түрінің санын орташа экономикалық құнға көбейту арқылы есептеледі. Жарақат алған апаттың экономикалық құнын есептеу үшін қолданылатын теңдеу төменде келтірілген.

ЖКО-мен байланысты жарақаттардың жылдық экономикалық құны [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] =

*ЖКО салдарынан болған жарақаттардың жалпы саны[көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] * бір жәбірленушіге шаққандағы экономикалық құны*

Апаттардың жалпы саны бір жылдағы нақты километрді көлік жүріп өткен бір километрге апаттардың орташа санына көбейту арқылы есептеледі.

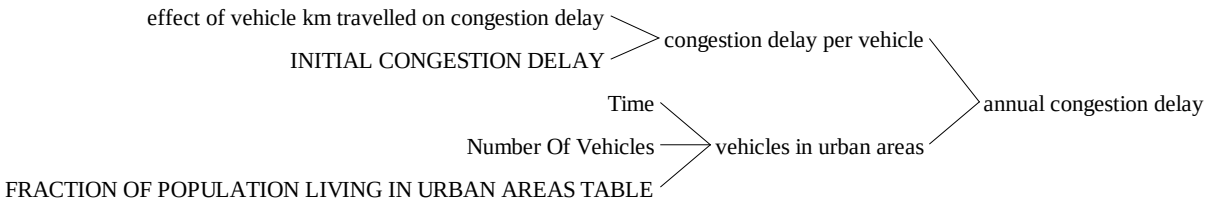
жеке көлік құралдарының жыл сайынғы ЖКО [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] =

"жеке көлік құралдарының нақты километражы" [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] жеке көлік құралдарымен(Time)өткен бір километрге шаққандағы ЖКО санының кестесі*

Бір километрге шаққандағы апаттардың орташа саны-бұл ұлттық статистиканы қолдана отырып есептелген уақыт функциясы.

Кептелістен жоғалған уақыттың құны

Кептелістен жоғалған уақыт, демек, кептеліске байланысты жыл сайынғы кідіріс көлік құралдарының саны мен қалалардағы жеке көлік құралдары мен қоғамдық көліктердің км-дегі салыстырмалы жүгірісі және кептеліске байланысты бастапқы кідіріс негізінде бағаланады. Кептелістерге байланысты жалпы жылдық кідірістің себеп-салдарлық байланыстары ағашы 2.11-суретте көрсетілген.



Сурет 2.11 - кептеліске байланысты жылдық кідірістің себеп-салдарлық ағашы

Кептелістердің жылдық құны кептелістерге байланысты жылдық кідірісті сағаттың орташа құнына көбейту арқылы есептеледі. Сағатына жан басына шаққандағы орташа ЖІӨ кептелістен жоғалған уақыттың құнын есептеу үшін мультипликатор ретінде қызмет етеді.

кептелістен жоғалған уақыттың жалпы құны =

*кептеліске байланысты жылдық кідіріс * сағатына уақыттың орташа құны*

Респираторлық аурулардың құны

Респираторлық аурулардың құны көлік құралдары шығаратын ауаны ластайтын заттардың жалпы санына байланысты есептеледі. Деректердің негізгі көзі ретінде Ахметов (2014) жүргізген атмосфераға шығарындылардың салдарын ұзақ мерзімді зерттеу пайдаланылады. Ауаның ластануының салдары жеке көліктер мен автобустар үшін есептеледі. Төмендегі респираторлық аурулардың құны мысал ретінде келтірілген.

Респираторлық аурулардың құны ауруханаға түскен кезде мемлекеттік медициналық көмектің құнын, ауруханаға жатқызу құнын және мүгедектік күндеріне байланысты жоғалған уақыттың құнын (жеке шығындар) біріктіреді. Модель ауруханаға жатқызу санын автомобильдер мен автобустардағы ауаны ластаушы заттардың жалпы санына және ластаушы заттың тоннасына шаққандағы респираторлық аурулардың орташа санына қарай бағалайды.

жеке көліктердің ауаның ластануынан туындаған тыныс алу аурулары [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] =

*SUM (түрі мен жасы бойынша көлік құралдарынан ауаны ластаушы заттар [Көлік құралының жасы, көлік құралының түрі, атмосфераға шығарындылар!]) * КӨЛІК ҚҰРАЛДАРЫ ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫНЫҢ ТОННАСЫНА ШАҚҚАНДАҒЫ РЕСПИРАТОРЛЫҚ АУРУЛАРДЫҢ ОРТАША САНЫ*

Респираторлық аурулардың саны Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымында (WHO, 2019) респираторлық аурулардың негізінде респираторлық аурулардың бір жағдайына есептегенде респираторлық аурулардың санын орташа мемлекеттік денсаулық сақтау шығындарына көбейту арқылы тікелей мемлекеттік денсаулық сақтау шығындарын есептеу үшін қолданылады.

Ауруханаға жатқызу құны ауруханаға жатқызуды қажет ететін респираторлық аурулардың санын ауруханаға жатқызудың орташа құнына көбейту арқылы есептеледі. Ауруханаға жатқызуды талап ететін жағдайлардың болжамды үлесі 25% құрайды.

жеке көлік құралдарымен байланысты тыныс алу ауруларына байланысты ауруханаға жатқызу [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] =

*жеке көліктердің ауаның ластануынан туындаған тыныс алу аурулары [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] * ауруханаға жатқызуды қажет ететін тыныс алу ауруларының үлесі*

Ауруханаға жатқызуды қажет ететін жағдайлардың саны көлікпен байланысты ауаның ластануынан туындаған тыныс алу жолдарының ауруларына байланысты ауруханаға жатқызу құнын алу үшін ауруханаға жатқызудың орташа құнына көбейтіледі.

Мүгедектік күндерінен жоғалған уақыттың құны ауруханаға жатқызуды қажет ететін жағдайлардың санына және уақыттың орташа құнына байланысты есептеледі (кептелістен жоғалған уақыт құжаттамасын қараңыз).

жеке көліктерге байланысты респираторлық аурулардан жоғалған уақыттың мәні [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] =

*жеке көлік құралдарына байланысты респираторлық ауруларға байланысты мүгедектік күндері[көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] * тәулігіне сағат*сағатына орташа уақыт құны*

Шудың ластану құны

Шудың ластану құны көлік құралдарының км-дегі жалпы жүгірісі және бір км-дегі шудың ластануының орташа құны негізінде есептеледі (CE Delft, Infras & Fraunhofer ISI, 2011).

жеке көлік құралдарының Шу құны [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] =

"жеке көлік құралдарының нақты километражы" [көлік құралының жасы, көлік құралының түрі]* "км жүрістегі шудың құны" * көлік құралының жасына арналған сыртқы әсерлер мультипликаторы[көлік құралының жасы]

Көлік құралының жасына арналған сыртқы эффект мультипликаторы Bugliarello және т.б. негізінде қолданылады.(2014), олар әр түрлі көлік құралдарының орташа дБ санын береді. Бұл болжам әр түрлі жастағы көліктердің шу деңгейінің айырмашылығын көрсетеді, сондықтан ескі көліктердің Шу құны жаңа көліктермен салыстырғанда біршама жоғары болады.

Қала үшін әсерлердің құны

Қалаға әсер ету құны шудың ластану құнымен бірдей тәсілге негізделген. Жеке көліктер мен автобустардың жалпы километражы Қала үшін салдардың орташа құнына және сыртқы әсерлердің көбейткішіне көбейтіледі, бұл 10 жастан асқан көлік құралдарының шығындары 10 жастан кіші көлік құралдарының шығындарынан біршама жоғары деген болжамға негізделген.

жеке көлік құралдарынан Қала үшін зардаптардың құны []="

жеке көлік құралдарының нақты километражы "[көлік құралының жасы, көлік құралының түрі] "Қала үшін жүгіріс км - дегі салдардың құны" * автомобильдің жасына сыртқы әсерлердің мультипликаторы[көлік құралының жасы]*

2.2. Көлік секторындағы декарбонизация сценарийінің нәтижелері

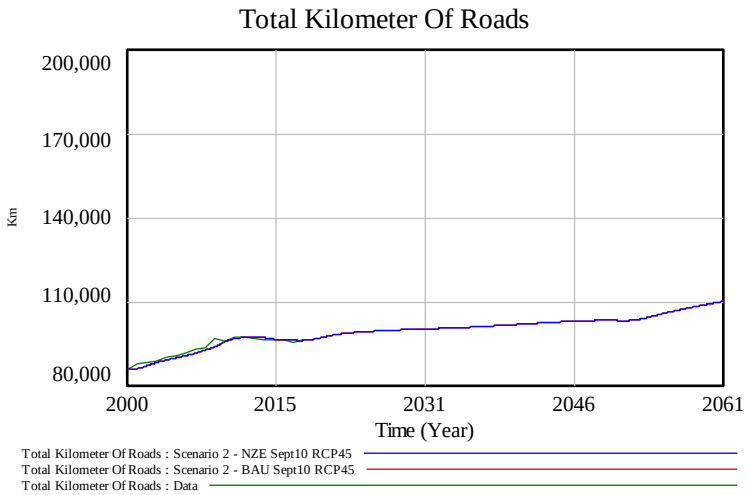
Бұл бөлімде көлік секторындағы модельдеу нәтижелері берілген. Ғимарат секторындағыдай, BAU және NZE сценарийлері Times-пен сәйкес келеді, өйткені times оңтайландыру механизмі шығарындыларды азайту бөлігінде қойылған мақсаттарға жету үшін қолданылады. Нәтижелер TIMES содан кейін SD моделіне импортталады. 2.2-кестеде NZE сценарийінде енгізілген саясатқа шолу берілген. Төмен көміртекті даму сценарийлерінде модель көлік құралдарының паркін жаңартуды, соның ішінде саябақтың құрылымын өзгертуді, автомобильмен жүруді қоғамдық көлікке ауыстыруды ескереді. Бұл мақсаттар 2020-2050 жылдар аралығында сызықтық түрде жүзеге асырылады деп болжануда.

Кесте 2.2 - Көлік секторы үшін сценарийлерді қабылдау

Жорамалдар	BAU **сценарийі**	**NZE сценарийі**
Көлік құралдары паркінің мөлшері	TIMES негізінде	TIMES негізінде
Көлік құралдары паркін жаңғырту (көлік құралдарының жасы)	TIMES негізінде	TIMES негізінде
Көлік құралдары паркінің құрамы	TIMES негізінде	TIMES негізінде
Жеке көлік құралдарының километражы және тиісті энергия шығыны	TIMES негізінде	TIMES негізінде
Автобус паркінің мөлшері	TIMES негізінде	TIMES негізінде
Автобус паркінің құрамы	TIMES негізінде	TIMES негізінде
Автобустардың километражы және тиісті энергия шығыны	TIMES негізінде	TIMES негізінде
Қоғамдық көлікке ауыстырылған жолаушы-километрлердің үлесі	0%	20% (TIMES негізінде)

Жол желісі

Қазақстанның жол желісінің өлшемі үшін модельдеу нәтижелері 2.12-суретте көрсетілген. BAU сценарийінде де, NZE сценарийінде де жол желісі 2060 жылға дейін өседі деп болжануда. 2060 жылы жол желісінің жалпы ұзындығы 109 850 км болады деп болжануда, бұл 2020 жылмен салыстырғанда 12,5% - ға өсуге тең.



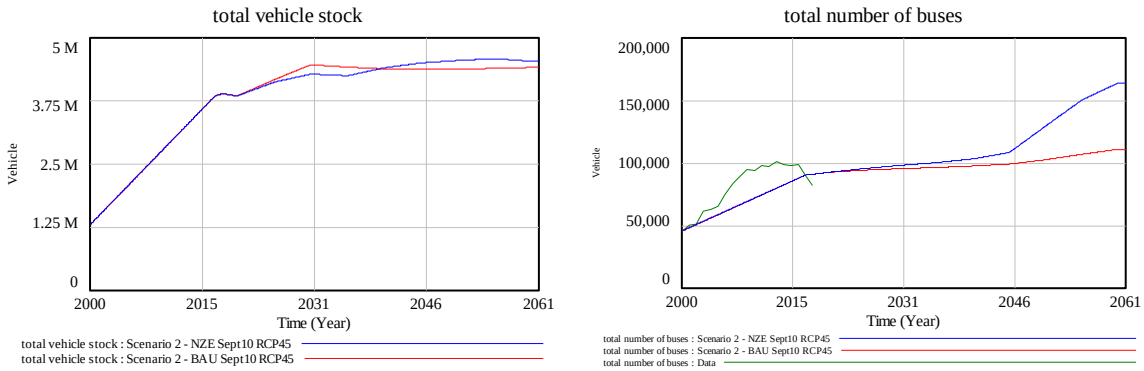
Сурет 2.12 - жолдардың жалпы ұзындығы километрмен

Жол желісінің көлемі екі сценарийде де бірдей деген болжамға сүйене отырып, жол секторымен байланысты Жұмыспен қамту BAU және NZE сценарийлерінде бірдей. 2060 жылға қарай жолдарды салуға және күтіп ұстауға байланысты шамамен 289 000 жұмыс орны құрылады деп болжануда. 2.13-суретте BAU және NZE сценарийлеріндегі жол секторындағы жалпы жұмыспен қамту динамикасы көрсетілген.

Сурет 2.13 - жол секторындағы жұмыспен қамту

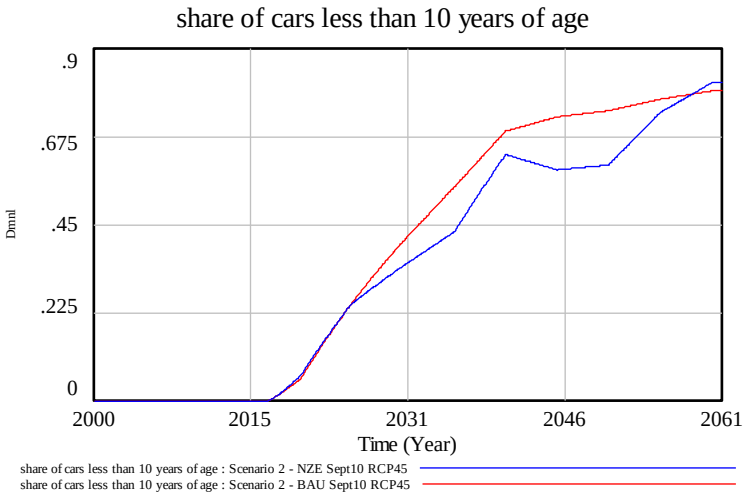
2.2.1. Жеке көлік және автобус көлігі

Көлік құралдарының жалпы санының динамикасы және автобустардың жалпы саны 2.14-суретте көрсетілген. BAU және NZE сценарийлерінде жеке көліктердің жалпы саны, сондай-ақ көлік паркінің құрамы times модельдеу нәтижелеріне негізделген. BAU сценарийінде жеке көліктердің саны 2020 жылы шамамен 3,88 миллионнан 2060 жылы 4,41 миллионға дейін артады. NZE сценарийінде жалпы көлік паркі BAU деңгейінен асып кетпес бұрын 2020-2035 жылдар аралығында аздап төмендейді, 2060 жылға қарай 4,54 миллион көлікке жетеді, бұл жеке көліктен times модельдегенге дейін қоғамдық көлікке ауысқанына қарамастан. BAU сценарийіндегі автобустардың саны 2020 жылы шамамен 92 700-ден 2060 жылы 111 000-ға дейін артады. NZE сценарийінде автомобильмен жүруден қоғамдық көлікке ауысу және қоғамдық көліктің кеңеюі нәтижесінде автобус көлігіне қосымша сұраныстың әсерінен times болжамына сәйкес 2060 жылға қарай автобустардың жалпы саны 164 000 бірлікке дейін артады, бұл BAU сценарийімен салыстырғанда 47,7% - ға өсті.



Сурет 2.14 - көлік құралдарының жалпы қоры және автобустардың жалпы қоры

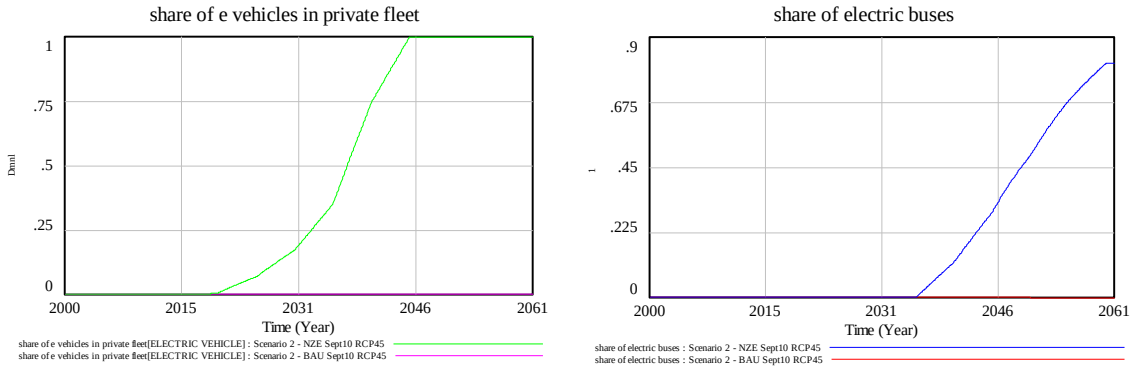
NZE-дегі times модельдеуі 10 жасқа толмаған автомобильдер үшін BAU сценарийімен салыстырғанда төмен және 2060 жылға қарай BAU мәндерінен асып түседі. BAU сценарийі бойынша жаңа көліктердің үлесі 2060 жылы 79,1% - ға жетсе, NZE сценарийі 2060 жылы 81,2% үлесті көрсетеді. Екі сценарийде де 10 жасқа дейінгі автомобильдердің үлесі 2.15-суретте көрсетілген.



Сурет 2.15 - 10 жасқа дейінгі автомобильдердің үлесі

2.16-сурет BAU және NZE сценарийлеріндегі электромобильдердің үлесін (сол жақта) және электр автобустарының үлесін (оң жақта) көрсетеді. BAU сценарийінде TIMES болжамдары флотта электромобильдердің жоқтығын көрсетеді, ал nze сценарийіндегі электромобильдердің үлесі 2045 жылға қарай 100% жетеді, бұл жеке флотты толық электрлендіруді білдіреді.

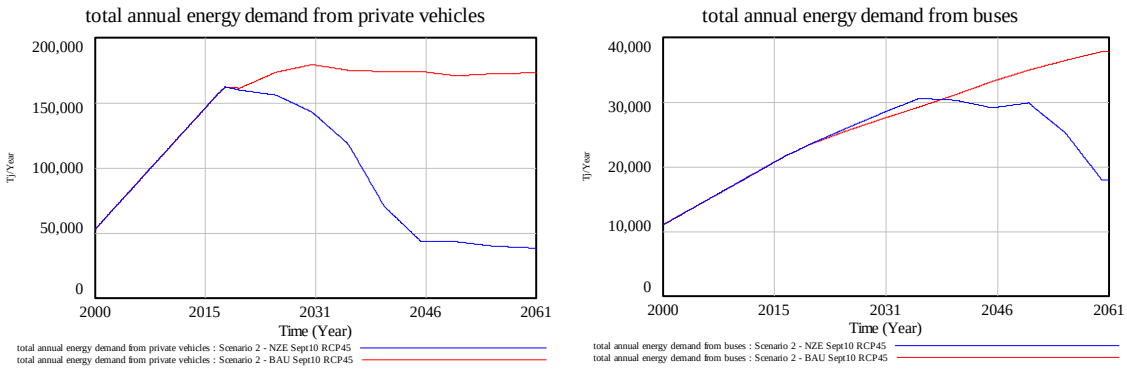
Автобустар үшін BAU және NZE сценарийлері өте ұқсас нәтижелерді көрсетеді. 2.2-кестеде көрсетілген times нәтижелеріне сүйене отырып, 2060 жылға қарай автобус паркін электрлендіру болмайды, ал nze сценарийі автобус паркін 2035 жылдан бастап 2060 жылға қарай 81,1% - ға дейін біртіндеп электрлендіруді болжайды.



Сурет 2.16 - электромобильдердің үлесі және электр автобустарының үлесі

2.2.2. Көлік секторындағы энергияға сұраныс

BAU және NZE сценарийлері үшін жеке көліктер мен автобустардың энергияға деген болжамды сұранысы 2.17-суретте көрсетілген. 2020-2060 жылдар аралығында автомобильдерден энергияға сұраныс BAU сценарийінде 7,1 млн ТДж және NZE сценарийінде 3,61 млн ТДж құрайды. Бұл көлік құралдары паркінің құрамындағы көзделген өзгерістер алдағы 40 жыл ішінде автомобильдердің жиынтық энергия тұтынуын 3,49 млн ТДж-ға немесе 49,2% - ға төмендетуге мүмкіндік беретінін көрсетеді. 2020-2060 жылдар аралығында автобустардың энергияға жиынтық сұранысы BAUсценарийінде 1,28 миллион TJ және BAU және NZE сценарийлерінде сәйкесінше 1,12 миллион TJ құрайды. Қоғамдық көлікті пайдаланудың артуына қарамастан, электр автобустарын пайдалану автобус паркінің кеңеюіне қарамастан, келесі 40 жыл ішінде автобустармен байланысты энергия шығынын 161 100 ТДж (-12,6%) төмендетуге мүмкіндік береді. Болжамды қысқарту жылына шамамен 4030 ТДж орташа қысқартуға тең.



Сурет 2.17 - жеке көлік құралдары мен автобус көлігінен энергияға сұраныс

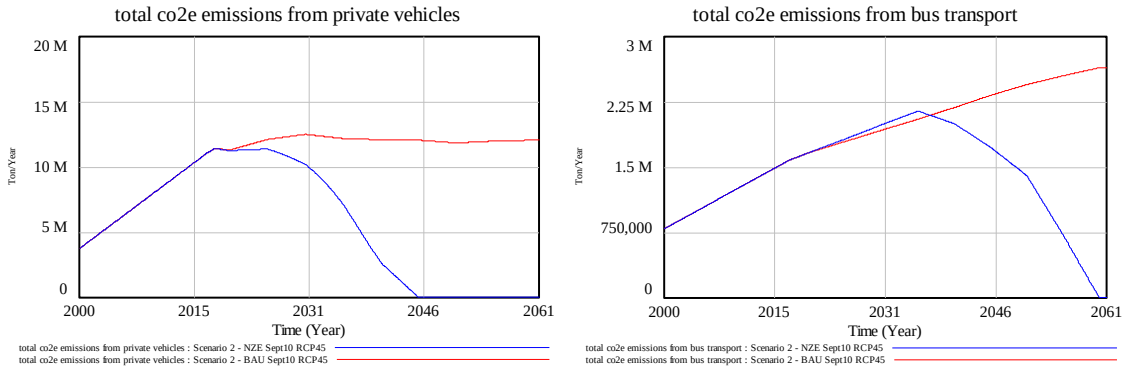
BAU және NZE сценарийлерінде жеке көліктер мен автобус көліктерінен жыл сайынғы энергияға сұраныс 2.3-кестеде келтірілген.

2.3-кесте-Жеке көлік құралдары мен автобус көлігі тарапынан энергияға сұраныс.

Энергияға сұраныс	**Бірлік**	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**
Жеке автокөлік құралдарынан энергияға сұраныс							
NZE	ТДж/жыл	159 340	154 697	140 530	67 806	42 946	38 589
NZE vs BAU	*%*	*-1,9%*	*-11,0%*	*-21,4%*	*-61,0%*	*-74,9%*	*-77,7%*
BAU	ТДж/жыл	162 358	173 907	178 821	173 922	170 805	172 871
Автобус көлігінен энергияға сұраныс							
NZE	ТДж/жыл	23 644	26 135	28 509	30 165	29 430	18 011
NZE vs BAU	*%*	*0,2%*	*1,8%*	*3,4%*	*-3,7%*	*-16,1%*	*-52,3%*
BAU	ТДж/жыл	23 605	25 677	27 575	31 325	35 077	37 788

2.2.3. Көлік шығарындылары және ауаны ластаушы заттар

2.18-сурет BAU және NZE сценарийлерінде жеке көліктерден (сол жақта) және автобус көлігінен (оң жақта) CO2 эквивалентінің шығарындыларының динамикасын көрсетеді. NZE сценарийінде болжамдар автобус көлігі мен жеке көліктер, саябақты электрлендірудің арқасында энергетикалық секторды декарбонизациялаумен бірге, 2060 жылға қарай нөлге жақын парниктік газдар шығарындыларын шығаратынын көрсетеді. Жеке көліктерден CO2 эквивалентінің жиынтық шығарындылары BAU сценарийінде 494,47 миллион тонна және NZE сценарийінде 186,53 миллион тонна деп болжануда, бұл алдағы 40 жыл ішінде көлік құралдарымен байланысты ПГ шығарындыларының 307,94 миллион тоннаға төмендегенін көрсетеді. Автобус көлігі үшін NZE сценарийі мен BAU сценарийі арасындағы CO2 эквиваленттік шығарындыларының жиынтық айырмашылығы 2020 және 2060 жылдар аралығында 26,52 миллион тоннаны құрайды, бұл BAU-мен салыстырғанда жиынтық шығарындылардың 29,5% - ға төмендеуіне тең. NZE сценарийіндегі автобус көлігінің жиынтық шығарындыларының бұл қысқаруы 20202060 жылдар аралығында ПГ шығарындыларының жылына орта есеппен 663 050 тоннаға азаюына тең.



Сурет 2.18 - Жеке көліктер мен автобус көлігінен CO2 эквивалентінің жалпы шығарындылары

Жеке көлік құралдары мен автобус көлігінен жыл сайынғы CO2 эквивалентінің шығарындылары 2.4-кестеде келтірілген.

Кесте 2.4 - Автобустар мен жеке көліктерден CO2 эквивалентінің шығарындылары.

Жеке автокөлік құралдарынан CO2 баламалы шығарындылары	**Бірлік**	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**
NZE	млн тонн/жыл	11,27	11,29	9,97	2,43	0,01	0,00
NZE vs BAU	*%*	*-1,1%*	*-7,1%*	*-20,1%*	*-79,9%*	*-99,9%*	*-100,0%*
BAU	млн тонн/жыл	11,39	12,16	12,48	12,09	11,86	12,06
Автобустардан CO2 баламалы шығарындылары							
NZE	млн тонн/жыл	1,68	1,84	2,00	1,97	1,34	0,00
NZE vs BAU	*%*	*0,2%*	*1,8%*	*3,4%*	*-10,2%*	*-45,5%*	*-100,0%*
BAU	млн тонн/жыл	1,68	1,81	1,94	2,20	2,46	2,64

Көлік секторымен байланысты ауаны ластаушы заттардың жылдық көлемі бойынша болжамды нәтижелер 2.5-кестеде ластаушы заттардың түрлері бойынша және жекелеген жылдар бойынша бөлуде келтірілген. Нәтижелер NZE сценарийінде 2060 жылға қарай PM2.5 және pm10 шығарындылары BAU-мен салыстырғанда сәйкесінше 99% және 97,2% - ға, ал NOx шығарындылары 84,3% - ға төмендейтінін көрсетеді. Атмосфераға ластаушы заттар шығарындыларының мұндай азаюы көлік құралдары паркінің құрамының өзгеруіне байланысты.

Кесте 2.5 - Көліктен ауаны ластаушы заттар.

Көрсеткіш	**Бірлік**	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**
pm2.5							
NZE	тонна/жыл	24 107	21 330	16 953	7 105	1 454	195
NZE vs BAU	*%*	*-0,2%*	*-3,7%*	*-16,4%*	*-57,5%*	*-91,7%*	*-99,0%*
BAU	тонна/жыл	24 153	22 153	20 282	16 738	17 593	19 560

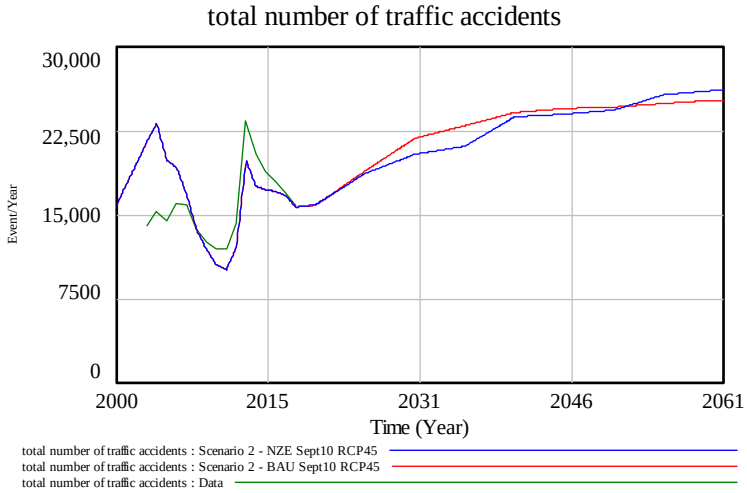
pm10							
NZE	тонна/жыл	24 114	21 371	17 031	7 396	1 773	543
NZE vs BAU	*%*	*-0,2%*	*-3,5%*	*-16,0%*	*-55,8%*	*-89,9%*	*-97,2%*
BAU	тонна/жыл	24 153	22 153	20 282	16 738	17 593	19 560
NOx							
NZE	тонна/жыл	105 224	106 715	101 803	53 893	30 762	20 698
NZE vs BAU	*%*	*-2,0%*	*-11,1%*	*-20,4%*	*-59,1%*	*-76,5%*	*-84,3%*
BAU	тонна/жыл	107 336	120 042	127 876	131 788	130 628	131 994

2.2.4. Көлік секторына байланысты сыртқы факторлар

Жол-көлік оқиғаларының құны

BAU сценарийінде де, NZE сценарийінде де жол-көлік оқиғаларының жалпы саны артады деп болжануда. BAU сценарийі жол-көлік оқиғаларының жалпы санының 2020 жылы жылына 16 100 апаттан 2060 жылы жылына 25 230 апатқа дейін өсуін болжайды. NZE сценарийінде апаттың жалпы саны да артады, дегенмен 2025-2050 жылдар аралығында Bau сценарийіне қарағанда өсу аз. Алайда, 2060 жылға қарай NZE сценарийіндегі бір жылдағы апаттың жалпы саны жылына 26100 апатқа дейін артады, бұл базалық деңгейден 3,5% - ға жоғары. Бұл өсім nze сценарийі бойынша км-де көлік құралдарының жалпы жүгірісінің ұлғаюына байланысты, бұл ұтқырлыққа деген сұраныстың жоғарылауымен және көлік паркінің ұлғаюымен байланысты. BAU, GE және DD сценарийлеріндегі апаттың болжамды динамикасы тарихи деректермен салыстырғанда 2.19-суретте көрсетілген. BAU және NZE сценарийлеріндегі апатқа байланысты жалпы жиынтық шығындар сәйкесінше 2020 және 2060 жылдар аралығында 368,73 миллиард АҚШ доллары және 369,26 миллиард АҚШ доллары деңгейінде болжануда. Бұл NZE сценарийінде келесі 40 жыл

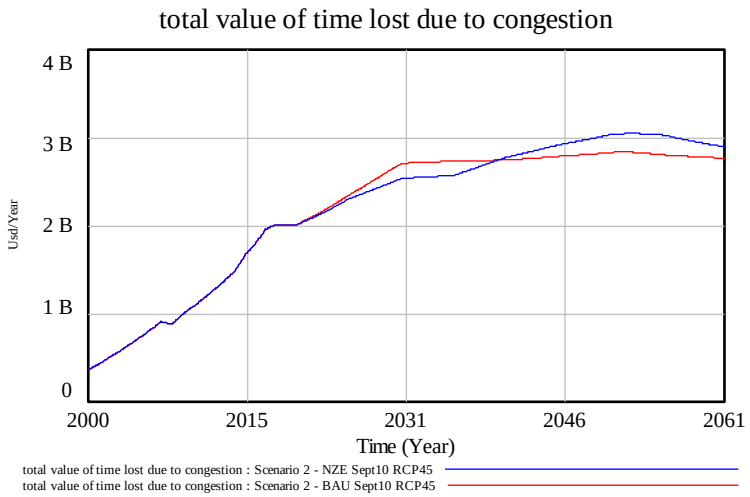
ішінде BAU-мен салыстырғанда апатқа байланысты жалпы жиынтық шығындардың 0,1% - ға (530,57 миллион АҚШ доллары) өскенін көрсетеді.



Сурет 2.19 - Жол-көлік оқиғаларының жалпы саны.

Кептелістен жоғалған уақыттың құны

BAU және NZE сценарийлеріндегі кептелістерге байланысты жоғалған уақыттың жалпы құны 2.20-сурет. BAU сценарийінде кептелістен жоғалған уақыттың құны артады, бұл көлік құралдары мен километраждың ұлғаюына байланысты, 2020 жылы шамамен 2,04 миллиард доллардан 2060 жылы 2,77 миллиард долларға дейін. NZE сценарийінде кептелістен жоғалған уақыттың құны 2020-2060 жылдар аралығында көлік құралдарының километрінің өсуіне байланысты артады. 2060 жылы nze сценарийінде қақпалардың жалпы құны жылына шамамен 2,91 миллиард АҚШ долларын құрайды, бұл BAU сценарийінен 5,1% жоғары.



Сурет 2.20 - Кептелістен жоғалған уақыттың жалпы құны

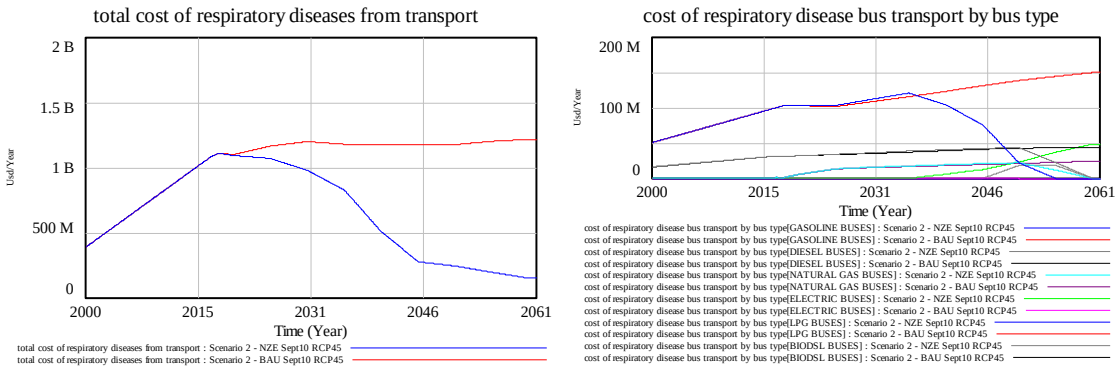
BAU және NZE сценарийлеріндегі кептелістерден жоғалған уақыттың жылдық шығындары мен шығындарының болжамы 2.6-кестеде бірнеше жыл ішінде келтірілген. DD сценарийінде автокөлікпен жүруден қоғамдық көлікке ауысу 2030 жылға қарай кептелістерге және соған байланысты шығындарға байланысты жалпы жылдық кідірістің уақытша 6,3% - ға төмендеуіне ықпал етеді, содан кейін кептелісте өткізілген уақыт BAU деңгейінен асып түседі. 2020-2060 жылдар аралығында кептелістен жоғалған уақыттың жиынтық көлемі BAU-да 22,31 миллиард сағатты және NZE сценарийінде 22,62 миллиард сағатты құрайды, бұл қарастырылған іс-шаралар нәтижесінде кептелісте өткізілген уақыттың жиынтық санының 1,4% - ға артқанын көрсетеді. NZE сценарийі үшін бұл келесі 40 жылдағы 1,54 миллиард АҚШ доллары мөлшеріндегі кептелістерге байланысты қосымша шығындарға сәйкес келеді, бұл 2020-2060 жылдар аралығында жылына 38,41 миллион АҚШ доллары мөлшеріндегі кептелістерге байланысты орташа жылдық шығындарға тең. 2020 және 2035 жылдар аралығындағы TIMES мәліметтері бойынша nze сценарийлеріндегі саяхат көлемінің болжамды төмендеуіне байланысты жиынтық айырмашылық өте аз.

Кесте 2.6 - Кептелісте жоғалған уақыт және кептелісте жоғалған уақыттың құны

Кептеліс	Бірлік	2020	2025	2030	2040	2050	2060
Кептелістерге байланысты жыл сайынғы кідіріс							
NZE	жылына млн. сағат	414,92	473,92	517,35	567,75	619,02	592,68
NZE vs BAU	*%*	*-0,2%*	*-2,3%*	*-6,3%*	*1,4%*	*7,2%*	*5,1%*
BAU	жылына млн. сағат	415,68	484,91	552,29	560,05	577,43	564,03
Кептеліс кезінде жоғалған уақыттың құны							
NZE	Миллиард. АҚШ доллары/жыл	2,04	2,33	2,54	2,79	3,04	2,91
NZE vs BAU	*%*	*-0,2%*	*-2,3%*	*-6,3%*	*1,4%*	*7,2%*	*5,1%*
BAU	Миллиард. АҚШ доллары/жыл	2,04	2,38	2,71	2,75	2,83	2,77

Респираторлық аурулардың құны

NZE сценарийінде атмосфераға ластаушы заттардың шығарындыларын азайту BAU сценарийіне қатысты респираторлық аурулардың құнын төмендетуге ықпал етеді. 2.21-суретте BAU және NZE сценарийлерінде автобус типі бойынша бөлініс көлікке байланысты тыныс алу аурулары мен автобус көлігіне байланысты респираторлық аурулардың жалпы құны көрсетілген. Жеке көліктер жағдайында респираторлық аурулардың төмендеуінің ұқсас тенденциясы болжанады.



Сурет 2.21 - Автобус түрлері бойынша көлікке байланысты респираторлық аурулардың және автобус көлігіне байланысты респираторлық аурулардың жалпы құны.

Көлік секторы үшін ауаның ластануының болжамды жалпы құны 2.7-кестеде жекелеген жылдарға бөлінген. BAU сценарийіндегі респираторлық аурулардың құны 2020 жылы 1,11 миллиард АҚШ долларынан 2060 жылға қарай 1,22 миллиард АҚШ долларына дейін өседі деп болжануда, 2020 және 2060 жылдар аралығында респираторлық аурулардың жалпы жиынтық құны 48,46 миллиард АҚШ долларын құрайды. NZE сценарийінде тасымалдауға байланысты респираторлық аурулардың жалпы құны 2060 жылға қарай 152,64 миллион АҚШ долларына дейін төмендейді деп болжануда, бұл BAU-дан 87,5% - ға аз. Автобустар мен көлік құралдары паркінің құрамына байланысты nze сценарийіндегі тыныс алу аурулары құнының біртіндеп төмендеуі жалпы жиынтық шығындардың 24,58 миллиард АҚШ долларына қысқаруына әкеледі, бұл 2020 және 2060 жылдар аралығында орташа есеппен жылына 614,46 миллион АҚШ долларын үнемдеуге тең.

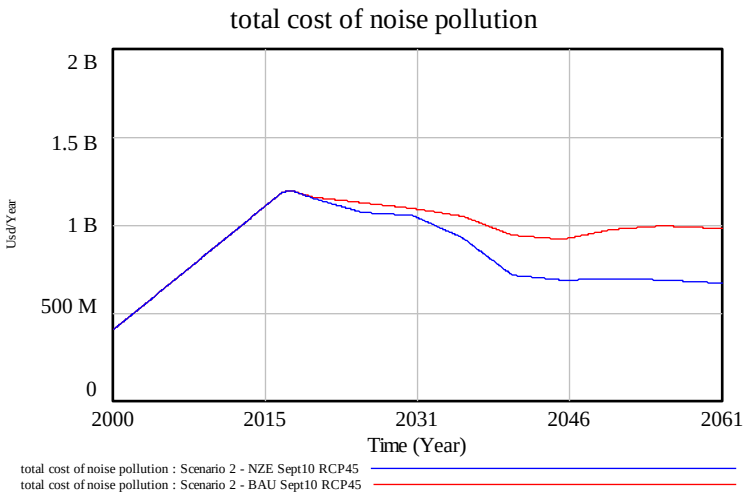
Кесте 2.7 - Көлік құралдары мен автобус көлігіне байланысты респираторлық аурулардың жалпы құны.

Көрсеткіш	**Бірлік**	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**
Көлікпен байланысты тыныс алу органдары							

ауруларының жалпы құны							
NZE	Миллион АҚШ доллары/жыл	1 092,6	1 063,9	966,9	487,0	242,0	152,6
NZE vs BAU	*%*	*-1,4%*	*-9,1%*	*-19,4%*	*-58,6%*	*-79,5%*	*-87,5%*
BAU	Миллион АҚШ доллары/жыл	1 108,2	1 170,2	1 199,4	1 176,8	1 180,7	1 218,4

Шудың ластану құны

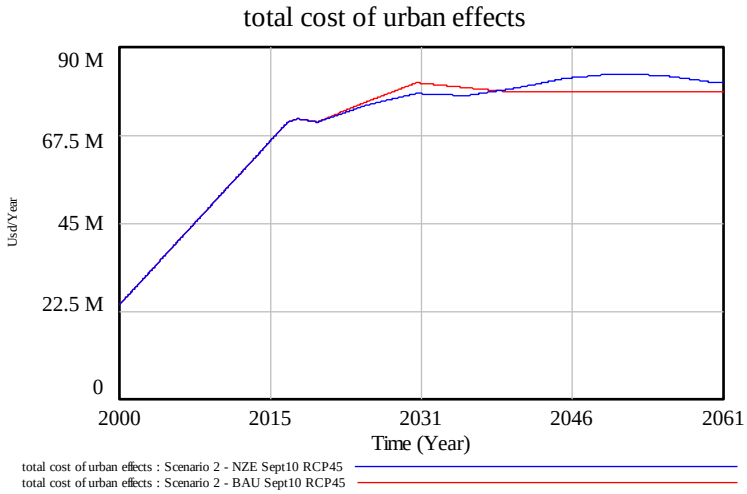
Көліктен шудың ластануының болжамды құны 2.22-суретте көрсетілген. BAU сценарийінде гибридті көліктердің көбеюі нәтижесінде шудың ластану құны біршама төмендейді. Декарбонизация сценарийінде Шу құны көлік паркін жаңарту және саябақтағы электромобильдердің үлесін арттыру арқылы үнемі төмендейді.



Сурет 2.22 - Шудың ластану құны

Қала үшін әсерлердің құны

Қалаға әсер ету құны барлық үш сценарийде көлік түрлері бойынша километрдің өсуіне пропорционалды түрде артады. Nze сценарийінде Қала үшін салдарлардың шығындарының уақытша төмендеуі 2020-2035 жылдар аралығында жеке көліктермен жүруден қоғамдық көлікке ауысу байқалғандықтан туындайды. Алайда, 2035-2040 жылдар аралығында қалаға әсер ету құны Bau және GE-ге қатысты өсуде, бұл қалалардағы жалпы жүгірістің өсуіне байланысты. Қала үшін салдарлар құнының болжамды динамикасы 2.23-суретте көрсетілген.



Сурет 2.23 - Қалаға әсер ету құны

2.2.5. Декарбонизация сценарийі бойынша көлік секторындағы шығындар мен пайданы талдау

Көлік секторын экономикалық бағалау шығындар мен пайданы кешенді талдау арқылы жүзеге асырылады, онда қажетті инвестициялар, алдын-алу шығындары және имитациялық араласудың қосымша пайдасы ескеріледі. 2.2-кестеде көрсетілген тапсырмаларды орындау NZE сценарийінде алдағы 40 жыл ішінде 62,99 миллиард АҚШ доллары көлемінде таза қосымша инвестицияларды қажет етеді деп болжануда.

Ауаның ластануына байланысты денсаулық сақтаудың алдын-алу шығындары айтарлықтай және 2020-2060 жылдар аралығында NZE сценарийінде 24,1 миллиард АҚШ долларын құрайды. Алайда, тек кептелістер мен апаттардың құны BAU-мен салыстырғанда біршама жоғары болғанымен, жеке көліктерге жоғары бастапқы инвестициялар мен жоғары энергия шығындары жүйелік деңгейде қол жеткізілген артықшылықтардан асып түседі. Жалпы алғанда, болжамдар BAU сценарийімен салыстырғанда алдағы 40 жыл ішінде 18,93 миллиард АҚШ доллары көлеміндегі таза қосымша әлеуметтік шығындарды көрсетеді.

Кесте 2.7 - Көлік секторындағы шығындар мен пайданы кешенді талдау

2020- 2060 жылдары көлік саласындағы шығындар мен пайданы талдау	**Бірлік**	**BAU сценарийі**	**NZE сценарийі**	**NZE vs BAU**
Инвестициялар мен шығындар				
Жол желісі	**Миллион АҚШ доллары**	**168 638**	**168 729**	**91**
Құрылыс құны	Миллион АҚШ доллары	78 604	78 651	47
Техникалық қызмет көрсетуге арналған шығыстар	Миллион АҚШ доллары	84 878	84 878	0
Климаттың өзгеруіне байланысты жолдардың бүлінуі	Миллион АҚШ доллары	5 157	5 201	44
Жеке автокөлік құралдары	**Миллион АҚШ доллары**	**220 262**	**235 043**	**14 781**

Күрделі салымдар	Миллион АҚШ доллары	111 840	159 080	47 241
Жеке автокөлік құралдары - ЭИТО бойынша шығыстар	Миллион АҚШ доллары	43 393	32 495	-10 898
Отын шығыны - жеке автокөлік құралдары	Миллион АҚШ доллары	65 030	43 467	-21 562
Автобустармен тасымалдау	**Миллион АҚШ доллары**	**37 176**	**85 291**	**48 116**
Күрделі салымдар	Миллион АҚШ доллары	6 249	48 522	42 273
ЭИТО бойынша шығыстар	Миллион АҚШ доллары	19 503	22 497	2 993
Отын шығыны - автобус көлігі	Миллион АҚШ доллары	11 424	14 273	2 849
(1) Инвестициялар мен шығындардың жалпы көлемі	**Миллион АҚШ доллары**	***426 076***	***489 063***	***62 987***
Әлеуметтік шығындар				
Жол-көлік оқиғаларының құны	Миллион АҚШ доллары	367 869	368 275	405
Кептеліс салдарынан жоғалған уақыттың құны	Миллион АҚШ доллары	109 111	110 581	1 471
Көміртегінің әлеуметтік құны	Миллион АҚШ доллары	18 088	7 928	-10 160

Тыныс алу органдары ауруларының құны	Миллион АҚШ доллары	48 405	24 313	-24 091
Басқа сыртқы факторлардың құны	Миллион АҚШ доллары	57 869	46 212	-11 657
(2) Әлеуметтік шығындардың жалпы көлемі	**Миллион АҚШ доллары**	***601 342***	***557 310***	***-44 032***
Қосымша жеңілдіктер				
Еңбек кірісі - жол құрылысы	Миллион АҚШ доллары	5 682	5 683	2
Еңбек кірісі - автобус көлігі	Миллион АҚШ доллары	147	170	23
(3) Жалпы қосалқы жеңілдіктер	**Миллион АҚШ доллары**	***5 829***	***5 853***	*24*
(3) - (2) - (1) Таза кешенді жеңілдіктер	**Миллион АҚШ доллары**	**-1 021 589**	**-1 040 520**	**-18 931**

3. Қалдықтар секторы

Қалдықтар моделі парниктік газдар шығарындыларына, жұмыс орындарын құруға және экономикалық қызметке қатысты бірнеше араласу нұсқаларының (мысалы, қайта өңдеу және қайта пайдалану, қалдықтарды энергияға қайта өңдеу, Ағынды суларды тазарту, органикалық тыңайтқыштар өндірісі) нәтижелерін талдау үшін қалдықтар ағындарын (ҚТҚ, ағынды сулар, ауылшаруашылық және мал шаруашылығы қалдықтары) бақылайды. Модель 2000 жылдан 2050 жылға дейін ұлттық деңгейдегі қалдықтар ағынының өзгеруін талдау үшін жасалған.

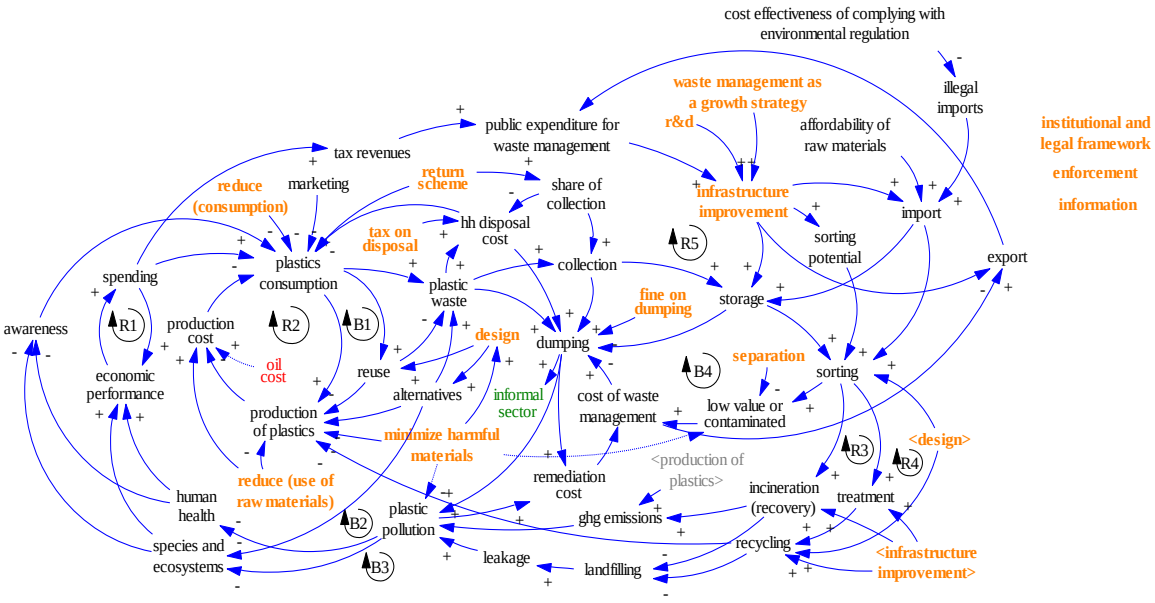
Қалдықтарды жинауды, қайта өңдеуді және қайта пайдалануды жақсарту әдістемесі және қалдықтарды энергияға айналдыру әлеуеті Қазақстанның агроөнеркәсіптік кешеніндегі биоэнергетиканың мүмкіндіктері туралы Еуропалық Қайта Құру және даму банкінің баяндамасында баяндалған тәсілге сәйкес келеді (EBRD, 2017). Бұл есепте биомассаны ағымдағы пайдалану, биоэнергияны өндіруге арналған қолда бар ресурстар және қалдықтардан энергия өндіруге арналған инфрақұрылымды құру шығындары туралы ақпарат берілген. Малдың көңін қайта пайдалану әлеуеті көңді тыңайтқышқа немесе энергияға айналдыру мүмкіндігімен жағдайларды зерттеуге негізделеді. Ағынды суларды басқарудың әртүрлі балама технологиялары талданады.

Модельде биофизикалық тәсіл қолданылды және ең алдымен материалдар ағындары бақыланды. Бұл тұтыну құрылымын өзгерту, жинау, сұрыптау, сақтау бойынша күш-жігерді жандандыру туралы болжамдарды тексеруге, содан кейін қалдықтарды көму, жағу, қайта өңдеу және қайта пайдалану нәтижелерін зерттеуге мүмкіндік береді. Нәтижесінде шығындардың алдын алатын және әрбір балама шарадан қосымша пайда алатын Инвестициялар әлеуметтік, экономикалық және экологиялық

көрсеткіштерді қамтитын шығындар мен пайданы талдауда анықталады, бағаланады және жинақталады.

Модель адам өмірінде пайда болатын және конденсацияланбайтын парниктік газдардың ең көп шығарылуын қамтамасыз ететін қалдықтардың негізгі түрлерін қарастырды. Парниктік әсерге негізгі үлес қосатын көмірқышқыл газының (CO2) және метанның (CH4) атмосфераға шығарылуын тудыратын қалдықтардың түрлеріне ерекше назар аударылады.

Қалдықтар секторының динамикасы 3.1-суреттегі себеп-салдарлық байланыс диаграммасында көрсетілген. Диаграмма қалдықтар секторының негізгі динамиктерінің бірін көрсетеді (мысалы, пластмассалар) және ықтимал саясат үшін кіру нүктелерін көрсетеді (қызғылт сары айнымалылар).



Сурет 3.1 - Себеп-салдарлық байланыс диаграммасындағы қалдықтарды талдау

3.1. Қарастырылып отырған қалдықтардың түрлері

Қазақстанда парниктік газдар шығарындыларының көзі болып табылатын негізгі қалдықтар:

1) қатты тұрмыстық қалдықтар (ҚТҚ),
2) тұрмыстық және өнеркәсіптік тазарту құрылыстарының сарқынды сулары мен тұнбалары,
3) ауыл шаруашылығы қалдықтарының органикалық бөлігі,
4) медициналық қалдықтар.

3.1.1. Қатты тұрмыстық қалдықтар (ҚТҚ)

Парниктік газдар шығарындыларының көздері ҚТҚ полигондары болып табылады. Полигондарда сақталған қатты қалдықтар микрофлораның әсерінен қалдықтардың органикалық компоненттерінің биотермиялық анаэробты ыдырау процесіне ұшырайды. Бұл процесс метан мен көмірқышқыл газы басым болатын полигон газын шығарады.

Қатты тұрмыстық қалдықтарды сақтаудан шығатын парниктік газдар шығарындылары жыл сайын тұрақты түрде өсіп келеді. Қалдықтар көлемінің ұлғаюының негізгі факторлары халық санының өсуі және бір адамға шаққандағы қалдықтардың нақты түзілуі болып табылады.

ҚТҚ көму үшін 3292 полигон пайдаланылды, оның 600-і (18,26 %) экологиялық талаптарға сай болды. Көптеген полигондар өз ресурстарын сарқып, қалпына келтіруді қажет етеді.

Биогаз өндіру үшін өндірілетін ҚТҚ-ның шамамен 37% - ы (жылына≈ 2,0 млн тонна) пайдаланылуы мүмкін деп есептеледі.

ҚТҚ жинау, тасымалдау және кәдеге жарату саласындағы негізгі проблемалар:

1) білім беру орындарында ҚТҚ бөлек жинаудың және кәдеге жарату алдында алдын ала сұрыптаудың болмауы (2019 жылдың

қорытындысы бойынша республикада 204 қала мен ауданнан бөлек жинау әртүрлі кезеңдерде 51 елді мекенде, ал сұрыптау - 30 елді мекенде жүзеге асырылды);

2) заңнаманың талаптарына сәйкес жабдықталған полигондардың жеткілікті саны мен сыйымдылығының болмауы (2019 жылы қолданыста болған 3292 полигонның 18,26% - ы экологиялық талаптарға сәйкес келді);
3) полигондарда, ең алдымен, биологиялық оңай ыдырайтын қалдықтардың негізгі массасын көму,
4) инвестициялық жобаларға кедергі келтіретін қандай да бір мемлекеттік субсидиясыз төмен тарифтерді "ұстап қалу" саясаты,
5) орындалуы тиісті инфрақұрылымды талап ететін шамадан тыс құқықтық және нормативтік талаптар.

3.1.2. Ағынды сулар және тазарту құрылыстарының тұнбасы

2020 жылғы 1 қаңтардағы жағдай бойынша Қазақстанда жалпы халық саны 10,695 млн адам (халықтың жалпы санының 57,4%) 88 қала болды. Бұған қоса, олардың әрқайсысында 20-дан 55 мыңға дейін тұрғыны бар қалалық мәртебесі жоқ 14 елді мекен бар (барлығы 167 911 тұрғын). Бұл қалалардың және оларға теңестірілген қалалық типтегі қалалардың көпшілігі Ағынды суларды тазарту қондырғыларымен қамтамасыз етілген.

2018 жылы 668,6 млн м^3 ағынды сулар өндірілді. Тазартылған ағынды сулардың үлесі 86,8 % құрады. Қазақстанда тұрмыстық сарқынды суларға арналған барлығы 187 кешенді тазарту құрылыстары жұмыс істейді. Олар шамамен 1,337 миллион м^3 шөгінді өндірді (құрғақ құрамның 20% есептегенде). Ағынды суларды тазарту қондырғыларынан алынған шөгінділер кейіннен Илон жинақтағыштарда немесе полигондарда көміліп жиналады.

Құрғақ қалдықтың құрамын (20%) ескере отырып, биогаз өндіру үшін шамамен 0,267 млн $м^3$ пайдаланылуы мүмкін. Нақты жағдай әлдеқайда күрделі, өйткені көбінесе шөгінділерді сусыздандыру жүргізілмейді және құрамында шамамен 1-2% тұнба бар су тек жинақтағыштарға немесе полигондарға ғана емес, сонымен қатар эвтрофикацияның жоғарылауына әкелетін ашық су қоймаларына құйылады.

Қазіргі уақытта Шымкентте Қазақстанда пісіру қазандықтарын, қазандықты, газгольдерлерді, тұнбаны араластыру камерасын, тұнбаны сусыздандыру және зарарсыздандыру цехын қамтитын тазарту құрылыстарының тұнбасын кәдеге жарату жөніндегі жалғыз кешен жұмыс істейді. Ағынды суларды тазарту процесінде жиналған тұнбаны өңдеу кезінде тәулігіне 110-140 мың $м^3$ (өнімділігі - тәулігіне 150 мың $м^3$), шамамен 500 кВт/сағ (жылына 4,38 млн кВт) "жасыл" электр энергиясы және 840 кВт/сағ жылу энергиясы (жылына 7,35 млн кВт) өндіріледі. Осының арқасында атмосфераға CO2 шығарындылары жылына 3,7 мың тоннаға қысқарды.

Ағынды суларды тазартудың негізгі проблемалары, соның ішінде шөгінділерді кетіру:

1) қалалық үлгідегі қалалар мен ірі елді мекендердің тазарту құрылыстарымен жеткіліксіз қамтамасыз етілуі - 2016 жылы осындай 102 елді мекеннің 39-очист тазарту құрылыстары мүлдем болмаған,
2) пайдаланылған ағынды суларды тазарту қондырғыларының жалпы жағдайы нашар, өйткені олар көбінесе пайдаланылатын инфрақұрылымды жақсартуды ғана емес, сонымен қатар Ағынды суларды тазарту әдісін қайта қарауды қажет етеді,
3) сирек жағдайларды қоспағанда, шөгінділерді өңдеуге және жоюға арналған инфрақұрылымның болмауы. Бұған шөгінділерді жинау және сусыздандыру қондырғысының өзі ғана емес, сонымен қатар оларды көму орындары - лай тоғандары (жинақтағыштар),

полигондар (полигондар) және биологиялық тазарту қондырғылары кіреді.

3.1.3. Ауыл шаруашылығы қалдықтары

Ауыл шаруашылығы қалдықтары-келесі топтарға бөлінген мал және өсімдік шаруашылығы қалдықтары:

- Көң,
- Сойылған мал,
- Өсімдік қалдықтары,
- Сүт өнімдерін қайта өңдеуден шыққан қалдықтар,
- Майлы дақылдарды қайта өңдеу қалдықтары.

3.1-кестеде биогаз өндіру үшін пайдаланылуы мүмкін қалдықтардың құрамы, мөлшері және үлесі сипатталған. Өсімдік қалдықтарының құрамы өте алуан түрлі. Бұл қалдықтардың көп бөлігі көңмен және / немесе ағынды суларды тазарту қондырғысының шөгінділерімен бірге биогаз өндіру үшін анаэробты ашыту қондырғыларында қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар, ашытылған қалдықтарды ауылшаруашылық жерлеріне тыңайтқыш ретінде пайдалануға болады.

Ауылшаруашылық қалдықтарының едәуір бөлігі топырақты мульчирование үшін, тыңайтқыш, мал азығы және мал төсегі ретінде пайдаланылады және ішінара жағылады. Дегенмен, қалдықтардың көп бөлігі әлі де пайдаланылмаған. Қалдықтардың қалған және пайдаланылмаған көлемі үшін ең перспективалы нұсқа-оларды жылыту және электр энергиясын өндіру үшін биоэнергияға айналдыру.

Кесте 3.1 - Ауыл шаруашылығы қалдықтарының құрамы мен саны

Қалдықтар түрі	Көлемі, мың тонна	Биологиялық өңдеуге арналған үлес, мың тонна	
		Жалпы санының %-ы	Жалпы санының %- ы
Көң	9 211,2	1 337	14,5
Ірі қара малды сою	500	100	20,0
Ауыл шаруашылығы дақылдарының қалдықтары	35 400	5 100	14,4
Сүт өнімдерін қайта өңдеу қалдықтары	10	4,5	45,0
Майлы дақтармен өңдеу қалдықтары	1 100	15	1,4
Барлығы:	**46 221,2**	**6 556,5**	**14,2**

Қазақстанда қазірдің өзінде төрт ірі биогаз қондырғысы жұмыс істейді. 2019 жылы үш биогаз қондырғысы 18 млн кВт-сағ немесе 2,42 МВт көлемінде ЖЭК жалпы қуатының 0,75% өндірді (төртіншісі 2020 жылы пайдалануға беріледі). Барлық биогаз қондырғыларында энергиядан басқа органикалық тыңайтқыш ретінде қолданылатын тұнба пайда болады.

Сондай-ақ, өсімдік қалдықтары қазандықтарда отын ретінде қолданылады. 2015 жылдан бастап Солтүстік Қазақстанда қазандықтарды биомассаға орнату жұмыстары жүргізілуде. 105 қазандық орнатылды. Соңғы 5 жылда 70 мекеме осындай қазандықтармен жылытуға ауыстырылды. Нәтижесінде олар құны 219 миллион теңге болатын 23 000 тонна көмірді жағудан бас тартты. 2019 жылы тағы 10 биомасса қазандығы орнатылды. Аймақта түйіршіктер шығаратын желі бар. 1,5 тонна зығыр сабан 1 тонна көмірге тең. Қазіргі уақытта Петропавл ауыр машина жасау зауытында (ПЗТМ) биомасса қазандықтарын өндіру жолға қойылған.

1) энергия (электр энергиясы және жылу) өндіру үшін биомасса мен ауыл шаруашылығы қалдықтарын пайдалануды ынталандыру үшін

мемлекеттік деңгейде ұлттық инвестициялық бағдарламаның болмауы,

2) ауыл шаруашылығы секторының мүдделі тараптары үшін арнайы әзірленген биомассаны қайта өңдеу жөніндегі жобалар үшін ынталандырулар - гранттар мен кредиттік кепілдіктердің болмауы,
3) фермерлерді қазба отындарының орнына ауыл шаруашылығы қалдықтары мен биомассаны пайдалану үшін жылу және энергиямен жабдықтау жүйелерін түрлендіруге ынталандыратын экологиялық таза энергияға көшу және қалдықтарды азайту үшін арнайы тұрақты ауыл шаруашылығы бағдарламаларының болмауы,
4) энергия ресурстарының төмен құны, бұл алынған энергияны тіпті өзіндік құны бойынша сату мүмкіндігін айтарлықтай шектейді.

3.1.4. Медициналық қалдықтар

2017 жылы Қазақстанда 7 914 Денсаулық сақтау ұйымы (674 мемлекеттік және 1150 жеке), оның ішінде 842 аурухана ұйымы (тиісінше 671 және 171 мемлекеттік және жеке) болды. Жалпы төсек қоры 87 172 бірлікті құрады. Аурухана ғимараттарының жалпы ауданы 3,8 млн м2 құрады. 3.2-кестеде медициналық қалдықтардың құрамы мен мөлшерінің сипаттамасы келтірілген.

Кесте 3.2 - Медициналық қалдықтардың құрамы мен саны

Қалдықтардың түрі	**Саны**	**Түсініктеме**
А класындағы қалдықтар, тонна	121 799,60	Қауіпті емес, мысалы, ҚТҚ
В класындағы қалдықтар, тонна	112 280	Эпидемиологиялық қауіптер
В класындағы қалдықтар, тонна	11 300	Төтенше эпидемиологиялық қауіп
Г класының қалдықтары:	0	Токсикологиялық қауіптер

А, Б, В класының қалдықтарының барлығы	*245 379,6*	
Құрылғылар, дана.	24 085,00	
Қатты зат, кг	5774,30	Құрамы туралы ақпарат жоқ
Сұйықтық, л	150 00	
Д класындағы қалдықтар (радиоактивті), тонна	0,38	Радиоактивті

Қалдықтар А, Б, В және Г топтарындағы қалдықтардың жалпы санының - % келесі тәсілдермен жойылды:

- Коммуналдық-тұрмыстық үлгідегі қалдықтар-49,64 %; полигондарда кәдеге жаратылады,
- Жұқпалы қалдықтар-50,36 %; әдетте қуаты аз қоқыс жағатын қондырғыларды немесе олар болмаған кезде, егер бар болса, аурухана қазандықтарын пайдалана отырып жағылады,
- Радиоактивті қалдықтар - <0,005%; тұрмыстық, инфекциялық және радиоактивті қалдықтарды қоспағанда - <0,15*10-5%. Олар үшін арнайы жинау және тиісті кәдеге жарату қамтамасыз етіледі.

2018 жылы 159 мамандандырылған өртеу зауыты және 38 бейімделген қондырғы болды. Жанып жатқан қалдықтардың көлемі туралы деректер жоқ. Сондықтан барлық жұқпалы қалдықтар жағылады деп саналады. Оларды жағудан шыққан күл полигондарда көмілуі тиіс.

Айта кету керек, медициналық қалдықтардың құрамы мен мөлшері туралы ақпарат жылдан жылға әр түрлі болады. Елдегі медициналық қалдықтармен 200-ге жуық кәсіпорын айналысады, олар жиналған қалдықтар мен оларды қалай жою керектігі туралы есеп бермейді. Сондықтан медициналық қалдықтардың құрамы мен мөлшерін есепке алу саласында айтарлықтай жақсартулар қажет.

Медициналық қалдықтарды басқару саласындағы негізгі проблемалар:

1) медициналық қалдықтарды бөлек жинау жүйесін(мерзімі өткен дәрі-дәрмектер, қолданылған шприцтер және т. б.) қоса алғанда, медициналық қалдықтардың мөлшері туралы нақты және сенімді деректердің болмауы,
2) медициналық қалдықтарды жағуды қоса алғанда, медициналық қалдықтарды жинаумен және кәдеге жаратумен айналысатын фирмаларды сертификаттау (лицензиялау) жүйесінің болмауы, соның салдарынан қызметтерді қабілетсіз немесе жосықсыз операторлар көрсетеді.
3) ауылдық жерлерде медициналық мекемелердің медициналық қалдықтарын жинау, зарарсыздандыру және жою үшін дамымаған Инфрақұрылым
4) демпингке және Қызметтерді тиісінше орындамауға әкеп соғатын қайталама медициналық ресурстарды/қалдықтарды зарарсыздандыруға, кәдеге жаратуға арналған ең төмен және шекті бағалардың белгіленген диапазонының болмауы

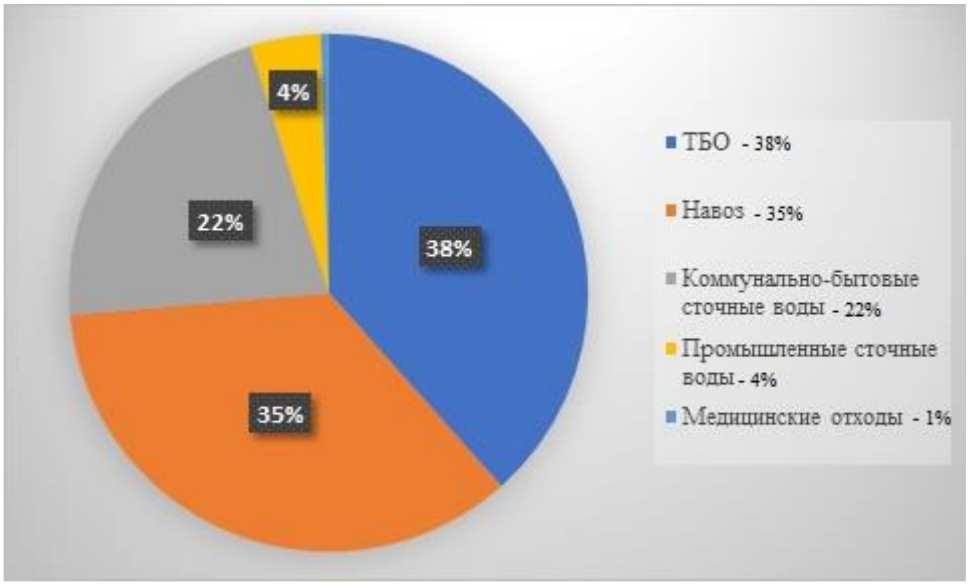
Қалдықтардың жалпы саны және олардың парниктік эффектке қосқан үлесі

Қалдықтардың мөлшері және оларды кәдеге жарату тәсілі туралы жиынтық ақпарат 3.3-кестеде келтірілген. Тек қол жетімді ресми деректер пайдаланылды, ешқандай сараптамалық бағалаусыз.

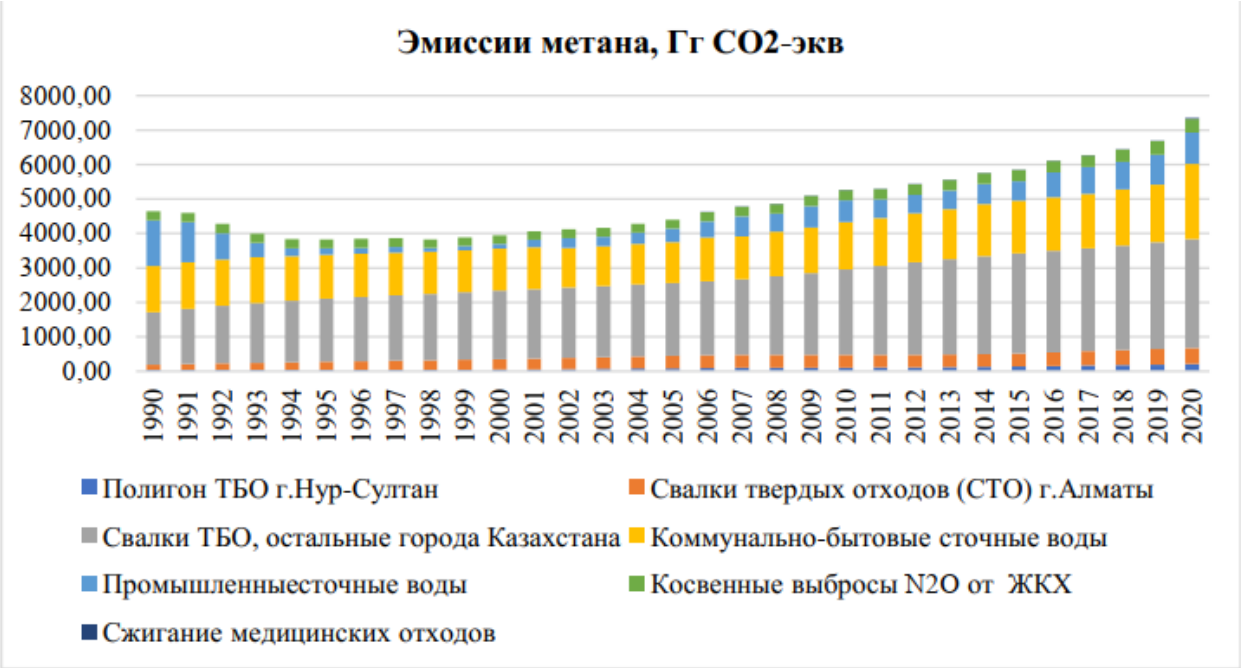
3.2-сурет және 3.3-сурет парниктік газдар шығарындылары кадастрының деректері негізінде кейбір шығарындылардың құрылымын және олардың динамикасын сипаттайды. Негізгі көздер ҚТҚ және ауыл шаруашылығы (көң) болып табылады, олардың үлесіне шығарындылардың болжамды жалпы көлемінің ¾ жуығы тиесілі. Шығарындылардың жалпы көлемі негізінен қатты тұрмыстық және ауылшаруашылық қалдықтарының өсуіне байланысты үнемі артып келеді.

Кесте 3.3 - 2018 жылғы қалдықтар саны

Қалдықтардың түрі	Саны, мың тонна	Кәдеге жарату тәсілдері
Қатты тұрмыстық қалдықтар	5 500	69,9 % - полигондарда жерлеу.
Ағынды суларды тазарту қондырғыларынан	668 600 (тыс. $м^3$)	14,0 % - қайта пайдалану және қайта өңдеу. .
Ағынды суларды тазарту қондырғыларының тұнбасы (20% құрғақ қалдық)	1 337	Тазартудан кейін олар жер үсті су объектілеріне төгіледі.
Ауыл шаруашылығы қалдықтары	46 221,2	Лай тоғандарында және көпбұрыштарда 100% кәдеге жарату (таралуы белгісіз).
Медициналық қалдықтар	245,38	Топырақты тыңайтқыш ретінде мал азығы және мал төсегі ретінде, сондай-ақ өртеу үшін. Кәдеге жарату түрлері бойынша көлемдер белгісіз.



Сурет 3.2 - Қалдықтар секторындағы парниктік газдар шығарындыларының құрылымы



Сурет 3.3 - Қалдықтар секторындағы парниктік газдар шығарындыларының тенденциялары

Мәселелерді шешуге басымдық беру:

- ҚТҚ кәдеге жарату, соның ішінде бөлек жинауды енгізу және қалдық Қалдықтарды кәдеге жарату үшін санитарлық полигондар желісін құру;
- Ағынды суларды тазарту қондырғыларынан шөгінділерді кетіру;
- Егістіктерді ұрықтандыру үшін пайдаланылмайтын көңді кәдеге жарату;
- Басқа мақсаттарда пайдаланылмайтын шөгінділерді жою.

Қалдықтардың соңғы үш түрін, мысалы, метан цистерналары немесе басқа тәсіл арқылы бірге тастауға болады. Мұның Қазақстанда сәтті іске асырылуы фактісі Шымкент кешенді сарқынды суларды тазарту құрылыстарының тиімді және экономикалық тұрғыдан тиімді жұмысымен расталады.

3.2. Әдіснама

Қалдықтар модулінің құрылымдық құжаттамасында қалдықтар ағынын есептеу, басқару және соған байланысты шығындар туралы шолу бар. Модуль

қалдықтар мен шығындарды басқару саясатына байланысты өзгерістерді талдауға мүмкіндік береді. Модельдің ең соңғы нұсқасы Times моделінен алынған параметрлер мен нәтижелердің кедергісіз интеграциялануын қамтамасыз ету үшін Excel электрондық кестесінен Параметрлерді тікелей импорттауға мүмкіндік беретін етіп өзгертілген. Бұл келесі айнымалыларға қатысты:

- Биоэнергия өндірісінің әлеуеті

Деректерді импорттау GET XLS data функциясы арқылы жүзеге асырылады, соның арқасында Vensim Excel кестесіндегі деректерді оқиды. Келесі теңдеу 10 жастан асқан бензинмен автомобильдерді әкелу үшін тұжырымдалған.

TIMES-қосымша биогаз генерациясының қуаты =

GET XLS DATA('KAZ_TIMES_data import.xlsx' , 'Waste' , 'B1' , 'B5')

Жоғарыдағы теңдеуде деректер импортталатын электрондық кесте, сәйкес деректер тізімделген Парақ, "уақыт" жолы, яғни B1 және импортталған уақыт қатарының бірінші ұяшығы бар. Get XLS data функцияларын пайдалану DM моделінің параметрлерін TIMES нәтижелерімен толық үйлестіруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл тәсіл көптеген әртүрлі параметрлерге әсер ететін бірдей модельдермен бірнеше итерацияларды орындау үшін пайдалы.

Қатты тұрмыстық қалдықтар (ҚТҚ)

ҚТҚ моделі ҚТҚ-дағы қалдықтардың әртүрлі ағындарын және қазіргі уақытта ҚТҚ жинау, сұрыптау және өңдеу үшін қолданылатын басқару тәсілдерін көрсетеді. ҚТҚ моделінде қалдықтардың келесі ағындары қарастырылады:

- Органикалық қалдықтар

- Қағаз
- Пластмассалар
- Шыны
- Металдар, және
- Аралас қатты қалдықтар

Қалдықтарды басқару секторында әртүрлі технологиялар бар және олардың кейбіреулері қалдықтарды басқарудың сызықтық моделін қолдайды (яғни басынан аяғына дейін), ал басқалары материалдарды қайта өңдеуді және/немесе қайта пайдалануды қолдайды (яғни басынан аяғына дейін). ҚТҚ моделінде келесі процестер мен технологиялар ескерілген:

- Қалдықтарды жинау
- Қоқыс сұрыптау зауыттары
- Қайта өңдеу зауыттары
- Көпбұрыштар
- Жану
- Қалдықтарды энергияға айналдыру

Модель қайта өңдеу жылдамдығы немесе қалдықтарды энергияға айналдыру сияқты негізгі болжамдарға негізделген пайдаланушы анықтайтын мақсаттары бар әртүрлі араласу сценарийлерін модельдейді. Мысалы, модель биологиялық қалдықтарды қайта өңдеу мақсаттарына жетудің салдарын (мысалы, 2040 жылға қарай 40% және 2050 жылға қарай 50%) және жұмыс орындарын құруға және қалдықтарды басқаруға байланысты шығарындыларға, сондай-ақ денсаулыққа әсерін талдау үшін пайдаланылуы мүмкін. ҚТҚ басқаруға байланысты келесі сценарийлер (араласулар) модельденеді:

- Қалдықтардың пайда болуын болдырмау (бір реттік заттарды пайдалануды азайту), қалдықтарды көмуге тыйым салу
- Қалдықтарға байланысты салық салу және қалдықтарды жоюға әсері

- Жақсартылған ҚТҚ жинау және сұрыптау
- ҚТҚ жақсартылған өңдеу
- Қалдықтарды отын ретінде пайдалану арқылы энергияға айналдыру (2040 жылға қарай ҚТҚ-да биомассаның 40%, 2050 жылға қарай 50% пайдалану)

ҚТҚ моделі оқиғалардың дамуының әртүрлі сценарийлерін талдауға мүмкіндік береді. Мысалы, қайта өңдеу үлесінің артуы полигондарда қалдықтардың жиналуын болдырмайды және қайталама материалдардың ішкі өндірістік әлеуеті туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді. Қалдықтарды сұрыптау мен өңдеуді жақсарту қосымша жұмыс орындарын құрып, парниктік газдар шығарындылары, бөлшектердің ластануы және полигондардың ағып кетуінен болатын судың ластануы сияқты қалдықтармен байланысты жағымсыз әлеуметтік-экологиялық әсерлерді азайтуы мүмкін. Сонымен қатар, қайталама материалдарды пайдалану өндірушілердің өндірістік шығындарын азайтады және осылайша олардың бәсекеге қабілеттілігін арттырады.

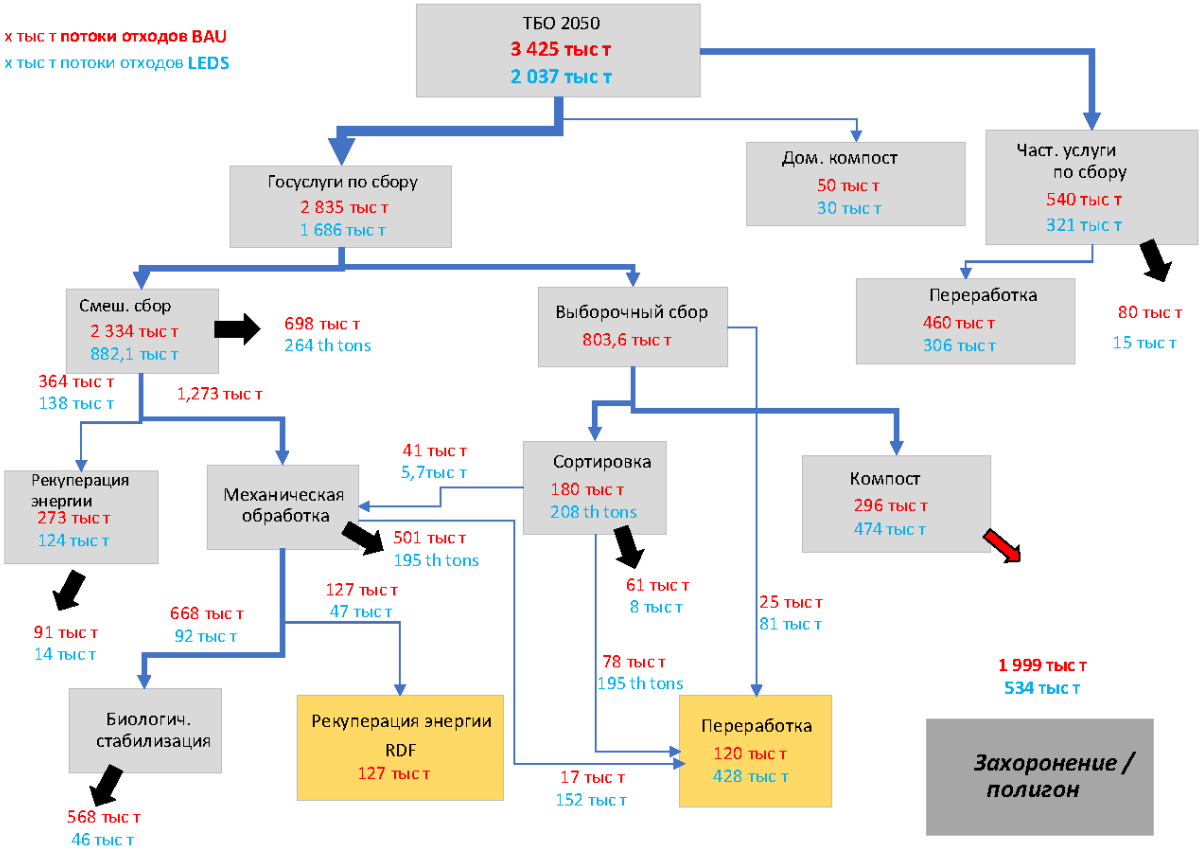
Экономикалық талдау шығындар мен пайданы кешенді талдау (СВА) көмегімен жүзеге асырылады. Кешенді СВА араласуға байланысты инвестициялық және операциялық шығындарды, алдын-алу шығындарын және қосымша артықшылықтарды қорытындылайды, сондықтан әр араласудың оң және теріс жақтарын біртұтас қарастырады. Талдау инвестициялардың қолданылу мерзімін және/немесе әсер ету ұзақтығын ескере отырып, көрсеткіштердің әрқайсысы үшін жиынтық мәндерді ұсынады. Шығындар мен пайданы кешенді талдаудың Шығыс көрсеткіштерінің қысқаша мазмұны 3.4-кестеде келтірілген.

3.4-кесте-ҚТҚ моделінің шығу көрсеткіштеріне шолу

Санат	**Көрсеткіш**
	Күрделі салымдар

Инвестициялық және операциялық шығындар	Пайдалану және техникалық қызмет көрсету шығындары
Алдын алу шығындары	Көміртектің қоғамдық құны
	Синтетикалық тыңайтқыштың құны
Қосымша артықшылықтар	Жұмыспен қамту және еңбек кірістері
	Компост пен түйіршіктер өндірісінен кіріс алу

Қатты тұрмыстық қалдықтарды (ҚТҚ) өндіруге арналған құрылым қалдықтарды мемлекеттік және мемлекеттік емес басқаруды әр түрлі етеді және қалдықтарды басқарудың әр түрлі нұсқалары мен тиісті шығындарын қамтиды. 3.4-суреттегі Блок-схема қатты тұрмыстық қалдықтарды қалыптастыру және өңдеу үшін жасалған құрылымды көрсетеді.



3.4-сурет - Қатты тұрмыстық қалдықтарды өңдеудің Блок-схемасы

ҚТҚ түзілуі халықтың жалпы саны мен жан басына шаққандағы қалдықтардың пайда болу коэффициенті негізінде есептеледі. Төмендегі теңдеу өндірілген қатты тұрмыстық қалдықтардың жалпы көлемін есептеу үшін қолданылады.

материалдар бойынша қатты тұрмыстық қалдықтардың түзілуі =

*халық * жан басына шаққандағы ҚТҚ-ның жиынтық білімі (Time) * (1-leds - те жан басына шаққандағы ҚТҚ-ның азаюы)*

ҚТҚ-ның жалпы мөлшері кейіннен қалдықтармен жұмыс істеудің әртүрлі кезеңдеріне бөлінеді. ҚТҚ - ны басқару үшін қарастырылған қалдықтарды басқару технологиялары жоғарыдағы блок-схемада көрсетілген қалдықтар ағындарын көрсетеді. ҚТҚ басқару үшін келесі кезеңдер мен басқару технологиялары қарастырылады:

- Қалдықтарды жинау (Мемлекеттік және мемлекеттік емес қызметтер)

- Қалдықтарды сұрыптау

- Материалдарды қалпына келтіру (қайта өңдеу)

- Компосттау (тұрмыстық және коммерциялық)

- Механикалық өңдеу

- Энергияны қалпына келтіру (қарапайым және ҚТҚ отыны)

- Биологиялық тұрақтандыру

- Полигон, және

- Өртеу

ҚТҚ басқару тәсілдерінің тиісті үлестері ҚТҚ блок-схемасы негізінде қалдықтарды басқару жөніндегі ұлттық сарапшылармен бірлесіп әзірленді. Қалдықтар қалдықтарды басқару жүйесі арқылы өтеді және фракцияларды қолдана отырып, әртүрлі басқару режимдеріне бөлінеді. Иллюстрация үшін үйдегі ҚТҚ компостының теңдеуі келтірілген.

үйде компостталған ҚТҚ =

*тұрмыстық қатты қалдықтардың пайда болуы * үй компосттарының үлесі*

Дәл осындай тәсіл қалдықтарды әртүрлі өңдеу технологиялары бойынша тарату үшін қолданылады.

ҚТҚ өңдеу бөлігінде қалдықтарды басқаруға арналған шығындар Қалдықтардың тиісті ағындарын және өңдеудің әрбір әдісіне арналған шығындар туралы болжамдарды пайдалана отырып есептеледі. 3.5-кестеде қарастырылып отырған өңдеу әдістерінің әрқайсысы үшін өңделген қалдықтардың тоннасына күрделі және операциялық шығындар келтірілген. Шығындар параметрлері алдын - ала жасалған, олар Венгриядағы қалдықтарды басқару бойынша сарапшылардан алынған.

3.5-кесте - Өңдеу түрлері бойынша бөлініс те қалдықтарды басқаруға арналған шығындарға шолу.

Қатты тұрмыстық қалдықтарды басқару шығындары	**Күрделі шығындар**	**ПТқК шығындары**
Алым-мемлекеттік қызметтер	*долл. АҚШ/ т / жыл*	*долл. АҚШ/ т / жыл*
Аралас алым	98,2	49,8
Энергияны қалпына келтіру	641,8	40,0
Механикалық өңдеу	155,6	32,4
Аралас жинауды өңдеу	Берілмеген	Берілмеген
Іріктеп жинау және сұрыптау қалдықтарын механикалық өңдеу	Берілмеген	Берілмеген
Тұрақтандыру	161,7	15,4
Энергияны қалпына келтіру - ҚТҚ отыны	Берілмеген	Берілмеген
Таңдамалы алым	314,7	97,7
Сұрыптау	64,70	38,11
Қайта өңдеу (сұрыптау жоқ)	64,70	38,11
Компосттау	207,9	28,2
Үйде компост жасау	Берілмеген	Берілмеген

Жинау-мемлекеттік емес қызметтер	75,5	Берілмеген
Қайта өңдеу	Берілмеген	Берілмеген
Барлығы жерленген/депонирленген	Берілмеген	Берілмеген

Қатты коммуналдық-тұрмыстық қалдықтарды басқаруға арналған шығындар

Саясаттың ҚТҚ басқарудағы жалпы инвестицияларға және операциялық шығындарға әсерін талдау үшін ҚТҚ басқарудың барлық технологиялары бойынша күрделі және операциялық шығыстар жиынтықталады. Екі көрсеткіштің қосындысы коммуналдық-тұрмыстық қалдықтарды басқарудың жалпы жылдық құнын білдіреді. Себеп-салдарлық байланыстар ағашы 3.5-суретте ҚТҚ басқарудың жалпы жылдық құнын есептеу үшін қолданылатын барлық айнымалыларды көрсетеді.

3.5-сурет - Коммуналдық-тұрмыстық қалдықтарды басқарудың жалпы жылдық құнының себеп-салдарлық байланыс ағашы

Ақырында, ұлттық статистикада көрсетілген қалдықтарды басқарудың әртүрлі ағындары арасындағы сәйкестікті қамтамасыз ету үшін ҚТҚ ағындары жиынтық ағындарды алу үшін келесідей жинақталады:

- Энергияны қалпына келтіруге арналған қалдықтар
    - энергияны қалпына келтіру үшін қолданылатын ҚТҚ
    - ҚТҚ, энергияны қалпына келтіру үшін пайдаланылады-ҚТҚ отыны
- Материалдарды қалпына келтіруге арналған қалдықтар
    - механикалық өңдеуден қайта өңделген ҚТҚ
    - мемлекеттік емес алымнан қайта өңделген ҚТҚ
    - сұрыптаудан қайта өңделген ҚТҚ
- Қалдықтарды жағу
    - Жоқ
- Полигонға қалдықтар
    - аралас алымнан көмілген ҚТҚ
    - мемлекеттік емес алымнан көмілген ҚТҚ
    - сұрыптаудан көмілген ҚТҚ
    - энергияны қалпына келтіруден көмілген ҚТҚ
    - механикалық өңдеуден көмілген ҚТҚ
    - биологиялық тұрақтандырудан көмілген ҚТҚ
- Қалдықтарды басқарудың басқа түрлері
    - таңдамалы жинаудан компостталған ҚТҚ
    - қатты тұрмыстық компост

Қалдықтарды басқару саласындағы жұмыспен қамту

Қалдықтармен жұмыс істеу саласындағы жұмыспен қамту қалдықтардың бес жиынтық ағыны және әрқайсысы үшін өңделген қалдықтардың тоннасына сәйкес жұмыспен қамту коэффициенті негізінде есептеледі. 3.6-суреттегі себеп-салдар ағашы қалдықтарды басқарудағы

жалпы жұмыспен қамтуды есептеу үшін қолданылатын айнымалыларды көрсетеді.

3.6-сурет - Қалдықтарды басқару саласындағы жалпы жұмыспен қамтудың себеп-салдарлық ағашы

Ағынды сулар

Ағынды сулардың моделі ағынды сулардың пайда болуы мен тазартылуын, сондай-ақ ағынды суларды тазарту қондырғыларында пайда болатын шөгінділерді көрсетеді. Алынған тұнба электр энергиясы мен жылуды өндіру үшін қалдықтардан энергия өндіру жүйелері үшін шикізат болып саналады. Модель келесі технологияларды қарастырады:

- Ағынды суларды тазарту (технологияны нақты инфрақұрылым негізінде таңдау керек)
    - физикалық жою
    - ультрафильтрация
    - кері осмос
- Қалдықтарды энергияға, биогазға қайта өңдеу жөніндегі қондырғы

Ағынды сулардың моделі электр энергиясын өндіру үшін ағынды сулардың шөгінділерін пайдалану әсерін және ағынды сулармен байланысты ПГ шығарындыларына байланысты әсерді бағалауға арналған. Талдау келесі сценарийлерге негізделген:

- Ағынды суларды тазарту қондырғыларында тұнбаны өңдеу және биогаз қондырғыларын енгізу

Экономикалық талдау шығындар мен кірістерді кешенді талдау арқылы жүзеге асырылады, онда инвестициялық және операциялық шығындар, алдын-алу шығындары және модельденген араласулардың әрқайсысы үшін қосымша пайда жинақталады. 3.6-кестеде шығындар мен пайданы талдау көрсеткіштеріне шолу берілген.

3.6-кесте - Тұнбаны өңдеу моделінің шығыс көрсеткіштеріне шолу

Санат	**Көрсеткіш**
Инвестициялық және операциялық шығындар	Күрделі салымдар
	Пайдалану және техникалық қызмет көрсету шығындары
	Қажетті субсидиялар / ынталандырулар
Алдын алу шығындары	Энергия шығындары
	Шығарындылар және денсаулық сақтау шығындары
	Көміртектің қоғамдық құны
Қосымша артықшылықтар	Еңбек табысы
	Табыс алу

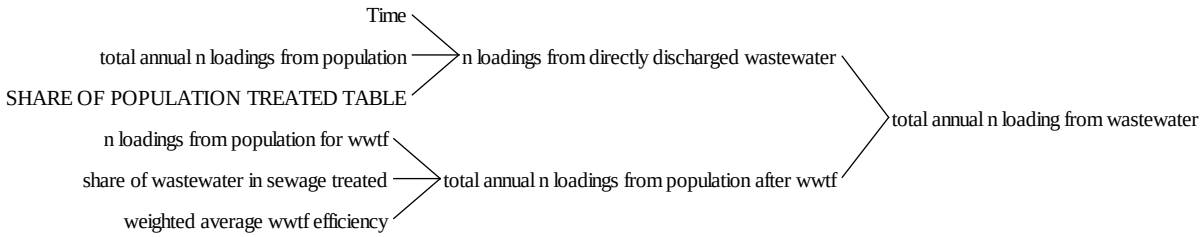
Ағынды суларды қалыптастыру модулінде халықтың тек бір бөлігі ғана Ағынды суларды орталықтандырылған тазартуға қосылған деп болжанады. GEM-де ағынды сулардың пайда болуы жан басына шаққандағы ағынды сулардың орташа түзілуін халықтың жалпы санына көбейту арқылы есептеледі. Тазартылатын ағынды сулардың мөлшері ағынды сулардың жалпы көлемінің үлесі ретінде есептеледі. Тазартылатын ағынды сулардың үлесі ұлттық статистикадан алынды.

тазартуға арналған ағынды сулар =

*ағынды сулардың пайда болуы * тазартуға арналған ағынды сулардың үлесі кестесі(Time)*

Модель ағынды суларды тазарту қондырғыларына азот жүктемесі келесі абзацта сипатталған Ағынды суларды тазарту құрылымына байланысты деп болжайды. Халық түзетін барлық басқа азот массасы өңдеусіз қоршаған ортаға шығарылады деп болжануда. Тазарту құрылыстарына қосылған халық саны Ағынды суларды тазартуға қосылған халықтың үлесі негізінде есептеледі. Ағынды сулардағы азот массалары адамдардың тиісті санын жан басына шаққандағы орташа жылдық азот массасына көбейту арқылы есептеледі.

3.7-суреттегі себеп-салдар ағашы ағынды сулардағы жалпы жылдық азот жүктемесін есептеу үшін қолданылатын айнымалыларды көрсетеді.



3.7-сурет - Ағынды сулардан жалпы жылдық азот жүктемесінің себеп-салдарлық ағашы

Кәрізге қосылмаған халықтың жүктемесі өңдеусіз төгіледі деп болжанғандықтан, Ағынды суларды тазартқаннан кейін халықтың азот жүктемелері тазартуға түсетін азот жүктемелері, тазартылған ағынды сулардың үлесі және тазарту құрылыстарының тиімділігі негізінде есептеледі. Осылайша, жалпы жылдық азот жүктемесі жер үсті су объектілеріне төгілетін ағынды сулардан (тазартылған және тазартылмаған) азоттың жалпы мөлшерін білдіреді.

тазарту құрылыстарынан кейінгі халықтың жалпы жылдық азот жүктемесі =

*халықтан тазарту құрылыстарына азот жүктемесі * кәріздегі тазартылатын сарқынды сулардың үлесі * (1-тазарту құрылысының орташа өлшенген тиімділігі) + халықтан тазарту құрылыстарына азот жүктемесі * (1-кәріздегі тазартылатын сарқынды сулардың үлесі)*

Ағынды сулардан азоттың жалпы жылдық массасы қоршаған ортаға азоттың жалпы шығынын бағалау үшін қолданылады. Қоршаған ортаға азотты шығарудың жалпы құны ағынды сулардан азоттың жалпы жылдық массасын қоршаған ортаға шығарылған N килограммының құнына көбейту арқылы есептеледі. Жалпы нақты ЖІӨ ге бөлінген кезде қоршаған ортаға N шығарындыларының жалпы құны жалпы нақты ЖІӨ дегі азот шығарындылары шығындарының үлесін береді.

жалпы нақты ЖІӨ-дегі азот шығынының үлесі =

ZIDZ (қоршаған ортаға азот шығарындыларының жалпы құны, нақты ЖІӨ)

Жалпы нақты ЖІӨ-дегі N шығарындыларының үлесі Ағынды суларды тазартудың барлық үш өндірістік сектордағы өндіріс факторларының жалпы өнімділігіне әсерін бағалау үшін пайдаланылады, бұл салалық және жалпы ЖІӨ-ні бағалау тақырыбындағы модульдік құжаттамада сипатталған.

Ағынды суларды тазарту

Ағынды суларды тазарту модулі тазарту қондырғыларының (ОЖ) жалпы қуатын және тазартылған ағынды сулардың үлесін есептеуге қызмет етеді. Онда Ағынды суларды тазарту тиімділігі мен тиімділігі, сондай-ақ ағынды сулардың ағынынан шығарылатын азот массалары туралы ақпарат бар.

Ағынды суларды тазарту қондырғылары құрылыс қарқыны мен ағынды суларды тазарту қондырғыларының тозуына байланысты өзгеретін қор ретінде модельденеді. Қор теңдеуін келесідей сипаттауға болады

Ағынды суларды тазарту қуаты $_{t+1}$ *=*

Ағынды суларды тазарту қуаты $_{t0}$ *+ ОЖ қуатын құру коэффициенті* $_{t0}$*-ОЖ амортизациясы* $_{t0}$

ОЖ қуаттарының құрылыс коэффициенті-бұл қажетті және қазіргі уақытта орнатылған ОЖ қуаттарының арасындағы айырмашылықты есептеу. ОЖ қуат қорының теңдеуінде бұл қуат айырмашылығы динамикада біріктірілген. Осы түзету процесіне қосымша, құрылыс коэффициенті Ағымдағы қуат өзінің қызмет ету мерзімінің соңына жеткенде жаңа қуаттар пайдалануға беріледі деген болжамға сүйене отырып, қуаттардың амортизациясын да ескереді.

ОЖ қуаттарын салу =

IF then ELSE (қажетті ОЖ қуаты > Ағынды суларды тазарту қуаты, қажетті ОЖ түзету / ОЖ салу уақыты + ОЖ ауыстыру коэффициенті, 0)

If then else функциясы ОЖ қуатының құрылысы тек қуат тапшылығы жағдайында жүруін қамтамасыз етеді. Ол негізінен MIN функциясын орындайды, өйткені ол ағымдағы ОЖ қуат деңгейі талап етілгеннен жоғары болса, құрылыс коэффициентінің төмендеуіне жол бермейді. ОЖ қуаттылығының амортизация нормасы кідіріс функциясы ретінде тұжырымдалады, бұл оның жоспарланған қызмет ету мерзімі аяқталғаннан кейін қуат пайдаланудан шығарылады деп болжайды.

ОЖ амортизациясы =

Delay FIXED (ОЖ қуатын салу, ОЖ орташа қызмет ету мерзімі, 0)

Тазартылған ағынды сулардың көлемі ағынды суларды тазарту қуаттылығының ағымдағы деңгейі ретінде анықталады, өйткені қуат бірлігі жылына литрмен беріледі. Тазартылған сарқынды сулардың үлесі және тазартылмаған сарқынды сулардың саны тұрғындардан тазартуға түсетін сарқынды сулардың жалпы көлемі және тазартылған сарқынды сулардың саны негізінде есептеледі. Кәріздегі тазартылатын ағынды сулардың үлесі келесі теңдеу бойынша есептеледі

кәріздегі тазартылатын сарқынды сулардың үлесі =

MIN (тазартуға арналған сарқынды сулардың үлесі кестесі (Time),ZIDZ (тазартылған сарқынды сулардың саны, тазартуға арналған сарқынды сулар))

MIN функциясы Ағынды суларды тазарту үшін ағынды сулардың үлесі мен ағынды суларды тазартудың ықтимал үлесін таңдайды (ағынды сулардың жалпы санына бөлінген өңделген ағынды сулар ретінде тұжырымдалған). Бұл формула тек тазартуға арналған ағынды суларды өңдеуді қамтамасыз етеді. Потенциалды тазарту үлесі үшін қолданылатын ZIDZ функциясы нөлге бөлінген жағдайда интеграция қатесін болдырмайды, егер халықтың тазартуға дейінгі ағынды суларының мөлшері нөлге дейін төмендесе. Тазартылмаған ағынды сулардың қалдық мөлшері тазартылған ағынды сулардың жалпы санынан Ағынды суларды тазарту қуаты ретінде анықталған тазартылған ағынды сулардың мөлшерін шегеру арқылы есептеледі.

Аралар шығаратын ағынды сулардағы азоттың орташа концентрациясы тазартылатын ағынды сулардың жалпы көлеміне, тазартылған ағынды сулардың үлесіне және ағынды сулардағы N концентрациясына байланысты.

ара ағынды суларындағы азоттың орташа концентрациясы =

*ара үшін сарқынды сулардағы азот концентрациясы * (кәріздегі тазартылатын сарқынды сулардың 1 - үлесі) + арадан тазартылған сарқынды сулардың азот концентрациясы * кәріздегі тазартылатын сарқынды сулардың үлесі*

Ол тазартылмаған судағы N концентрациясы (мысалы, қуат тапшылығы немесе электр қуаты өшкен жағдайда) мен тазартылған ағынды сулардағы концентрация арасындағы орташа өлшенген мән ретінде есептеледі, бұл ағынды сулардың ағынындағы N концентрациясына және ОЖ қуатымен азотты кетіру тиімділігіне байланысты.

арадан тазартылған ағынды сулардағы азот концентрациясы =

*ОЖ үшін ағынды сулардағы азот концентрациясы * (1-орташа өлшенген ОЖ тиімділігі)*

Содан кейін тазартылған ағынды сулардағы азоттың жалпы жүктемесі Ағынды суларды тазарту нәтижесінде тазартылған ағынды сулардағы N орташа алынған концентрациясына ағынды суларға түсетін ағынды сулардың жалпы мөлшерін көбейту арқылы есептеледі.

тазартылған ағынды сулардағы жалпы азот жүктемесі =

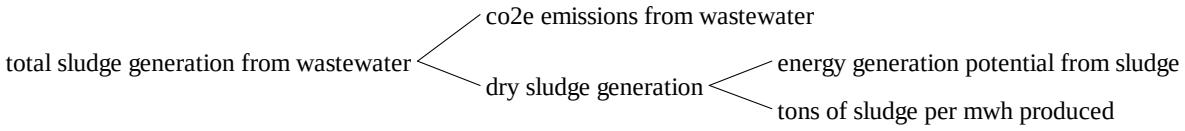
*халықтан тазартуға дейінгі жалпы ағынды сулар * аралар ағынды суларындағы азоттың орташа концентрациясы*

Модель муниципалды ағынды суларды тазарту қондырғыларында ағынды суларды тазарту кезінде пайда болатын шөгінділердің мөлшерін одан әрі есептейді. Шөгінділердің пайда болуы төмендегі теңдеу арқылы ағынды суларды тазарту технологиясы арқылы есептеледі.

[ОС] технологиясы бойынша ағынды сулардан тұнбаның пайда болуы =

*(тазартылған ағынды сулардың мөлшері * белгіленген ОЖ технологиясының фракциясы[ОЖ]) * [ОЖ] технологиясы бойынша орта тұнба түзілуі /(1-LEDs-те ағынды сулардың түзілуін азайту) / тоннасына КГ*

Ағынды суларды тазарту нәтижесінде пайда болатын жалпы тұнба кейіннен әртүрлі тазарту технологияларында пайда болатын тұнбаның қосындысы ретінде есептеледі. Алынған тұнбаның жалпы мөлшері ағынды сулармен байланысты парниктік газдар шығарындыларын есептеу үшін және 3.8-суреттегі пайдалану ағашында көрсетілгендей тұнбадан биоэнергия өндіру әлеуетін бағалау үшін қолданылады.



3.8-сурет - Пайдалану ағашы-ағынды сулардан тұнбаның жалпы түзілуі

Құрғақ тұнбаның түзілуі жалпы тұнбаның түзілуін тұнбадағы құрғақ құрамның үлесіне көбейту арқылы есептеледі. GEM-де құрғақ тұнба тұнбадан энергия өндіру әлеуетін бағалауға қызмет етеді, бұл бүкіл тұнба электр

энергиясын өндіру үшін пайдаланылса, жүзеге асырылуы мүмкін жалпы электр энергиясын өндіруді көрсетеді.

тұнбадан энергия өндіру әлеуеті =

*құрғақ тұнба өндірісі * құрғақ тұнбаның тоннасына шаққандағы энергияның орташа мөлшері / КВТ-ты МВТ-қа айналдыру*

Тұнбадан энергия өндіру әлеуетін іске асыру үшін қажетті қуат қолда бар энергия өндіру әлеуеті негізінде есептеледі, бұл тұнбаны пайдалану нәтижесінде өндіріліп жатқан энергия мөлшерін, биогаз қондырғыларының пайдалы әсер ету коэффициентін және жылына сағат санын шегергендегі энергия өндірудің жалпы әлеуетіне сәйкес келеді.

тұнбадан энергия өндіру әлеуетін іске асыру үшін қажетті қуат =

тұнбадан энергия өндірудің қолда бар әлеуеті / биогаз қондырғысының пайдалы әсер ету коэффициенті / жылына сағат

Ауыл шаруашылығы қалдықтары

Ауылшаруашылық қалдықтарының моделі ауылшаруашылық қалдықтарының ағындарын және олардың энергия өндіру және тыңайтқыш өндіру әлеуетін көрсетеді. Бұл модель ауылшаруашылық қалдықтарының келесі ағындарын ескереді:

- Көң
- Өсімдік қалдықтары

Жоғарыда аталған ресурстар реакторларда немесе аралас жылу электр станцияларында биоэнергия өндіру үшін пайдаланылады. Энергия өндіру әлеуетіне келетін болсақ, Біріккен Ұлттар ұйымының зерттеуі ауыл шаруашылығы қалдықтары Ақмола облысында 258 МВт отынды, Қостанай облысында 244 МВт отынды және Шығыс Қазақстан облысында 122 МВт отынды қамтамасыз ететінін көрсетеді. Биоэнергияны өндіру үшін қолда бар

әлеуетті неғұрлым егжей-тегжейлі бағалауды Еуропалық Қайта Құру және даму банкі өңірлер бойынша бөлуде ұсынады (EBRD, 2017).

Жоспарланған талдауды іске асыру үшін модельде ауыл шаруашылығы қалдықтарының ағындарын қайта өңдеудің (немесе басқарудың) мынадай технологиялары қарастырылады:

- Көң негізіндегі тыңайтқыш зауыттары
- Қалдықтарды энергияға айналдыру
- Қазандық қондырғыларында ауыл шаруашылығы қалдықтарын жағу
- Ауыл шаруашылығы қалдықтарынан биогаз өндіру
- Жылу және электр энергиясын өндіруге арналған Биогаз

Модель ауыл шаруашылығы қалдықтарына негізделген тыңайтқыштар мен биоэнергия өндірісін және қалдықтар секторының негізгі көрсеткіштеріне, соның ішінде қалдықтарға байланысты сыртқы әсерлерге байланысты әсерлерді модельдейді. Бұл іс-шаралар қоршаған ортаға жүктемені азайта отырып, жұмыс орындарын құруға және табыс табуға айтарлықтай әлеуетке ие. Көң негізіндегі тыңайтқыштар өндірілген жағдайда көң жиналып, өндірістік мақсатта пайдаланылады, бұл қоршаған ортаға түсетін қоректік заттардың артық жүктемесінің және топырақтың жоғалуының теріс әсерін азайтады. Көңді тиімді пайдалану сонымен қатар жайылымдарда немесе көңді сақтау және пайдалану жүйелерінде аяқталатын көңден N2O шығарындыларын азайтады. Ауылшаруашылық қалдықтарының ағындарынан биоэнергия өндіру полигондарда көмілген биомасса мөлшерін азайтады, демек, анаэробты ортадағы органикалық материалдардың ыдырауымен байланысты ПГ шығарындылары (мысалы, CH4 шығарындылары).

Экономикалық талдау барлық сценарийлер үшін қажетті инвестициялық және операциялық шығындарды, алдын-ала шығындарды және қосымша пайданы қорытындылайтын шығындар мен пайданы кешенді талдау түрінде

жүзеге асырылады. 3.7-кестеде шығындар мен пайданы кешенді талдауға енгізілген көрсеткіштер жинақталған.

3.7-кесте - Ауыл шаруашылығы қалдықтары моделінің шығу көрсеткіштеріне шолу.

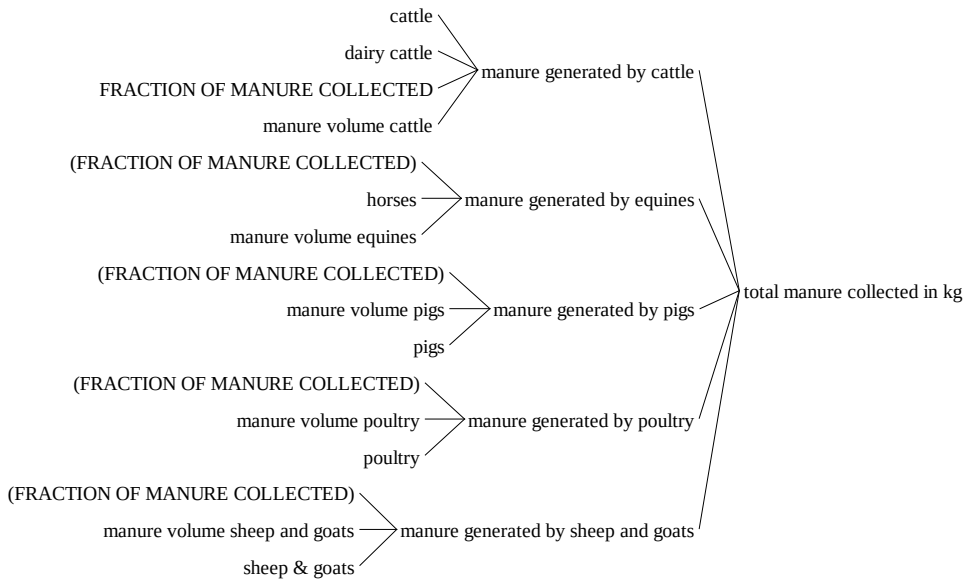
Санат	Көрсеткіш
Инвестициялық және операциялық шығындар	Күрделі салымдар
	Пайдалану және техникалық қызмет көрсету шығындары
	Қажетті субсидиялар / ынталандырулар
Алдын алу шығындары	Энергия шығындары
	Көміртектің қоғамдық құны
	Қоректік заттарды басқару шығындары
	Химиялық тыңайтқыштардың құны
Қосымша артықшылықтар	Еңбек табысы
	Табыс алу

Көң

GEM-де тыңайтқыштар өндірісінің әлеуеті мал санаттары бойынша көңнің жалпы түзілуіне байланысты бағаланады. Себеп-салдарлық байланыстар ағашы 3.9-суретте жиналған көңнің жалпы көлеміне үлес көздерін көрсетеді. Мал санаттары бойынша түзілетін көң бастардың санын (санаттар бойынша) көңнің тиісті жылдық көлеміне және жиналған көң фракциясына көбейту арқылы есептеледі. Иллюстрация үшін шошқалардан көңнің пайда болуын есептеу берілген.

шошқалардан көңнің пайда болуы =

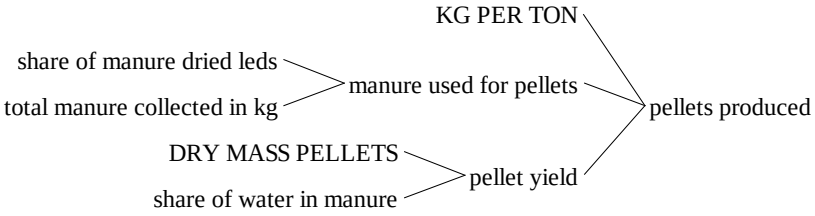
*шошқалар * шошқа көңінің көлемі * жиналған көң фракциясы*



3.9-сурет - Жиналған көңнің жалпы мөлшерінің себеп-салдарлық ағашы

Алынған көң екі мақсатқа қызмет етеді: компост пен көңге негізделген тыңайтқыш түйіршіктерін өндіру және көңден энергия өндіру әлеуетін бағалау (биогаз өндірісі).

GEM компост пен Көң негізіндегі түйіршіктер өндірісін есептеу үшін бірдей әдісті қолданады. Иллюстрация үшін көң негізіндегі түйіршіктерді бағалау құрылымы сипатталған. Түйіршіктерді өндіру әлеуеті жиналған көңнің жалпы көлеміне және түйіршіктерді өндіру үшін кептірілген көңнің үлесіне негізделген. Кептірілген көң түйіршіктердің шығымдылығына көбейтіліп, өндірілген түйіршіктердің жалпы санын береді. 3.10-суретте өндірілген түйіршіктердің жалпы санын есептеу үшін қолданылатын айнымалылар келтірілген.



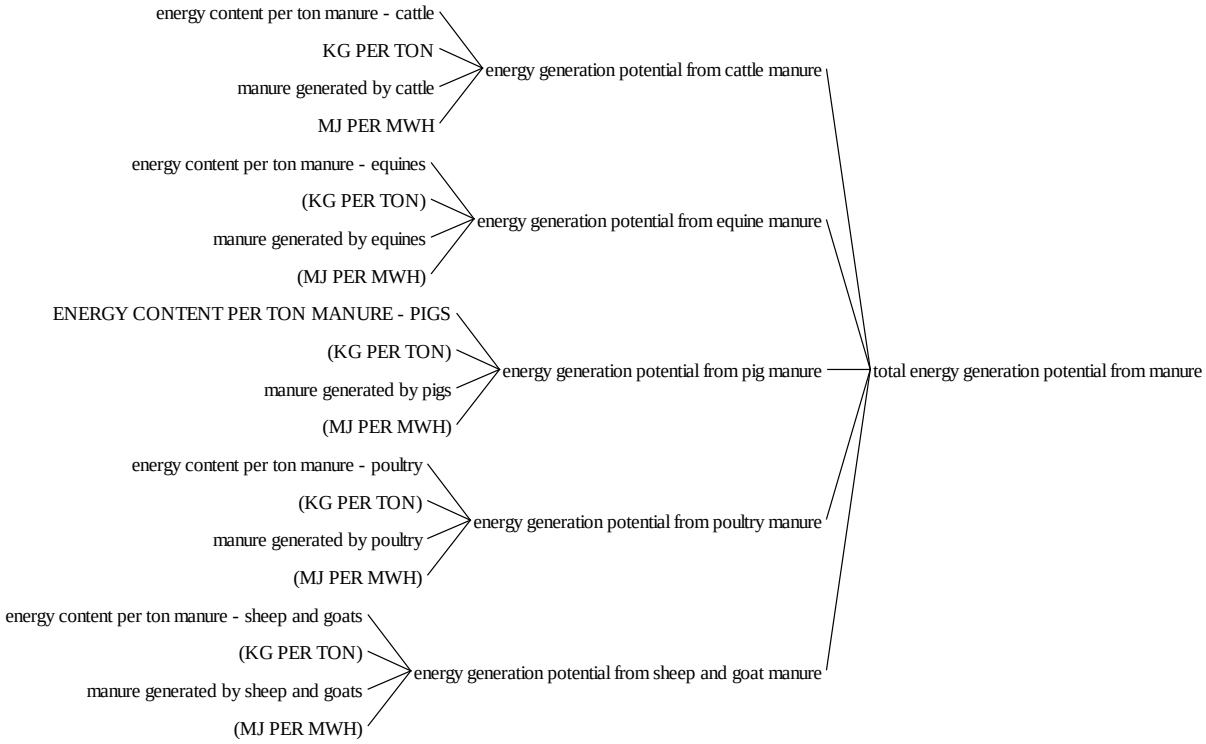
3.10 – сурет - Көң негізіндегі түйіршіктер өндірісінің себеп-салдарлық ағашы

Өндірілген түйіршіктердің саны түйіршіктерді сатудан түскен пайданы есептеуге қызмет етеді, ол түйіршіктерді өндіру шығындары мен оларды сатудан түскен түсім арасындағы айырмашылық ретінде есептеледі. Құны да, кірісі де сатылған түйіршіктердің санын сәйкесінше бір тонна түйіршіктердің орташа құны мен сату бағасына көбейту арқылы есептеледі. Сонымен қатар, өндірілген түйіршіктердің саны түйіршіктерді қолданумен ауыстырылуы мүмкін химиялық тыңайтқыштың мөлшерін бағалауға қызмет етеді. Осылайша, түйіршіктерді ауыстыру кезінде тыңайтқыштарды алдын-ала қолдану түйіршіктер санына сатылған түйіршіктердің минус үлесіне тең. Түйіршіктерді жергілікті өндіру мен пайдаланудың таза пайдасы түйіршіктерді сатудан түскен пайданың (таза кірістің) және түйіршіктерді ауыстыру арқылы тыңайтқыштарды пайдаланудың алдын алған шығындарының сомасы ретінде есептеледі.

түйіршіктер өндірісінің таза пайдасы =

түйіршіктерді өндіруден түскен таза кіріс + түйіршіктер арқылы тыңайтқыштардың алдын-алу шығындары

Көңден энергия өндіру әлеуеті мал санаттары бойынша көңді тиісті энергия сыйымдылығының мультипликаторына көбейту арқылы бағаланады. Мысалы, ірі қара малдың энергия өндіру әлеуеті көңнің жалпы мөлшерін бір тонна ірі қара малдың орташа энергия сыйымдылығына көбейту арқылы есептеледі. 3.11-суреттегі себеп-салдар ағашы көңден электр энергиясын өндірудің жалпы әлеуетін есептеу үшін қолданылатын айнымалыларды көрсетеді.



3.11 – сурет - Көңден электр энергиясын өндірудің жалпы әлеуетінің себеп-салдарлық ағашы

Көңден энергия өндіру әлеуетін іске асыру үшін қажетті қуат кейіннен көңден энергия өндірудің жалпы әлеуетін биогаз қондырғыларының тиімділігіне және жылына сағат санына бөлу арқылы есептеледі.

Ескерту: артықшылықтарды немесе көңді өндіруді асыра бағаламау үшін модель көңді үш түрлі пайдалану түріне (компост, түйіршіктер және энергия) таратын фракцияларды пайдаланады. Барлық сценарийлерде бұл үш фракция қолда бар көңнің жалпы мөлшеріне тең бір фракцияға қосылады.

Ауыл шаруашылығының қалдық қалдықтары

GEM биоэнергияны өндіруге қолайлы деп саналатын ауылшаруашылық қалдықтарының екі түрін – егін қалдықтары мен мал сою қалдықтарын бағалайды. Егін қалдықтары ауыл шаруашылығы модулінен барлық төрт аймақ бойынша ауыл шаруашылығы өндірісінің жалпы көлемі және қалдықтардың ауыл шаруашылығы өндірісіне қатынасы негізінде есептеледі.

ауыл шаруашылығы өндірісінің өсімдік қалдықтары [дақыл түрлері] =

*SUM (дақылдар бойынша жалпы ауылшаруашылық өндірісі [ел аймағы!, дақылдар түрлері]) * қалдықтардың ауылшаруашылық өндірісіне қатынасы[дақылдар түрлері]*

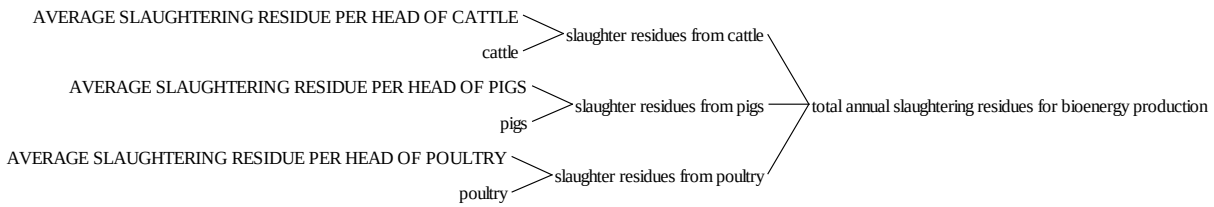
Өсімдік қалдықтарының тоннасына көбейтілген барлық өсімдік қалдықтарының қосындысы өсімдік қалдықтарынан энергия өндіруге мүмкіндік береді.

өсімдік қалдықтарынан энергия өндіру әлеуеті =

*SUM (ауылшаруашылық дақылдарының қалдықтары [дақылдар түрлері!]) * тоннасына МВт / сағ өсімдік қалдықтарының калориялық мәні*

Көң мен шөгінділер сияқты, өсімдік қалдықтарынан биоэнергия өндіруге қажетті қуат энергия өндірудің жалпы әлеуетін биогаз қондырғыларының тиімділік коэффициентіне және жылына сағат санына бөлу арқылы есептеледі.

Сою қалдықтары және тиісті энергия өндірісі қалдықтары энергия өндіруге жарамды деп саналатын малдың жалпы саны негізінде бағаланады. Бұл жағдайда ірі қара, шошқа және құс союының қалдықтары биоэнергияны өндіру үшін союдың жалпы жылдық қалдықтарын құрайды (қараңыз)себеп-салдарлық ағаш төмендегі 3.12-сурет).



3.12-сурет - Биоэнергия өндірісі үшін союдың жалпы жылдық қалдықтарының себеп-салдарлық ағашы

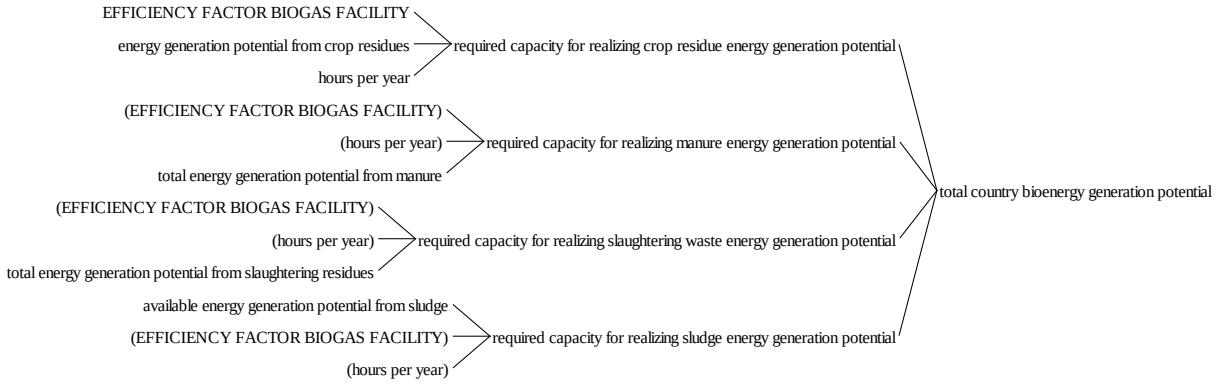
Сою қалдықтарынан энергия өндірудің жалпы әлеуеті сою қалдықтарының санын төмендегі теңдеуде көрсетілгендей энергия өндірудің орташа әлеуетіне тоннаға көбейту арқылы есептеледі.

сою қалдықтарынан энергия өндірудің жалпы әлеуеті=

*биоэнергия өндірісі үшін сою қалдықтарының жалпы жылдық көлемі * сою қалдықтарының тоннасына энергия өндірудің орташа әлеуеті*

Мал сою қалдықтарынан энергия өндірудің жалпы әлеуеті кейіннен биогаз қондырғыларының пайдалы әсер ету коэффициентіне және сою қалдықтары негізінде энергия өндіруді жүзеге асыру үшін жалпы қажетті қуатты алу үшін жылына сағат санына бөлінеді.

Қалдық ағындарының әрқайсысы үшін қажетті қуаттың қосындысы биоэнергия өндірісінің жалпы әлеуетін құрайды, ол МВт қуатымен көрсетіледі. Себеп-салдарлық байланыстар ағашында 3.13-суретте ел деңгейінде биоэнергия өндірісінің әлеуетін бағалаудың төрт көзі жинақталған.



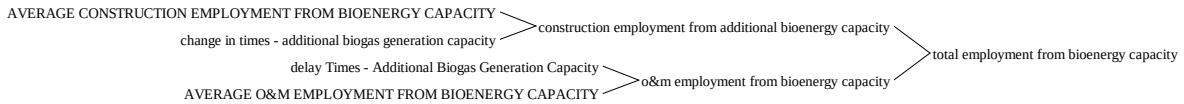
3.13-сурет - Елдегі биоэнергия өндірісінің жалпы әлеуеті (МВт)

Биогаз өндіру және генерациялау бойынша қосымша қуаттар

Бұл модуль алдыңғы бөлімдерде сипатталған биоэнергия өндірісінің әлеуетін ішінара немесе толығымен жүзеге асыратын әртүрлі сценарийлерді модельдеуге мүмкіндік береді. Басқаша айтқанда, бұл модуль қосымша биоэнергия өндіруге, атап айтқанда электр және жылу өндіруге байланысты артықшылықтарға саяси талдау жасауға мүмкіндік береді. Биоэнергия өндірісінің болжамды әлеуетінің бір бөлігі биоэнергия өндіретін қуаттарды орнату арқылы жүзеге асырылуы мүмкін деп болжануда. Биоэнергияны өндіру

модулінде модель қуатты орнатуды, сондай-ақ байланысты шығындарды (яғни күрделі шығындар, пайдалану және техникалық қызмет көрсету) және жұмыспен қамтуды (мысалы, құрылыс, пайдалану және техникалық қызмет көрсету) болжайды.

Дегенмен, осы есепте берілген нәтижелерді алу үшін GE және DD сценарийлерінде орнатылған қосымша биогаз өндіру қуаты қосымша биоэнергия өндіру қуаты үшін TIMES нәтижелеріне негізделген. Инвестициялық және операциялық шығындар, сондай-ақ кірістер TIMES-те көрсетілгендіктен, SD моделі қосымша биоэнергетикалық қуаттарды салуға және ұстауға байланысты жұмыспен қамтуды болжау үшін қолданылады. Пайдалану ағашы 3.14-суретте биоэнергетикалық әлеует есебінен жұмыспен қамтудың себеп-салдарлық байланыстары ағашын көрсетеді.



3.14-сурет - Биогаз өндіру қуаты есебінен жұмыспен қамтудың себеп-салдарлық ағашы

3.3. Қалдықтар секторындағы декарбонизация сценарийінің нәтижелері

Қалдықтар секторын декарбонизациялау нормативтік актілердің қалдықтар ағындарына және қалдықтарды басқаруға байланысты шығындарға, сондай-ақ қалдықтар шығарындыларына әсерін ескеретін сценарийлерге бағытталған. Үш сценарий қалдықтарды басқару саласындағы өршіл міндеттерді қарастырады. Фазалық траекторияны қалдықтарды басқару жөніндегі сарапшылар әзірледі және ол болашақта қалдықтарды басқарудың қазақстандық секторының дамуына қатысты олардың үміттерін көрсетеді. 3.8-

кесте BAU және NZE сценарийлерінде қалдықтарды басқару секторын модельдеуге арналған болжамдардың жалпыланған шолуын ұсынады. Фракциялар материалдар ағындары негізінде анықталады, мысалы, органикалық және басқа қалдықтар ағындарына қолданылмайтын қайта өңдеуге арналған ерекшеліктер бар.

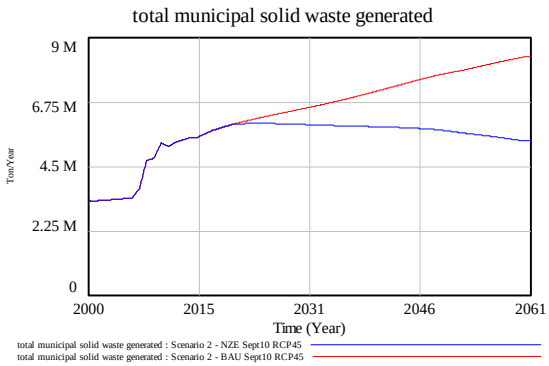
3.8-кесте - 2060 жылға арналған қалдықтарды басқару секторына арналған BAU және NZE сценарийінің болжамдары

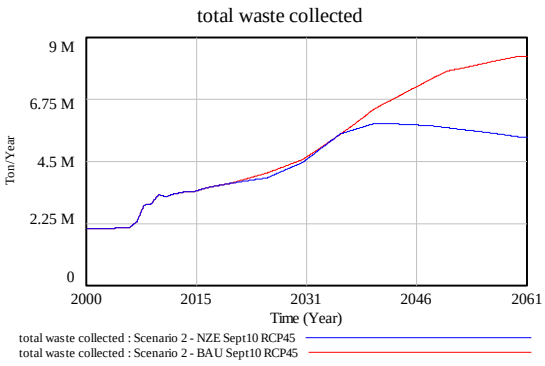
Шара	**BAU**	**Декарбонизация сценарийі**
Ағынды сулардың пайда болуы	0%	-40%
Технологияның құны	-20%	-40%
ҚТҚ		
Жан басына шаққандағы қалдықтардың пайда болуы	0%	-40%
Қалдықтарды жинау (таңдамалы)	100% (2050 жылы)	100% (2040 жылдан бастап)
Қалдықтарды басқару		
Қайта өңдеу*	55%	85%
Қалдықтардан энергияны қалпына келтіру**	33,5%	25,1%
Жерлеу	Қалдық	Қалдық
Компосттау***	15%	70%
Көң		
Тыңайтқыш-көң	0%	33%
Биогаз өндіруге арналған көң	0%	33%
Түйіршіктерді өндіруге арналған көң	0%	33%
Ағынды сулар		

Ағынды суларды тазарту (биогаз)	Өзгермейді	40%
* Органикалық қалдықтар мен басқа да қалдықтар қайта өңдеуден шығарылады ** Энергияны қалпына келтіру және компосттау бәсекелеседі, бұл компосттауға басымдық береді, оның шығарындылары энергияны қалпына келтіруге қарағанда төмен ** Компосттау тек органикалық қалдықтарға арналған		

3.3.1. Қалдықтардың пайда болуы және жиналуы

Барлық сценарийлерде ҚТҚ жалпы білімі 2020 жылы жылына 6,01 млн тоннадан 2060 жылы жылына 8,32 млн тоннаға дейін ұлғаяды деп болжануда. 3.8-кестеде көрсетілгендей, BAU-да жиналатын қалдықтардың үлесі 2050 жылы 100% - ға дейін артады, ал NZE сценарийінде ҚТҚ жинау 2040 жылға қарай 100% - ға дейін артады. Жан басына шаққандағы қалдықтардың азаюы NZE сценарийінде пайда болатын қалдықтардың жалпы көлемінің төмендеуіне әкеледі, 2060 жылы шамамен 5,39 миллион тонна ҚТҚ өндіріледі, бұл BAU сценарийімен салыстырғанда 35,3% - ға төмен. NZE сценарийінде қалдықтардың пайда болуының бұл төмендеуі BAU-да жиналған қалдықтардың жалпы саны NZE сценарийімен салыстырғанда модельдеу кезінде жоғары болуына әкеледі. BAU және NZE сценарийлеріндегі ҚТҚ-ның қалыптасуы мен жиналуының болжамды динамикасы 3.15-суретте көрсетілген.



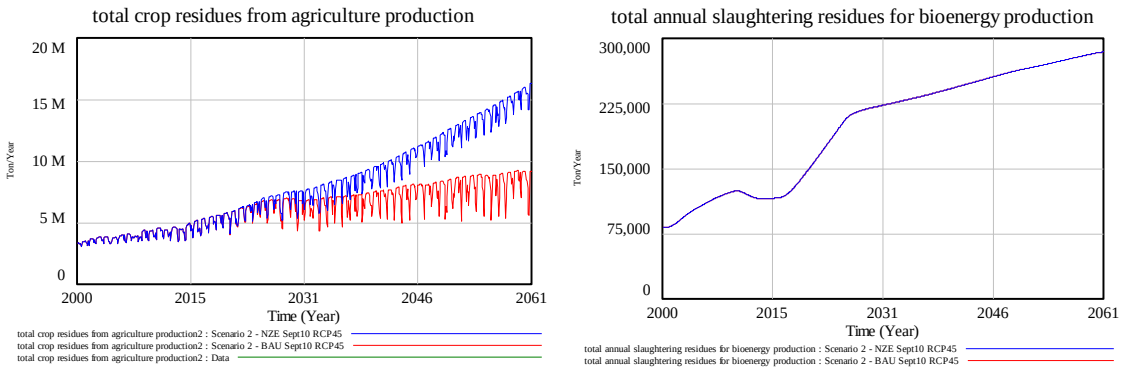


3.15-сурет - Қалыптасқан және жиналған ҚТҚ жалпы саны

ҚТҚ-дан басқа, модель өсімдік қалдықтарын, мал сою қалдықтарын, көң мен шөгінділердің пайда болуын ел деңгейінде бағалайды. Жоғарыда аталған санаттар ел деңгейінде биоэнергия өндірісінің жалпы әлеуетін бағалау үшін енгізілген.

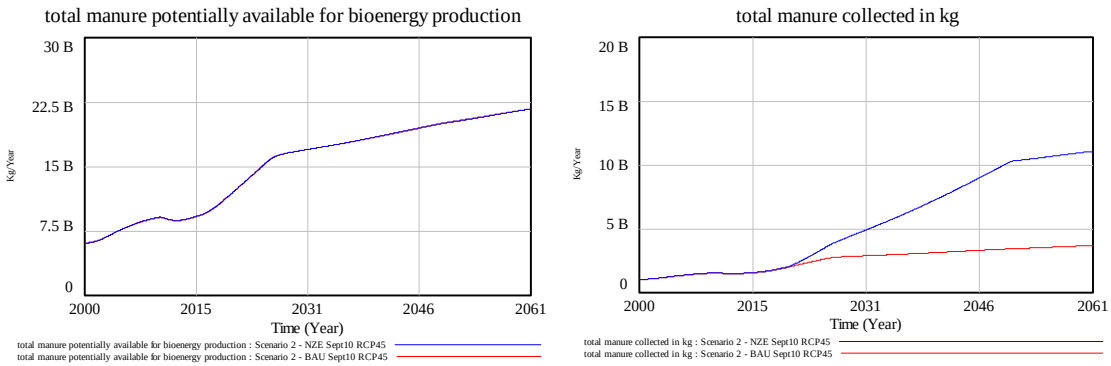
3.3.2. Ауыл шаруашылығы өндірісінің қалдықтары

Өсімдік қалдықтарының, сою қалдықтары мен көңнің жалпы саны ЕҚДБ-ның биоэнергетикалық әлеует туралы есебіне негізделген (2017). 3.16-суретте биоэнергия өндіруге арналған өсімдік қалдықтары мен сою қалдықтарының жалпы санының болжамдары келтірілген. Қолда бар егін қалдықтарының жалпы көлемі BAU сценарийінде 2020 жылы шамамен 5,47 миллион тоннадан 2060 жылға қарай 8,3 миллион тоннаға дейін артып келеді. Органикалық егіншілік арқылы қосымша дақылдар өндірісі және егін жинау алдындағы шығындарды азайту NZE сценарийінде қол жетімді қалдықтардың өсуіне ықпал етеді. 2060 жылға қарай NZE сценарийіндегі қалдықтардың өндірісі жылына 15,59 миллион тоннаны құрайды деп болжануда, бұл BAU сценарийімен салыстырғанда 87,8% - ға жоғары. Сою қалдықтарының көлемі екі сценарий үшін де 2020 жылы жылына 151 700 тоннадан 2060 жылы 283 720 тоннаға дейін өседі деп болжануда.



3.16-сурет - Биоэнергия өндіруге қол жетімді өсімдік қалдықтары (сол жақта) және мал сою қалдықтары (оң жақта)

Биоэнергия өндірісі үшін қол жетімді көңнің жалпы көлемі 3.17-суретте көрсетілген. Көңді қайта пайдаланудың жалпы әлеуеті BAU және NZE сценарийлері бойынша 2020 жылы шамамен 12,15 миллион тоннадан 2060 жылы 21,62 миллион тоннаға дейін артады. Bau-да көңнің болжамды мөлшерінің 17% - ы бар, бұл 2020 жылы 2,06 миллион тонна және 2060 жылға қарай 3,68 миллион тонна бар екенін көрсетеді. NZE сценарийінде көңнің 51% - ы 2050 жылға қарай жиналады, содан кейін бұл көлем өзгеріссіз қалады деп болжануда. BAU-мен салыстырғанда, бұл 2060 жылға қарай қайта пайдалануға болатын көң мөлшерін 11,03 миллион тоннаға дейін арттырады. BAU сценарийімен салыстырғанда 2060 жылы жиналған көң мөлшері 200-ге артады%.

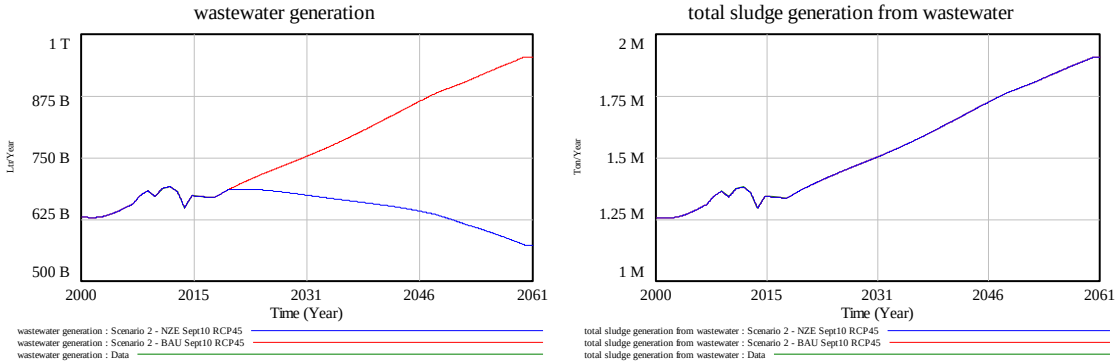


3.17-сурет - Қайта пайдалану үшін жиналған көң мен көң

3.3.3. Ағынды сулар мен шөгінділердің пайда болуы

Қосымша іс-шаралар ағынды сулардың пайда болуы және тұнбаны қайта пайдалану мәселелеріне бағытталған. 3.18-суретте ағынды сулардың жалпы түзілуі және ағынды сулардан тұнба түзілуі көрсетілген. BAU сценарийінде ағынды сулардың жалпы түзілуі 2020 жылы жылына 690 миллион м3-тен 2060 жылы жылына 954 миллион м3-ке дейін артады. NZE сценарийі бойынша

ағынды сулардың азаюы 2060 жылы ағынды сулардың жалпы жылдық жүктемесін 40% - ға төмендетуге ықпал етеді. Тұнбаның пайда болуы ағынды суларға түсетін бөлшектердің жалпы санына байланысты. Бөлшектердің саны барлық сценарийлерде бірдей деп есептеледі, бұл тек ағынды сулардың мөлшері өзгеретінін, бірақ пайда болған шөгінділердің мөлшері өзгермейтінін көрсетеді.

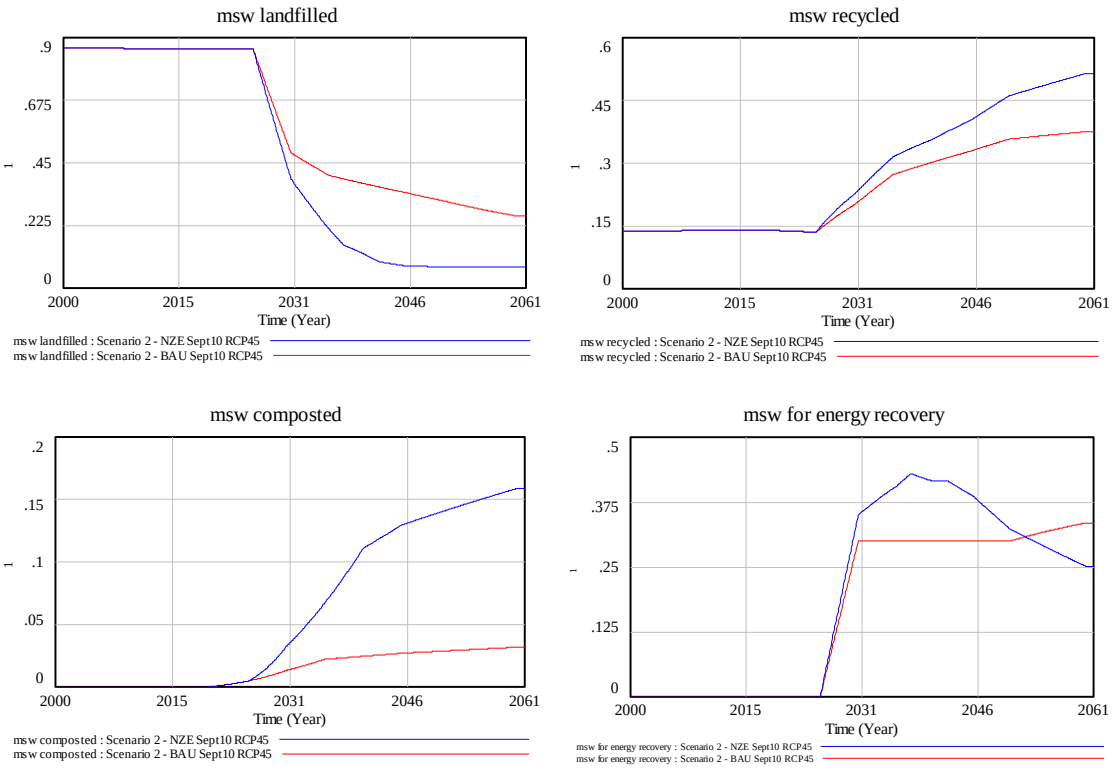


3.18-сурет - Ағынды сулардың жалпы түзілуі және ағынды сулардан тұнба түзілуі

3.3.4. Қалдықтарды басқару және ағынды суларды тазарту

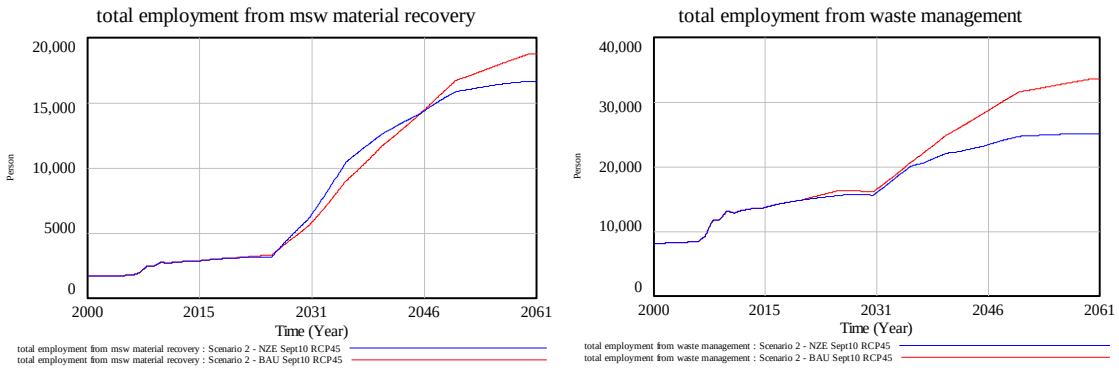
Қатты тұрмыстық қалдықтарды басқаруда қалдықтарды басқару саясатының қалдықтарды басқаруға байланысты шығындар мен шығарындыларға әсерін бағалау үшін әртүрлі өңдеу нұсқалары ерекшеленеді. Қатты тұрмыстық қалдықтарды басқару фракциялары nze сценарийінде базалық деңгейге қатысты қалдық ағындарын өзгертеді деп болжануда. 3.19-сурет BAU сценарийінде де, NZE сценарийінде де белгілі бір басқару режимі арқылы жойылатын қалдықтардың пайызын көрсетеді. Бұл үлестер белгілі бір режим арқылы жойылатын жалпы көлем туралы ақпарат береді. Мысалы, nze сценарийінде энергияны қалпына келтіру (төменгі оң жақ диаграмма), компосттау (төменгі сол жақ диаграмма) және қайта өңдеу (жоғарғы оң жақ диаграмма) үшін пайдаланылған қалдықтардың күрт өсуі байқалады, бұл екі

сценарийде де қалдықтарды көму пайызының (жоғарғы сол жақ диаграмма) күрт төмендеуімен бірге жүреді.



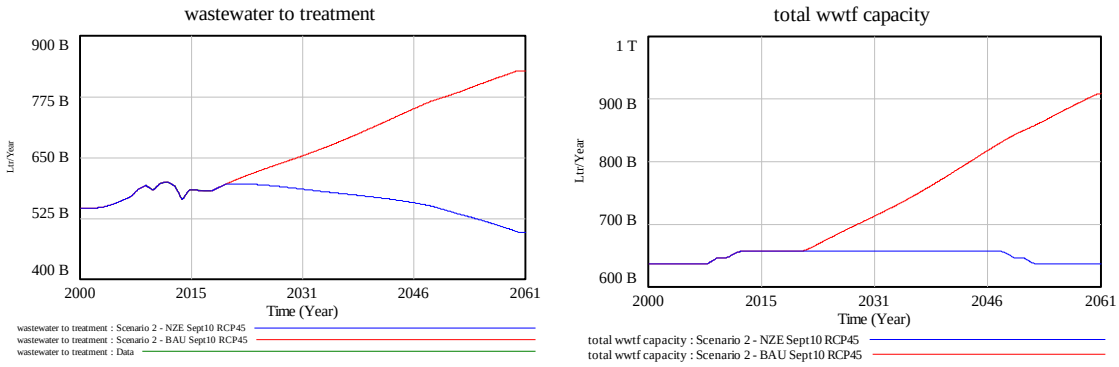
3.19-сурет - Қалдықтарды басқару режимдері бойынша қалдықтарды басқару үлесі

Екінші жағынан, қалдықтарды басқару саласындағы саясат қалдықтар секторындағы жұмыспен қамтуға оң әсер етеді деп күтілуде. BAU сценарийінде қалдықтар секторындағы жұмыспен қамту 2060 жылы 33,600 деп болжануда. NZE сценарийінде қалдықтарды басқару саласындағы жұмыспен қамту 2060 жылы шамамен 25 060 жұмыс орнында болады деп болжануда, бұл BAU сценарийімен салыстырғанда 25,4% - ға төмен. Мұндай жұмыс орындарының қысқаруының негізгі себебі қалдықтар көлемінің азаюы болып табылады, ол материалдарды қайта өңдеу саласындағы қосымша жұмыс орындарына қарамастан, жан басына шаққандағы қалдықтардың пайда болуының болжамды қысқаруы нәтижесінде шығындардың азаюын өтеу үшін жеткіліксіз. Қалдықтарды басқару және материалдарды қалпына келтіру саласындағы жалпы жұмыспен қамту 3.20-суретте көрсетілген.



3.20-сурет - Қалдықтар секторындағы жұмыспен қамту және қайта өңдеудегі жұмыспен қамту

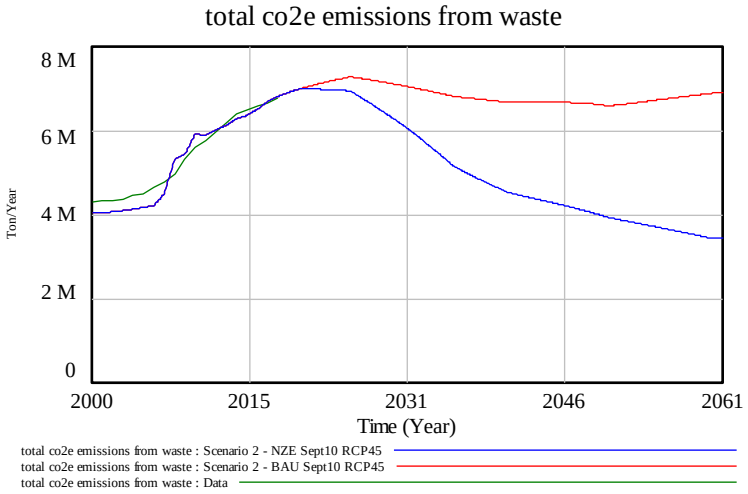
Тазартылған ағынды сулардың үлесі BAU сценарийінде де, NZE сценарийінде де 86,8% деңгейінде тұрақты деп есептеледі. Демек, ағынды сулардың байқалған азаюы пропорционалды түрде тазартылған ағынды сулардың азаюына әкеледі (3.21-сурет, сол жақтағы график). NZE сценарийіндегі ағынды сулардың төмен көлемі Ағынды суларды тазарту қуатына деген қажеттілікті азайтады. 2060 жылы NZE сценарийі бойынша ағынды суларды тазарту қуаттылығының болжамды төмендеуі базалық деңгеймен салыстырғанда 29,9% құрайды.



3.21-сурет - Ағынды суларды тазартуға арналған ағынды сулардың жалпы көлемі және ағынды суларды тазарту қуаты

3.3.5. Қалдықтарды басқарудан шығарындылар

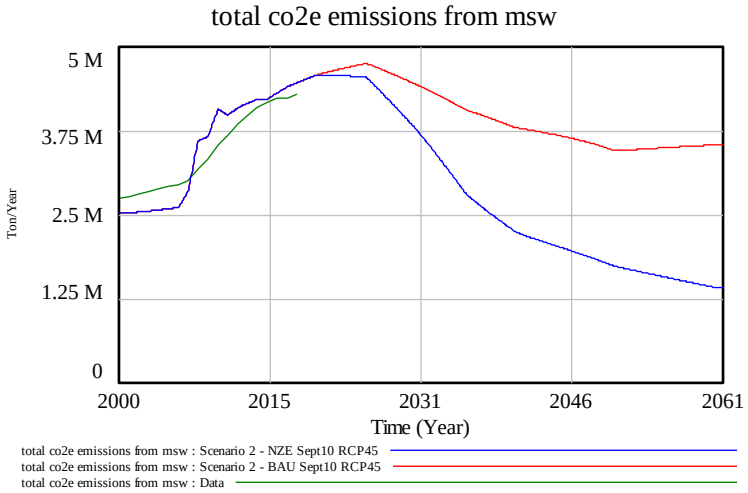
Қалдықтар секторын қайта құрылымдау қалдықтарды басқарудан да, ағынды сулардан да шығарындыларды едәуір қысқартады деп болжануда. Тарихи деректермен салыстырғанда қалдықтар секторынан CO2 эквивалентінің жалпы шығарындыларының динамикасы 3.22-суретте көрсетілген. BAU сценарийіне сәйкес, қалдықтармен байланысты шығарындылардың жалпы көлемі 2020 жылы жылына 7 миллион тоннадан 2060 жылға қарай жылына 6,89 миллион тоннаға дейін аздап төмендейді деп болжануда. NZE сценарийінде қалдықтарды басқару мен ағынды суларды энергия өндіру үшін қайта пайдаланудың ауысуы 2060 жылы шығарындылардың 50,1% - ға төмендеуіне ықпал етіп, жылына 3,43 миллион тоннаға дейін төмендейді.



3.22-сурет - Қалдықтар секторынан CO2 эквивалентінің жалпы шығарындылары

Қалдықтарды басқарудан шығатын ПГ шығарындылары 2060 жылы базалық сценарийде жылына 3,54 миллион тонна CO2 эквивалентіне дейін қысқарады деп болжануда, ал NZE сценарийі жылына 1,42 миллион тонна CO2 эквивалентінің болжамды шығарындыларын көрсетеді. Осылайша, қарастырылған төмен көміртекті даму жолдары BAU сценарийімен салыстырғанда 2050 жылы Қатты тұрмыстық қалдықтарды басқарумен байланысты шығарындыларды 59,7% - ға азайту мүмкіндігіне ие. BAT және

NZE сценарийлеріндегі ТБ шығарындыларының динамикасы тарихи деректермен салыстырғанда 3.23-суретте көрсетілген.

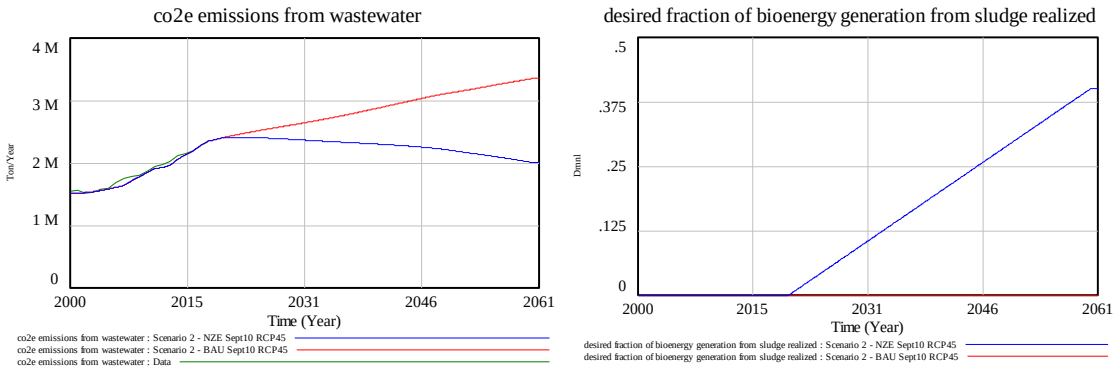


3.23-сурет - Қатты тұрмыстық қалдықтарды басқару нәтижесінде CO2 эквивалентінің жалпы шығарындылары

ҚТҚ басқарудан шығарындылар қалдықтарды басқару сатысы (жинау, өңдеу) және кәдеге жарату (полигонда көму, компосттау) бойынша материалдың мөлшерін парниктік газдар шығарындыларының тиісті коэффициенттеріне көбейту жолымен есептеледі. Осылайша, қалдықтар ағындарының құрамы және материалдардың әрқайсысы үшін түпкілікті кәдеге жарату режимі қалдықтар секторы шығаратын шығарындылардың мөлшерін анықтайды.

Ағынды сулардан CO2 эквивалентінің жалпы шығарындыларының динамикасы 3.24-суретте көрсетілген. Сарқынды сулардан шығатын ПГ шығарындылары сарқынды сулардан шығатын жалпы шөгінділер мен биоэнергия өндіру үшін пайдаланылатын шөгінділердің үлесі негізінде бағаланады. 2020-2060 жылдар аралығында ағынды сулармен байланысты CO2 эквивалентінің шығарындылары BAU сценарийі бойынша жылына 2,42 миллион тоннадан жылына 3,35 миллион тоннаға дейін артады деп болжануда. NZE сценарийінде ағынды сулармен байланысты CO2 эквивалентті

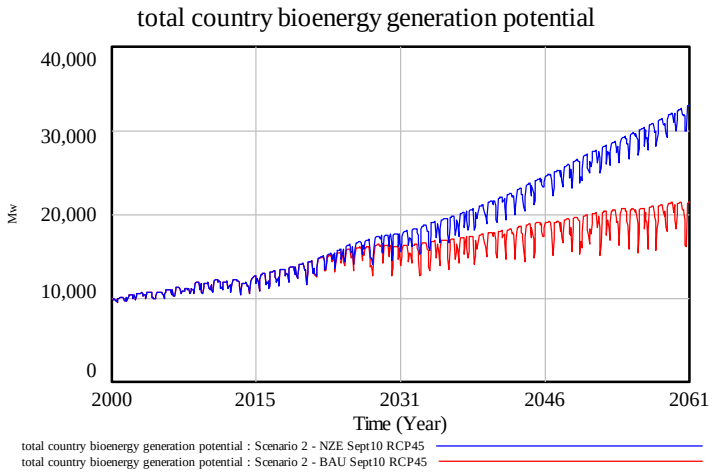
шығарындылары 2060 жылы жылына 2,01 миллион тоннаны құрайды деп болжануда, бұл BAU сценарийімен салыстырғанда 40% - ға аз.



3.24-сурет - Ағынды сулардан CO2 эквивалентінің шығарындылары

3.3.6. Биоэнергия өндірісінің әлеуеті

Жоғарыда сипатталған модель бүкіл ел бойынша биоэнергия өндірісінің әлеуетін бағалау үшін қолданылады. Әр түрлі материалдардың (қалдықтар, көң, тұнба) калориялық мәні, егер бұл қалдықтар пайдаланылса, орнатуға болатын әлеуетті қуатты бағалау үшін қолданылады. Үш сценарийде биоэнергия өндірісінің болжамды әлеуеті 3.25-суретте көрсетілген. BAU-да биоэнергияны өндірудің болжамды әлеуеті 2020 жылы шамамен 13 600 МВт-тан 2060 жылы 20 100 МВт-қа дейін артады. NZE сценарийінде биоматериалдарды қайта пайдалануды кеңейту 2060 жылға қарай елдегі биоэнергия өндірісінің жалпы әлеуетін шамамен 32 000 МВт-қа дейін арттырады, негізінен өсімдік қалдықтарының болуына байланысты. Бұл BAU-мен салыстырғанда 59,1% - ға өсуге тең.



3.25-сурет - Биоэнергия өндірісінің жалпы әлеуеті

Төмендегі 3.9-кестеде биоэнергияны өндіру әлеуетінің жекелеген жылдардағы қалдық санаттары бойынша бөлінуі көрсетілген. Модельдегі басқа саясаттар сою қалдықтары мен шөгінділерден генерациялау әлеуетіне әсер етпесе де, nze сценарийіндегі егін қалдықтары мен көңді өндіру әлеуеті ауылшаруашылық өндірісінің өсуіне байланысты динамикада өсуде. Өсімдік қалдықтары санының артуы тұрақты Ауыл шаруашылығын енгізу нәтижесінде ауыл шаруашылығы өндірісінің жетілдірілуіне байланысты. Жиналған және қайта пайдаланылған көңнің үлесінің артуы нәтижесінде көңден биоэнергия өндіру әлеуеті артады.

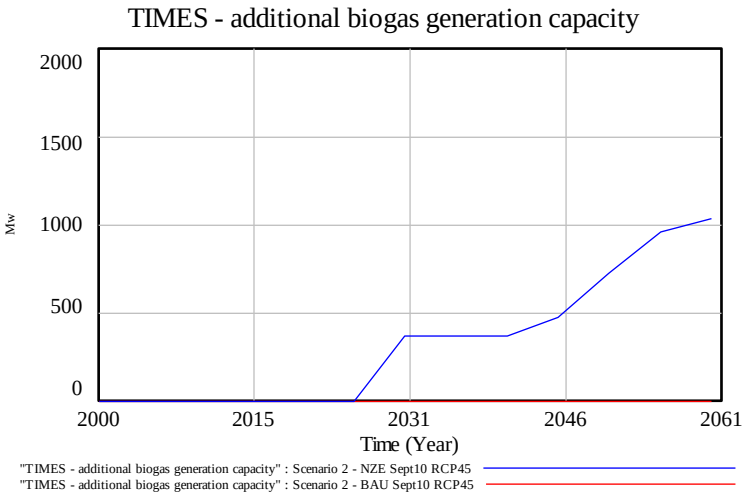
3.9-кесте - Бүкіл ел бойынша биоэнергия өндірісінің әлеуеті

Айнымалы	**Өлшем бірлігі**	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**
Елдегі биоэнергия өндірісінің жалпы әлеуеті							
Декарбонизация	МВт	13 652	15 860	17 219	21 157	26 473	31 979
NZE - BAU-мен салыстырғандағы	*%*	*0,2%*	*3,9%*	*10,1%*	*22,6%*	*40,1%*	*59,1%*

BAU	МВт	13 621	15 260	15 636	17 260	18 898	20 102
Өсімдік қалдықтары							
Декарбонизация	МВт	7 948	9 595	10 500	13 435	17 680	22 602
NZE - BAU-мен салыстырғандағы	*%*	*0,2%*	*4,6%*	*13,2%*	*30,3%*	*56,0%*	*87,8%*
BAU	МВт	7 929	9 170	9 277	10 307	11 334	12 038
Көң							
Декарбонизация	МВт	381	659	876	1 333	1 843	1 970
NZE - BAU-мен салыстырғандағы	*%*	*3,2%*	*36,5%*	*69,8%*	*136,5%*	*200,0%*	*200,0%*
BAU	МВт	369	483	516	563	614	657
Мал сою қалдықтары							
Декарбонизация	МВт	82	113	121	132	144	154
NZE - BAU-мен салыстырғандағы	*%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*
BAU	МВт	82	113	121	132	144	154
Тұнба (ағынды сулар)							
Декарбонизация	МВт	5 240	5 494	5 722	6 257	6 805	7 253
NZE - BAU-мен салыстырғандағы	*%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*
BAU	МВт	5 240	5 494	5 722	6 257	6 805	7 253

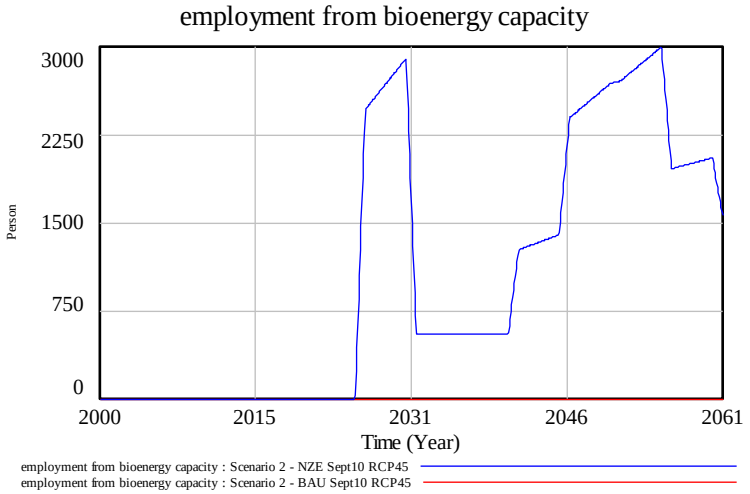
3.26-сурет NZE сценарийі үшін TIMES бағалауы бойынша биоэнергия өндірісінің болжамды қосымша қуатын көрсетеді. BAU сценарийінде қосымша биомасса өндіру қуаты қарастырылмағанымен, NZE сценарийіндегі

жалпы қосылған қуат 2060 жылға қарай 1030 МВт деңгейінде болады деп болжануда. Жыл сайынғы өндіріс, сондай-ақ инвестициялар, шығындар және кірістер TIMES-та көрсетілген.



3.26-сурет - Биогаз өндірісі бойынша қосымша қуаттар және электр энергиясын тиісті өндіру

Қосымша биоэнергетикалық әлеует Құрылыс және техникалық қызмет көрсету арқылы жұмыспен қамтуды қамтамасыз етеді. 2060 жылға қарай nze-де қосымша биогаз қуатын салу арқылы құрылған қосымша жұмыспен қамту 1820 жұмыс орнында болады деп болжануда. Орташа алғанда, биомасса қуатын қосу 2020 және 2060 жылдар аралығында жылына шамамен 1540 жұмыс орнын құрады. Қосымша энергетикалық қуаттар есебінен жұмыспен қамту 3.27-суретте көрсетілген. Жұмыспен қамтудың күрт өсуі белгілі бір кезеңдегі өндірістік қуаттылықтың артуына байланысты құрылыстағы жұмыспен қамту есебінен құрылады.



3.27-сурет - Қосымша биоэнергетикалық қуаттар есебінен жұмыспен қамту

Қалдықтарды басқару шығындары

Қалдықтарды жоюдан энергияны қайта өңдеу және қалпына келтіру сияқты қымбатырақ әрекеттерге ауысқанына қарамастан, қалдықтар мен технология шығындарының болжамды төмендеуі NZE сценарийінде қалдықтарды басқару шығындарының таза төмендеуіне әкеледі. 3.28-сурет BAU және NZE сценарийлерінде қалдықтарды басқару шығындарының болжамды дамуын көрсетеді.

NZE сценарийінің нәтижелері шығарындылар бөлігінде де, қалдықтарды басқару шығындарында да базалық деңгеймен салыстырғанда таза үнемдеуді көрсетеді. BAU сценарийінде қалдықтарды басқарудың жалпы құны 2060 жылы жылына 1,91 миллиард АҚШ долларын құрайды, ал nze сценарийінде құны жылына 980,2 миллион АҚШ долларын құрайды, бұл BAU-мен салыстырғанда 48,6% төмен. 2020-2050 жылдар аралығында қалдықтарды басқару шығындары жиынтығында 16,43 млрд АҚШ долларына төмендейді, ал қайта өңдеу және компосттау көлемінің көзделген ұлғаюы сол кезеңдегі CO2 баламасының 52,3 млн тоннаға жиынтық қысқаруына ықпал етеді.

3.28-сурет - ҚТҚ басқарудың жалпы құны және бір тоннаға кәдеге жаратудың орташа құны

3.3.7. Қалдықтар секторындағы шығындар мен пайданы талдау

Қалдықтар секторын экономикалық бағалау шығындар мен пайданы кешенді талдау арқылы жүзеге асырылады, онда қажетті инвестициялар, алдын-алу шығындары және имитациялық араласудың қосымша пайдасы ескеріледі. 3.8-кестеде көрсетілген мақсаттарды келесі 40 жыл ішінде жүзеге асыру NZE сценарийінде жүйелік деңгейде 20,61 миллиард АҚШ долларын таза үнемдеуге әкеледі деп болжануда. Шығындар мен пайданы кешенді талдау нәтижелері 3.10-кестеде келтірілген.

NZE сценарийінде жоғарыда келтірілген болжамдар қалдықтарды басқару әлеуетін құру үшін қажетті инвестициялардың төмендеуіне әкеледі, бұл базалық деңгеймен салыстырғанда 2020-2060 жылдар аралығында 14,19 миллиард АҚШ долларын үнемдейді. Компост пен түйіршіктерді өндіру BAU сценарийімен салыстырғанда 1,82 миллиард АҚШ долларын құрайтын қосымша инвестицияны қажет етеді. NZE сценарийінде қалдықтарды басқарудағы өзгеріс қоғамдық шығындардың 2,43 миллиард долларға төмендеуіне әкеледі және қалдықтарды басқару секторындағы Жұмыспен қамтудың төмендеуіне қарамастан 3,99 миллиард доллар таза пайда әкеледі.

NZE сценарийі үшін таза интеграцияланған пайда 2020 және 2060 жылдар аралығында 20,61 миллиард АҚШ долларын құрайды.

3.10-кесте - Қалдықтар секторындағы шығындар мен пайданы кешенді талдау

2020- 2060 жылдары көлік саласындағы шығындар мен пайданы талдау	**Бірлік**	**BAU сценарийі**	**NZE сценарийі**	**NZE vs BAU**
<u>Инвестициялар мен шығындар</u>				
Қалдықтарды басқару шығындары	**Миллион АҚШ доллары**	**58 874**	**42 862**	**-16 012**
Құрылыс құны	Миллион АҚШ доллары	38 064	28 214	-9 850
Техникалық қызмет көрсетуге арналған шығыстар	Миллион АҚШ доллары	20 810	14 648	-6 162
Компост өндірісі	**Миллион АҚШ доллары**	**0**	**815**	**815**
Компост өндірісінің жалпы құны	Миллион АҚШ доллары	0	815	815
Түйіршіктер өндірісі	**Миллион АҚШ доллары**	**0**	**1 004**	**1 004**
Түйіршіктерді өндірудің жалпы құны	Миллион АҚШ доллары	0	1 004	1 004

(1) Инвестициялар мен шығындардың жалпы көлемі	***Миллион АҚШ доллары***	***58 874***	***44 681***	***-14 193***
<u>Әлеуметтік шығындар</u>				
Көміртектің қоғамдық құны	Миллион АҚШ доллары	8 712	6 345	-2 367
Тыңайтқыш құнының өзгеруі	Миллион АҚШ доллары	0	-65	-65
(2) Әлеуметтік шығындардың жалпы көлемі	***Миллион АҚШ доллары***	***8 712***	***6 280***	***-2 432***
<u>Қосымша жеңілдіктер</u>				
Компост кірісі	Миллион АҚШ доллары	0	2 450	2 450
Түйіршіктерден түсетін кірістер	Миллион АҚШ доллары	0	2 641	2 641
Қалдықтарды басқарудан түскен еңбек кірістері	Миллион АҚШ доллары	7 847	6 697	-1 150
Биоэнергетикалық әлеуеттен еңбек табысы	Миллион АҚШ доллары	0	45	45
(3) Жалпы қосалқы жеңілдіктер	***Миллион АҚШ доллары***	***7 847***	***11 833***	***3 986***
(3) - (2) - (1) Таза кешенді жеңілдіктер	**Миллион АҚШ доллары**	***-59 739***	***-39 129***	***20 610***

4. Энергетика секторы

Бұл бөлімде парниктік газдар шығарындыларын азайтуға қатысты барлық саясаттар мен шаралар қарастырылады. Олар қолданылу аясы бойынша талданады, содан кейін оларды модельдеу және парниктік газдар шығарындыларын азайту әсерін есептеу мүмкіндігі бойынша жұмыс жүргізілетін болады. Төмендегі бөлімшелерде саясаттар мен шаралардың сипаттамасы, сценарийлерді қалыптастыру және есептердің нәтижелерімен олардың әсерлерін есептеу болады.

4.1. Әдіснама

«Саясаттар мен шаралар» бөлімінде климаттың өзгеруін азайтудың әсерін бағалау үшін, сондай-ақ болжамдар мен саясаттар мен шаралардың жалпы әсерін алу үшін Неміс қоғамы аясында әзірленген TIMES-KAZ моделі қолданылды. Германияның климаттық бастамасы (IKI) шеңберінде Қоршаған ортаны қорғау, табиғатты қорғау және ядролық қауіпсіздік федералды министрлігі (BMU) қаржыландыратын «Төмен көміртекті экономикалық даму үшін Қазақстан мен Орталық Азиядағы «Жасыл экономиканы қолдау» халықаралық ынтымақтастық үшін (GIZ) жобасы). Модель Қазақстан Республикасының төмен көміртекті даму тұжырымдамасын әзірлеу үшін әзірленген.

TIMES модельдер тобы туралы толық ақпарат Халықаралық энергетика агенттігінің веб-сайтында берілген.

Бұл құжат аясында TIMES-KAZ үлгісі БҰҰ IPCC классификациясына сәйкес жану секторлары үшін қолданылды және барлық негізгі парниктік газдарды қамтиды: CO2, CH4, N2O. Модель үшін базалық жыл 2017 жыл болып табылады, ол модельді әзірлеу кезінде осы жыл үшін барлық деректер

қолжетімді болуына байланысты таңдалды. Модельдің есептелген көкжиегі 2060 жылға дейінгі кезеңді қамтиды.

TIMES-KAZ моделі пайдаланушының бірқатар шектеулерін қанағаттандыру үшін оңтайландырылған ең аз шығынды энергия жүйесін құру үшін орта және ұзақ мерзімді уақыт горизонттарында сызықтық бағдарламалауды қолданатын төменнен жоғарыға тұтас процесс моделі болып табылады. TIMES-KAZ моделі қолда бар технологиялар мен олардың шығындары туралы толық ақпаратпен Қазақстанның энергетикалық жүйесінің дамуын сипаттайды.

TIMES-KAZ моделі әртүрлі сценарийлер негізінде ықтимал энергетикалық болашақтарды зерттеу үшін қолданылады. Талдау барысында 2021 жылы кеңейтілген TIMES-KAZ моделінің жаңартылған нұсқасы қолданылды, ол қосымша сутегі өндіру және геотермалды энергияны пайдалану сияқты озық технологиялар кешенін енгізді.

Модельдің күші парниктік газдар шығарындыларын азайту тұрғысынан қызығушылық тудыратын барлық жану секторларының технологиялық деңгейінде егжей-тегжейлі көрсету болып табылады. Дегенмен, модель жану секторларының экономиканың басқа секторларымен өзара әрекеттесуін ескермейтінін және сәйкесінше олармен салааралық өзара әрекеттесуді де есепке ала алмайтынын ескеру қажет.

TIMES-KAZ моделін ұпайларды жеке немесе жалпы есептеу үшін пайдалануға болады. Сонымен қатар, соңғы жағдайда саясаттар мен шаралар өзара әрекеттесуі мүмкін, осылайша парниктік газдар шығарындыларын азайтуға әсер етуі мүмкін.

4.1.1. Саясат пен шаралар

Ұлттық деңгейде белгіленген жарна

2015 жылғы 12 желтоқсанда Парижде 2015 жылғы 30 қараша – 13 желтоқсанда өткен БҰҰ АӨКК Тараптар Конференциясының жиырма бірінші сессиясында Париж келісімі қабылданды. Қазақстан бұл келісімге 2016 жылғы 2 тамызда қол қойып, 2016 жылғы 6 желтоқсанда ратификациялады. 2015 жылдың 28 қыркүйегінде Қазақстан өзінің жоспарланған ұлттық жарналарын (INDC) жариялады, онда Қазақстан 1990 жылдан бастап парниктік газдар шығарындыларын -15%-ға сөзсіз қысқартуға және парниктік газдар шығарындыларын -25%-ға шартты түрде қысқартуға ниетті екенін айтады. 1990 жылдан 2030 жылға дейін халықаралық қолдауға жатады.

Көміртектің бейтараптығы

2020 жылдың 12 желтоқсанында виртуалды Климат амбициясы саммитінде Қазақстан Республикасының Президенті Қасым-Жомарт Тоқаев Қазақстанның 2060 жылға қарай климаттық бейтарап болатынын мәлімдеді. Осы мәлімдеменің бөлігі ретінде CNSD 2060 жылға дейінгі екі сценарийді әзірледі: негізгі сценарий және белгіленген мақсатқа жету үшін қажетті шараларды қамтитын көміртегі бейтараптығы сценарийі.

Қазақстанның ЖІӨ-нің энергия сыйымдылығының төмендеуі

Экономиканың төмен көміртекті дамуы жалпы ішкі өнімге қатысты парниктік газдар шығарындыларының айтарлықтай төмендеуін, энергетикалық сектордың көмірсутекті отын мен энергетикалық ресурстарды жағудан жаңартылатын энергия көздеріне (күн энергиясы, жел энергиясы, шағын) көшуді қамтамасыз етеді. су электр станциялары), энергия ресурстарын тұтынуды азайту және сол арқылы өндірісте және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылықта парниктік газдар шығарындыларын азайту (энергия үнемдеу). Қазақстан Республикасының 2030 жылға дейінгі отын-энергетика кешенін дамыту тұжырымдамасында да жалпы ішкі өнімнің энергия сыйымдылығын төмендету мақсаттары қайталанады.

Кесте 4.1 – Қазақстанның ЖІӨ-нің энергия сыйымдылығын төмендету

	Мақсаттары
2015	2008 жылдың деңгейінен -10%
2020	2008 жылдың деңгейінен -25%
2030	2008 жылдың деңгейінен -30%
2050	2008 жылдың деңгейінен -50%

Қазақстан Республикасының 2030 жылға дейінгі отын-энергетика кешенін дамыту тұжырымдамасы

2014 жылғы 28 маусымда №724 санмен «Қазақстан Республикасының отын-энергетика кешенін 2030 жылға дейін дамыту тұжырымдамасы» бекітілді. Отын-энергетика кешенін дамыту тұжырымдамасында энергия балансына жаңартылатын энергия көздерін және баламалы энергия көздерін белсенді түрде тарту міндеті ескерілген; энергия мен ресурстарды үнемдеу, энергия тиімділігін арттыру. Парниктік газдар шығарындыларына қатысты сандық мақсаттардың ішінде Тұжырымдамада Қазақстан Республикасының «жасыл экономикаға» көшу тұжырымдамасында көрсетілген ЖІӨ-нің энергия сыйымдылығын төмендету мақсаттары қайталанады. Қазіргі уақытта Отын-энергетика кешенін дамыту Тұжырымдамасы өзектендіру және үйлестіру сатысында.

Атом электр станциясының құрылысы

Бұл мақсат «жасыл» экономикаға көшу тұжырымдамасында белгіленген. Алайда 2021 жылға дейін шенеуніктер атом электр станциясын салу жоспары туралы түсініксіз болды. Көбінесе жақын арада атом электр стансасының қажеттілігі күтілмейді немесе ел тұрғындары мақұлдаған соң ғана шешім қабылданады деген пікірлер айтылды. 2021 жылға дейін атом электр станцияларын салу мәселесінің тарихы «Олар атом электр станциялары туралы қайтадан айта бастады» мақаласында егжей-тегжейлі сипатталған.

Қазақстанның атом энергетикасы қалай жандануда» атты «tengirnews.kz» интернет-ресурсында.

2021 жылдың қыркүйек айының басында Қазақстан Республикасының Президенті Тоқаев Қ.Қ. «Қазақстанға атом электр стансасы қажет болғандықтан, бұл мәселені жан-жақты қарастыратын кез келді» деді. Кейінірек, 2021 жылдың қарашасында ол әлі де атом электр станциясын салу туралы халық арасында «көпшіліксіз» шешім қабылдауға тура келетінін мәлімдеді.

Осылайша, АЭС құрылысы мәселесі жақын арада оң бағытта шешіледі деп айта аламыз. Қуаттылық деңгейіне және пайдалануға беру жылдарына арналған көрсеткіштер белгіленбегендіктен, нәтижені бағалау үшін «жасыл» экономикаға көшу тұжырымдамасында бұрын белгіленген көрсеткіштер пайдаланылды және бұл оқиға сценарийде қолданылды. парниктік газдар шығарындыларын азайтуға жиынтық әсерді есептеу кезіндегі қосымша шаралар.

Халықаралық авиация

Киото хаттамасының есеп беру нұсқаулығына сәйкес, авиация және теңіз бункеріне арналған отын мәселелерінде I Қосымшаның әрбір Тарапы Хаттаманың 2-бабының 2-тармағына сәйкес, байланысты шығарындыларды шектеу немесе азайту туралы ICAO және IMO шешімдерін орындау.

Жаһандық мақсаттарға қол жеткізу және халықаралық авиацияның тұрақты өсуіне жәрдемдесу үшін ИКАО авиациялық технологияларды жетілдіруді, пайдалануды жақсартуды, тұрақты авиациялық жанармайды және нарыққа негізделген шараларды қамтитын шаралар кешенін жүзеге асыруда (CORSIA - Халықаралық авиация үшін көміртегінің орнын толтыру және азайту схемасы).

ИКАО сайтындағы ақпаратқа сәйкес, Қазақстан 2022 жылдың 1 қаңтарынан бастап CORSIA бағдарламасына қатысатын 107 елдің тізіміне енді..

Жану секторының секторлары бойынша саясаттар мен шараларды құрастыру

Төменде парниктік газдар шығарындыларын азайту үшін әрі қарай талдау үшін пайдаланылған отын жағу және бос шығарындылар салаларындағы саясаттар мен шаралардың жиынтық кестесі берілген.

Кесте 4.2 - Салалар бойынша саясаттар мен шаралардың жиынтық кестесі (отын жағу және бос шығарындылар секторы)

Саясаттың немесе шараның атауы	Сала әсер етті	Мақсат және/немесе әсер ететін әрекет	Іске асыру барысы	Қысқаша сипаттамасы	Бастапқы жыл	Іске асырушы субъект немесе субъектілер
Электр энергиясын өндірудегі табиғи газдың үлесін арттыру	Энергия	2020 жылы 20%, 2030 жылы 25%.	Орындалды	«Жасыл» экономикаға көшу тұжырымдамасы мен Отын-энергетика кешенін дамыту тұжырымдамасында (қазіргі уақытта жаңартылуда) электр энергиясын өндірудегі табиғи газдың үлесін арттыру мақсатына қол жеткізу мақсаты белгіленген.	2013	Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігі
Электр энергиясын өндірудегі жаңартылатын энергияның үлесін арттыру	Энергия	2020 жылы 3%, 2025 жылы 6%, 2030 жылы 15%.	Орындалды	Мақсат «Жасыл» экономикаға көшу тұжырымдамасында және Отын-энергетика кешенін дамыту тұжырымдамасында (қазіргі уақытта жаңартылуда) белгіленген. Қазақстан Республикасы Президентінің 2021 жылғы мамырда өткен электр энергетикасын дамыту мәселелері	2013	Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігі

				жөніндегі кеңесінде 2030 жылға арналған мақсатты көрсеткіш 10%-дан 15%-ға көтерілді.		
Электр энергиясын өндірудегі көмір үлесін азайту	Энергия	2030 жылға қарай 40%	Жоспарланған	Мақсатты халықаралық деңгейде ресми түрде Қазақстан Республикасының Премьер-Министрі Мамин А.У. 2021 жылғы 2 қарашада Глазго қаласында өткен UNFCCC Тараптар Конференциясында сөйлеген сөзінде	2021	Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігі
Атом электр станциясының құрылысы	Энергия	2030 жылға қарай 1,5 ГВт, 2050 жылға қарай 2,0 ГВт	Жоспарланған	Мақсат бастапқыда «жасыл» экономикаға көшу тұжырымдамасында белгіленген болатын. Жақында, 2021 жылы бұл тақырып электр энергиясын тұтынудың өсуіне және жақын болашақта болжанатын қуат тапшылығына байланысты қайтадан көтерілді. «Жасыл» экономикаға көшу жөніндегі жоғарыда аталған Тұжырымдамадан басқа қуаттардың нақты сандары еш жерде берілмейді.	2022	Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігі
Шығарындыларды саудалау схемасы бойынша квотадан тыс сектор	Ауылшаруашылығы, және, көлік.	2023 жылы және одан кейінгі жылдары CO2/тоннасына 3 АҚШ доллары, жыл сайынғы өсім 3 АҚШ доллары.	Жоспарланған	Бұл шара Дүниежүзілік банктің қолдауымен дайындалған ҰДО іске асыру жол картасының бөлігі ретінде жоспарланған (Салааралық саясат пен шаралар бөлімін қараңыз)	2022	Қазақстан Республикасының үкіметі

ларға көмірте гі салығы						

Сегізінші Ұлттық хабарлама және Бесінші екіжылдық есеп бойынша парниктік газдар шығарындыларының сценарийлері

Бұл бөлімде «шара жоқ», «шарамен» және «қосымша шаралар» сценарийлері бойынша алынған болжамдар туралы ақпарат берілген.

Парниктік газдар шығарындыларының болжамдарын алу және энергетикалық шаралар бойынша сектордан жалпы әсерді бағалау үшін TIMES құралының (Integrated MARKAL-EFOM жүйесі) негізінде әзірленген Қазақстан Республикасының энергетикалық жүйесінің моделі пайдаланылды. Қазақстан Республикасының 2060 жылға дейінгі төмен көміртекті даму стратегиясын әзірлеу жобасы. Модельдің сипаттамасы әдістеме бойынша кіші бөлімде берілген.

Қазақстанның энергетикалық жүйесін дамытудың келесі сценарийлері қарастырылды:

1) шараларсыз сценарий (БМ);

2) ағымдағы шаралармен сценарий (СМ);

3) ағымдағы және қосымша шаралары бар сценарий (СДМ).

Барлық сценарийлер үшін жалпы болжамдар

Мұнда барлық сценарийлер үшін пайдаланылатын жалпы болжамдар берілген:

- 2022-2026 жылдар аралығындағы ЖІӨ Қазақстан Республикасының әлеуметтік-экономикалық даму болжамына сәйкес (ҚР ҰЭМ) және одан әрі 2030 жылға дейін жылына 4,0%, 2035 жылға дейін жылына 3,5% деңгейінде;

- Қазақстан Республикасының әлеуметтік-экономикалық даму болжамына (ҚР ҰЭМ) сәйкес 2022-2026 жылдар кезеңінде және одан әрі 2035 жылға дейін жыл сайынғы өсу қарқыны жылына 0,8-0,9% аралығындағы халық санының өсуі;
- Қарастырылып отырған болжамды кезеңге бекітілген шекті шектеулердің болмауына байланысты шығарындыларды саудалау жүйесі есепке алынбайды;
- Мұнай өндіру 2035 жылы шарықтау шегіне (115 млн. тонна) жетеді;
- Елді газдандыру Қазақстан Республикасының болжамды газ балансы бойынша минимум және сценарийлік болжамдар бойынша максимум бойынша жүргізілуде.

Шараларсыз сценарий (БМ).

Бұл сценарий парниктік газдар шығарындыларын азайту үшін шаралар қабылданбаған жағдайда олардың өзгеруінің ықтимал сценарийін бейнелейді. Экономиканың одан әрі өсуі көмірді энергия өндіру үшін отын ретінде пайдалану есебінен жүзеге асырылады. Бұл сценарий парниктік газдар шығарындылары ЖІӨ мен халықтың жалпы өсу қарқынына байланысты деп болжайды.

Ағымдағы шаралармен сценарий (СМ)

Бұл сценарий парниктік газдар шығарындыларын азайтуға тікелей бағытталған қабылданған және жоспарланған шаралар мен саясатты қамтиды:

- Табиғи газ бойынша электр энергиясын өндіру үлесі 2020 және 2030 жылдары тиісінше 20% және 25% деңгейінде;
- 2020, 2025 және 2030 жылдары ЖЭК-тен электр энергиясын өндіру үлесі 3%, 6%, 15% деңгейінде.

Ағымдағы және қосымша шаралары бар сценарий (СДМ)

Бұл сценарий парниктік газдар шығарындыларын азайтуға бағытталған ықтимал шаралар мен саясаттарды қамтиды:

- 2030 жылға қарай көмір өндіру үлесі 40%;
- 2030 жылы қуаты 1,5 ГВт және 2050 жылы 2,0 ГВт болатын атом электр станциясын (АЭС) іске қосу;
- Шығарындыларды саудалау схемасы бойынша квотадан тыс секторларға көміртегі салығы.

Кесте 4.3 – Сценарийдің болжам матрицасы

	Шараларсыз сценарий (БМ)	**Ағымдағы шаралармен сценарий (СМ)**	**Ағымдағы және қосымша шаралары бар сценарий (СДМ)**
Барлық сценарийлер үшін жалпы болжамдар			
Шығарындылардың сауда жүйесі	X	X	X
ЖІӨ 2022-2026 жылдар кезеңінде Қазақстан Республикасының әлеуметтік-экономикалық даму болжамына сәйкес (ҚР ҰЭМ) және одан әрі 2030 жылға дейін жылына 4,0%, 2035 жылға дейін жылына 3,5% деңгейінде	V	V	V
Қазақстан Республикасының әлеуметтік-экономикалық даму болжамына (ҚР ҰЭМ) және одан әрі 2035 жылға дейін 2022-2026 жылдар кезеңінде халық санының өсуі жылына 0,8-0,9% шегінде жылдық өсу қарқыны	V	V	V
Мұнай өндіру ең жоғары деңгейге (115 миллион тонна) 2035 жылы көтеріледі	V	V	V
Елді газдандыру Қазақстан Республикасының болжамды газ балансы бойынша минимум және сценарийлер бойынша максимум бойынша жүргізілуде.	V	V	V
2020 – 24587 млн м3 (ең аз)	V	V	V
2025 – 22243 млн м3 (ең аз)	V	V	V
2030 – 21016 млн м3 (ең аз)	V	V	V

Сценарий болжамдары			
Табиғи газ бойынша электр энергиясын өндіру үлесі 2020 және 2030 жылдары тиісінше 20% және 25% деңгейінде	X	V	V
2020, 2025 және 2030 жылдары ЖЭК-тен электр энергиясын өндіру үлесі 3%, 6%, 15% деңгейінде	X	V	V
2030 жылға қарай көмір өндіру үлесі 40%	X	X	V
2030 жылы қуаты 1,5 ГВт және 2050 жылы 2,0 ГВт болатын атом электр станциясын (АЭС) іске қосу	X	X	V
Шығарындыларды саудалау схемасы бойынша квотадан тыс секторларға көміртегі салығы	X	X	V

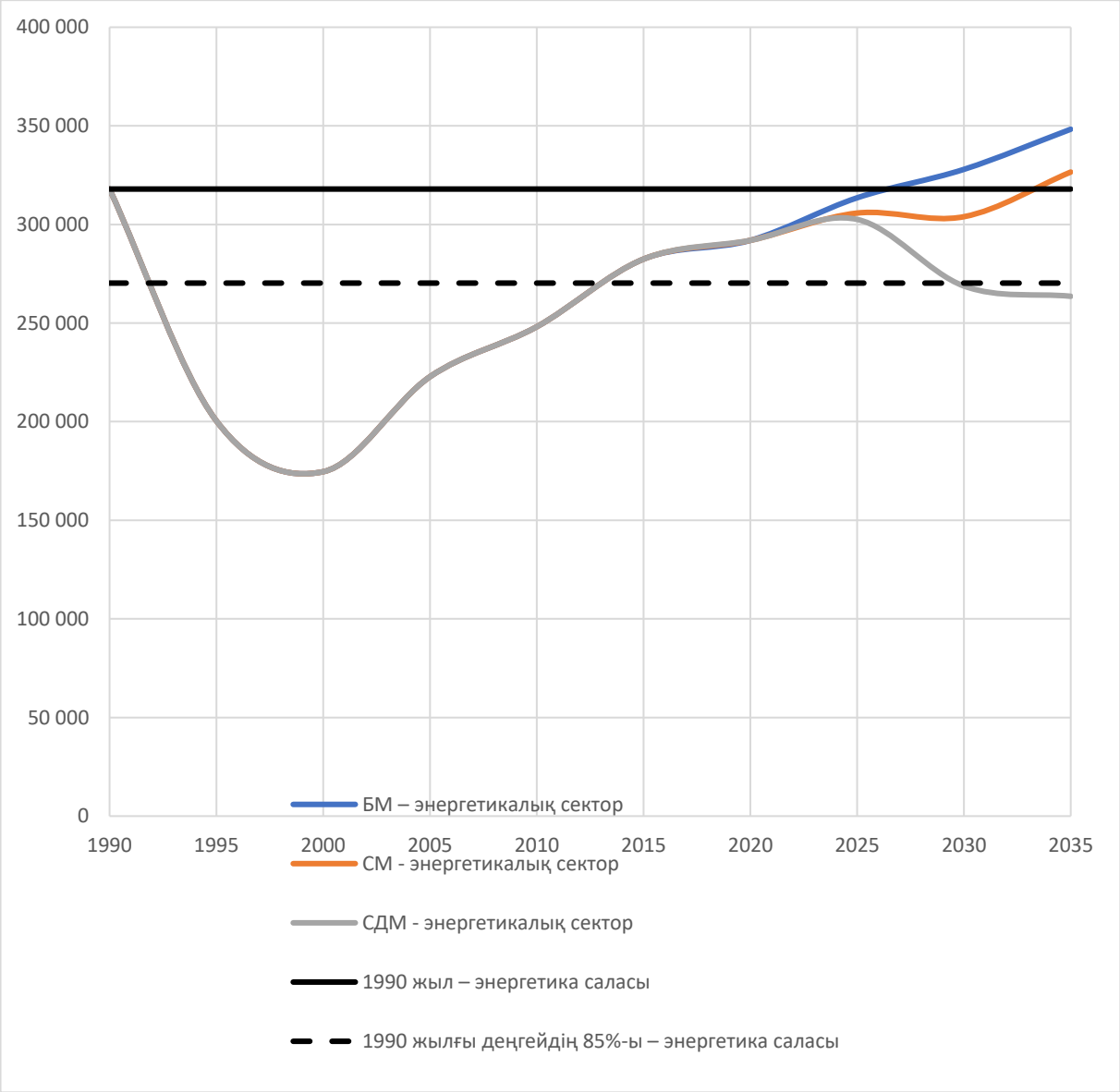
Энергетика секторы бойынша парниктік газдар шығарындылары

Шараларсыз сценарий, ағымдағы шаралары бар сценарий және ағымдағы және қосымша шаралары бар сценарий энергетикалық секторды техникалық-экономикалық үлгілеуге негізделген. Барлық үш сценарий үшін парниктік газдар шығарындылары төмендегі суретте берілген.

График қазіргі шаралар шығарындыларды 2030 жылға дейін ағымдағы деңгейден сәл жоғары деңгейде тұрақтандыруға мүмкіндік беретінін және одан кейін 2035 жылға дейін парниктік газдар шығарындыларының одан әрі өсуін қамтамасыз ететінін көрсетеді.

Энергетика секторынан парниктік газдар шығарындыларын 1990 жылғы деңгейден (энергетика секторында) минус 15%-дан төмен деңгейге дейін төмендетуге қол жеткізу үшін қосымша шаралар қажет. Бұл мақалада мұндай шараларға 2030 жылға қарай электр энергиясын өндірудегі көмір деңгейін 40%-ға дейін төмендету (2030 жылдан кейін 40%-дан аспайтын), 2030 жылы қуаты 1,5 ГВт атом электр станциясын іске қосу және квотадан тыс секторлардың парниктік газдар шығарындыларына көміртегі салығы. Көміртек салығы 2023 жылы CO2 тоннасына 2 доллар мөлшерінде белгіленді, 2024 жылдан 2030 жылға дейін – жыл сайын CO2 тоннасына 2 долларға өседі (2030 жылы – CO2 тоннасына 16 доллар). 2031 жылдан бастап 2035 жылға

дейін көміртегі салығы жыл сайын 2,5 долларға өседі, бірақ қазірдің өзінде CO2 ғана емес, сонымен қатар парниктік газдар метаны мен азот оксидін де қамтиды, 2035 жылы 29 доллар деңгейіне жетеді.



Сурет 4.1 – Энергетика секторынан парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

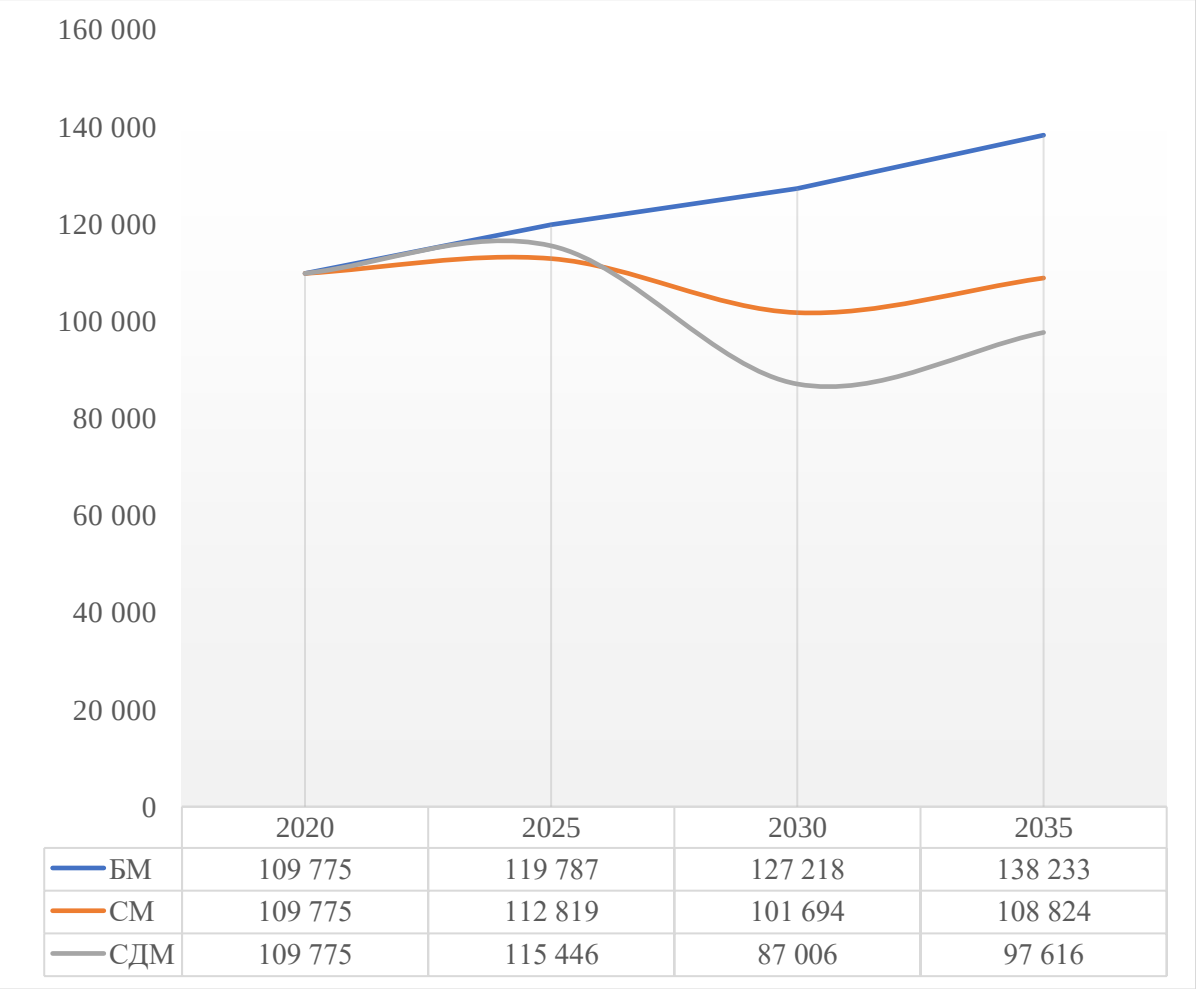
Кесте 4.4 – Энергетика секторынан парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, МтCO2экв

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035

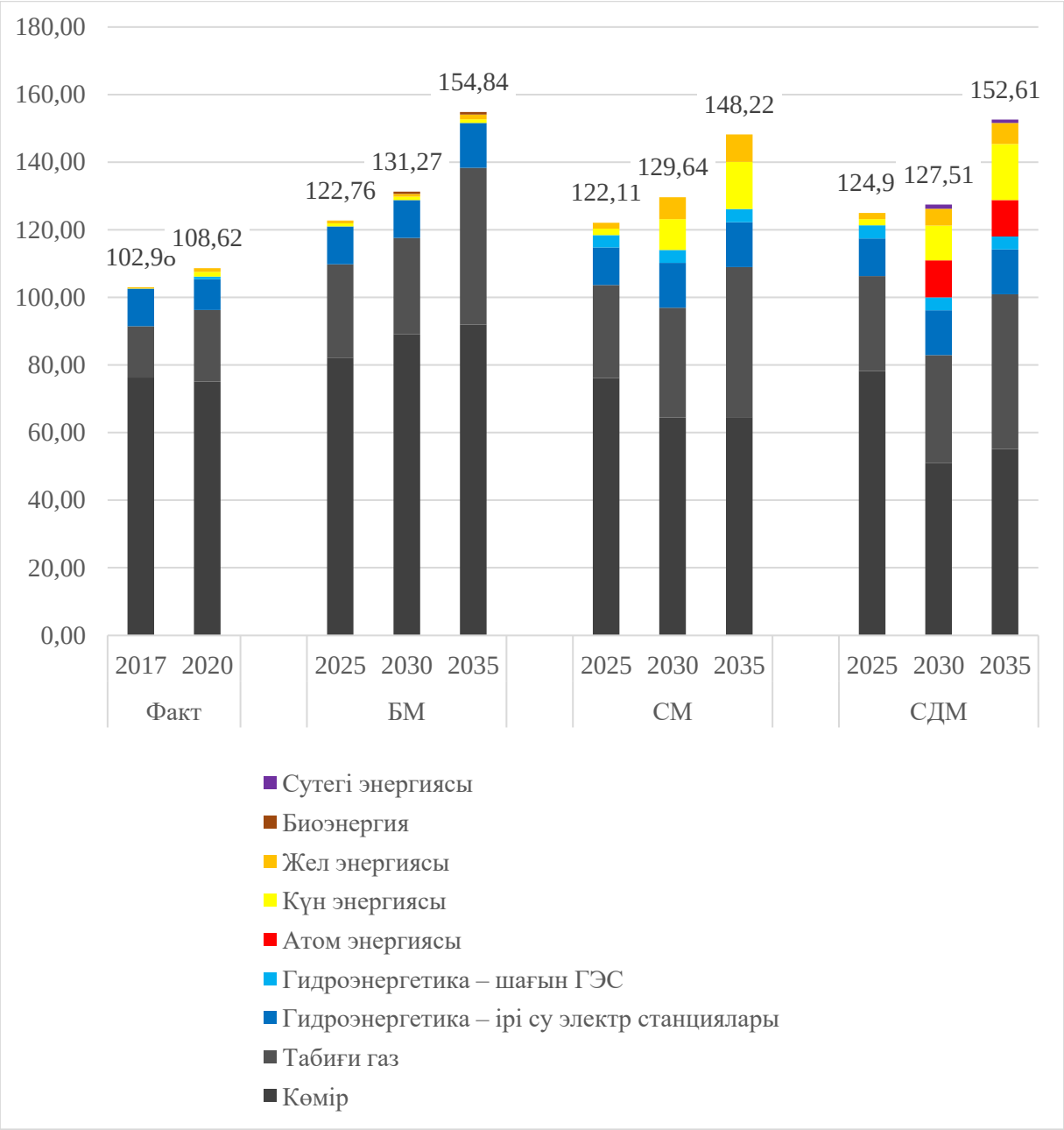
БМ - энергетикалық сектор	318.0	200.4	174.6	222.8	248.1	282.4	291.9	313.5	327.9	348.3
СМ - энергетикалық сектор	318.0	200.4	174.6	222.8	248.1	282.4	291.9	305.8	303.9	326.6
СДМ - энергетикалық сектор	318.0	200.4	174.6	222.8	248.1	282.4	291.9	302.6	268.8	263.6

Жылу және электр энергиясын өндіру

Жылу және электр энергиясын өндіруде парниктік газдардың шығарындылары сценарийлер бойынша төмендегі суретте көрсетілген.



Сурет 4.2 - Электр энергиясын өндіруден парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO_2экв



Сурет 4.3 – Электр энергиясын өндіру, млрд кВт*сағ

Кесте 4.5 – Электр энергиясын өндіру, млрд кВт*сағ

	Факт		БМ			СМ			СДМ		
	2017	2020	2025	2030	2035	2025	2030	2035	2025	2030	2035
Көмір	76.28	75.11	82.19	89.12	91.93	76.15	64.51	64.56	78.19	51.04	55.12
Табиғи газ	15.16	21.17	27.62	28.51	46.45	27.48	32.40	44.44	28.12	31.87	45.77
Гидроэнергетика – ірі су электр станциялары	11.16	9.10	11.16	11.20	13.28	11.16	13.28	13.28	11.16	13.28	13.28
Гидроэнергетика – шағын ГЭС	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00	3.67	3.86	3.86	3.85	3.86	3.86

Атом энергиясы	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.95	10.74
Күн энергиясы	0.04	1.35	0.97	0.97	1.00	1.85	9.10	13.94	1.85	10.23	16.64
Жел энергиясы	0.34	1.08	0.82	0.82	1.42	1.80	6.48	8.14	1.80	5.03	6.21
Биоэнергия	0.00	0.00	0.00	0.66	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Сутегі энергиясы	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	1.00
Барлығы	**102.98**	**108.62**	**122.76**	**131.27**	**154.84**	**122.11**	**129.64**	**148.22**	**124.96**	**127.51**	**152.61**

2025, 2030 және 2035 жылдары электр энергиясын өндіру 2017 жылмен салыстырғанда барлық сценарийлер бойынша сәйкесінше 20%, 30% және 50% өседі. Іс-шаралармен сценарийде бұл деңгейлер 122,11, 129,64 және 148,22 млрд кВтсағ жетеді.

Шаралар мен қосымша шаралар бар сценарийлерде көмірден электр энергиясын өндіру шарасыз сценариймен салыстырғанда төмен. Бұл сценарийлерде көмір өндіру азаяды, ал табиғи газ, су, күн және жел энергиясы артады.

Қосымша шаралары бар сценарийде атом электр станцияларының энергиясы (сценарийге енгізілген) және сутегі энергиясы бар.

Кесте 4.6 - Электр энергиясын өндіру құрылымы, %

	Факт		БМ			СМ			СДМ		
	2017	2020	2025	2030	2035	2025	2030	2035	2025	2030	2035
Көмір	74.1	69.1	67.0	67.9	59.4	62.4	49.8	43.6	62.6	40.0	36.1
Табиғи газ	14.7	19.5	22.5	21.7	30.0	22.5	25.0	30.0	22.5	25.0	30.0
Гидроэнергетика – ірі су электр станциялары	10.8	8.4	9.1	8.5	8.6	9.1	10.2	9.0	8.9	10.4	8.7
Гидроэнергетика – шағын ГЭС	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	2.6	3.1	3.0	2.5
Атом энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	7.0
Күн энергиясы	0.0	1.2	0.8	0.7	0.6	1.5	7.0	9.4	1.5	8.0	10.9
Жел энергиясы	0.3	1.0	0.7	0.6	0.9	1.5	5.0	5.5	1.4	3.9	4.1
Биоэнергия	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Сутегі энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.7

Барлығы	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

Сценарийлер бойынша өндіріс құрылымы өндірістегі көмір үлесі барлық сценарийлерде төмендейтінін көрсетеді. Шарасыз сценарийдің ұлғаюы көмірдің өсу қарқынымен салыстырғанда табиғи газдан электр энергиясын өндірудің жоғары өсу қарқынымен түсіндіріледі.

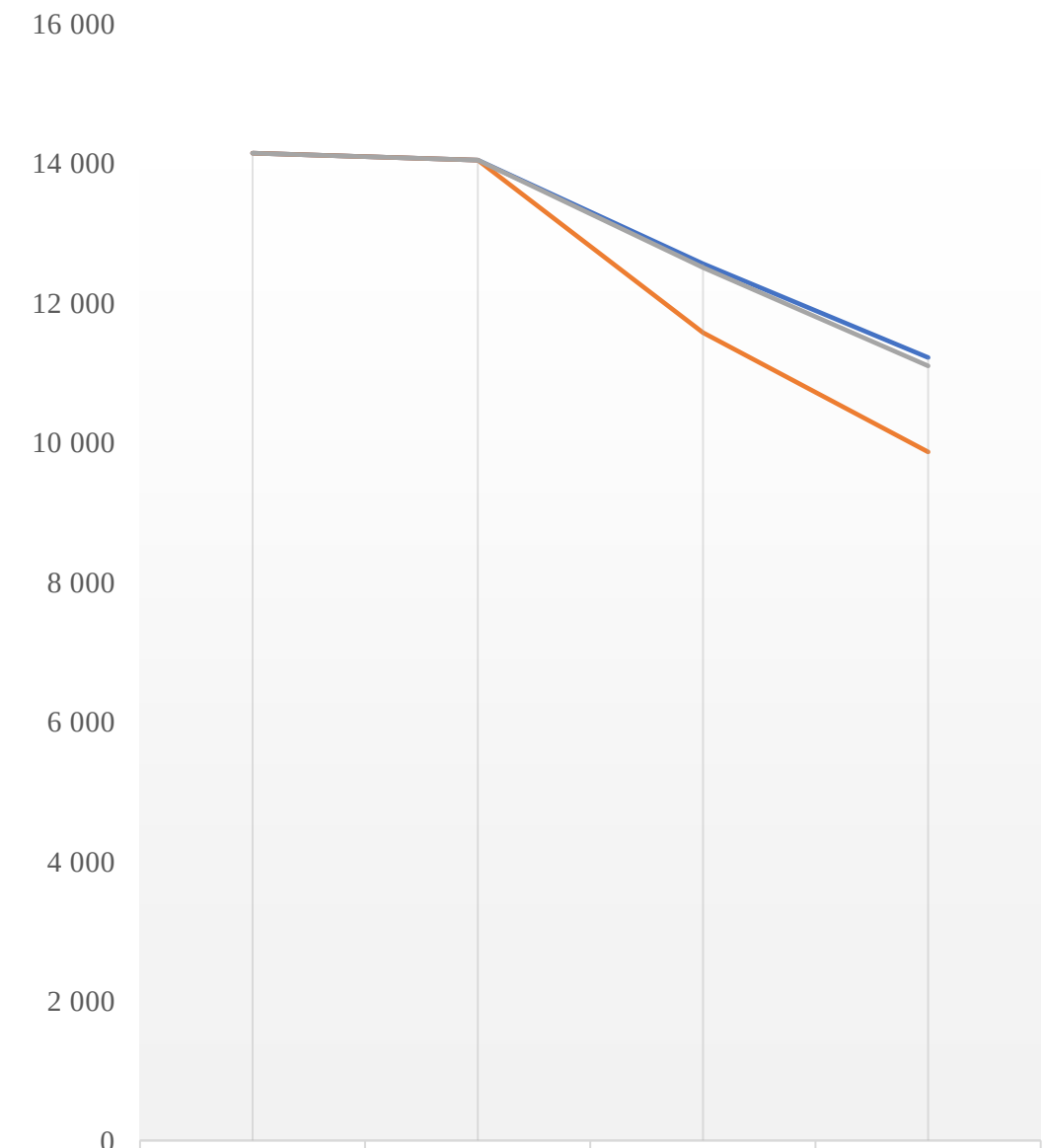
Кесте 4.7 - Электр станцияларының орнатылған қуаттары, ГВт

	Факт		БМ			СМ			СДМ		
	2017	2020	2025	2030	2035	2025	2030	2035	2025	2030	2035
Көмір	16.3	14.7	15.2	16.6	17.6	15.2	16.8	19.1	15.2	16.6	17.6
Табиғи газ	3.1	4.0	5.6	5.6	8.6	5.8	6.6	9.5	5.8	6.8	10.4
Гидроэнергетика – ірі су электр станциялары	2.6	2.8	2.6	2.6	3.1	2.6	3.1	3.1	2.6	3.1	3.1
Гидроэнергетика – шағын ГЭС	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Атом энергиясы	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.5
Күн энергиясы	0.1	0.9	0.6	0.6	0.6	1.1	5.3	8.0	1.1	5.9	9.5
Жел энергиясы	0.1	0.5	0.3	0.3	0.5	0.6	2.5	3.1	0.6	1.7	2.1
Биоэнергия	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Сутегі энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5
Барлығы	22.2	24.2	24.3	25.8	30.7	26.2	35.2	43.8	26.2	36.8	45.6

Кестеден көріп отырғанымыздай, жаңартылатын қуаттардың ұлғаюы электр станцияларының дәстүрлі түрлеріне қарағанда жалпы қуаттылықтың жоғарылауына әкеледі. Іс-шаралар және қосымша шаралар бар сценарийлерде орнатылған қуат деңгейі 2030 және 2035 жылдары тиісінше шамамен 10 және 15 ГВт жоғары болады.

Жылу өндіру секторында қазандықтардың шығарындылары ұсынылған, өйткені біріктірілген жылу және электр станцияларының шығарындылары электр энергиясын өндіруге енгізілген. Сценарийлер бойынша қазандықтардың парниктік газдар шығарындылары төменде келтірілген. Көріп отырғанымыздай, барлық сценарийлер бойынша шығарындылар төмендейді, бұл ЖЭО-дан жылумен жабдықтауға үлкен көшумен байланысты.

Сценарийлер арасындағы парниктік газдар шығарындыларын салыстыру кезінде қосымша шаралары бар шығарындылар шаралары бар сценарийге қарағанда жоғары екенін көруге болады. Себебі, атом электр станцияларынан электр энергиясын өндіру құрылымының ұлғаюы және көмірмен жұмыс істейтін электр энергиясын өндірудің төмендеуі ЖЭС үлесінің, сәйкесінше олардан алынатын жылудың төмендеуіне әкеледі, бұл қосымша шаралармен сценарий бойынша қазандықтардың жылуын пайдалануды ұлғайтумен ауыстырылды.

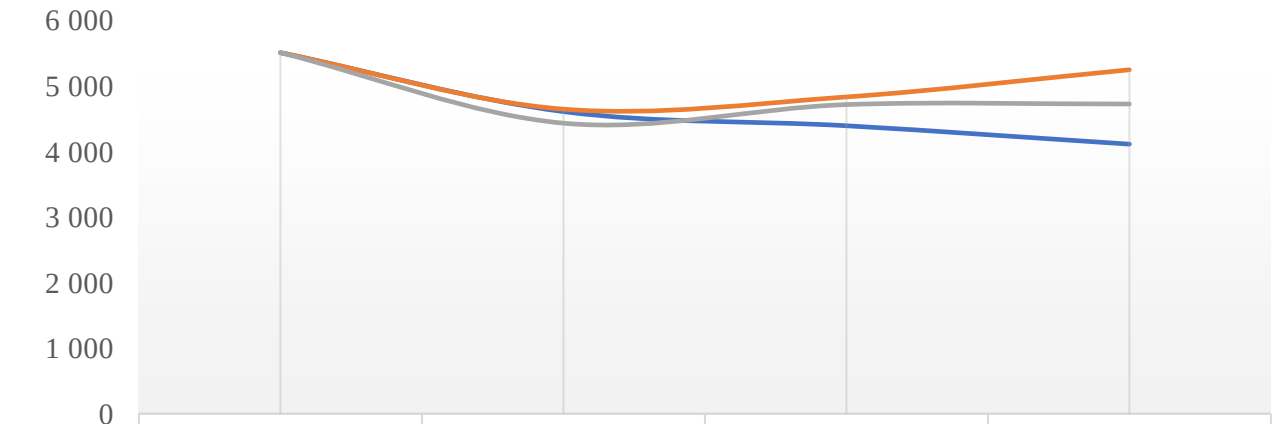


	2020	2025	2030	2035
БМ	14 143	14 044	12 558	11 216
СМ	14 143	14 044	11 573	9 863
СДМ	14 143	14 044	12 505	11 095

Сурет 4.4 – Жылу өндіру секторындағы парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Мұнай өңдеу секторы

Мұнай өңдеу кезіндегі парниктік газдардың шығарындылары төменде келтірілген.



	2020	2025	2030	2035
БМ	5 509	4 609	4 393	4 113
СМ	5 509	4 647	4 833	5 247
СДМ	5 509	4 433	4 717	4 726

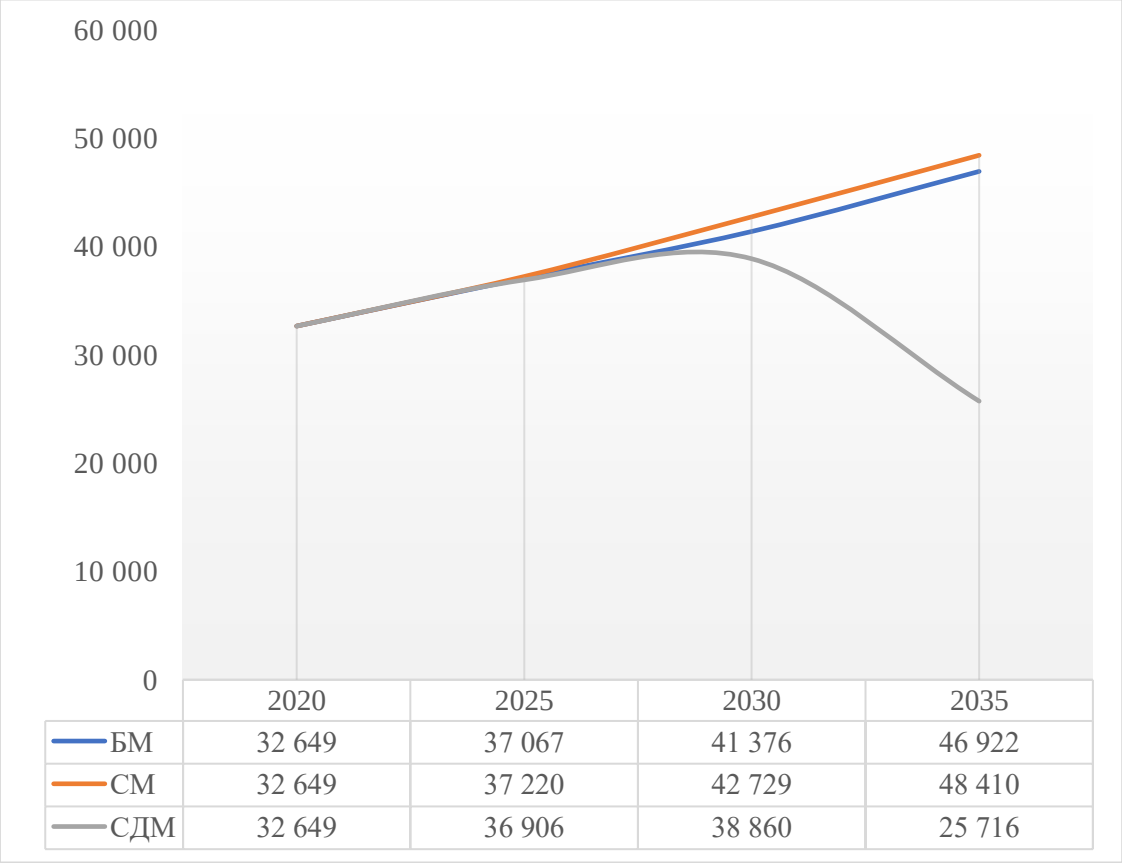
Сурет 4.5 – Мұнай өңдеудегі парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Өнеркәсіп және құрылыс секторы

Өнеркәсіп пен құрылыстың парниктік газдар шығарындылары төменде келтірілген.

Суреттен көріп отырғанымыздай, өнеркәсіп пен құрылыс секторының шығарындылары өсуде, өйткені бұл экономиканың өсуіне байланысты. Дегенмен, қосымша шаралар қолданылған сценарийде 2030 және 2035 жылдардағы басқа сценарийлермен салыстырғанда парниктік газдар шығарындылары екі есе азайғанын көруге болады. Бұл өнеркәсіпке сутегін пайдаланып болат өндіру қуаттылығын енгізуге байланысты. Ұсынылған технологияда темір рудасын қатты күйдегі сутегімен тотықсыздандырып,

губкалы темір деп аталатын тікелей қалпына келтірілген темірді алады. Содан кейін губкалы үтік электр доғалық пешіне (EAF) беріледі, онда электродтар губка үтікті болатқа балқыту үшін ток жасайды.



	2020	2025	2030	2035
БМ	32 649	37 067	41 376	46 922
СМ	32 649	37 220	42 729	48 410
СДМ	32 649	36 906	38 860	25 716

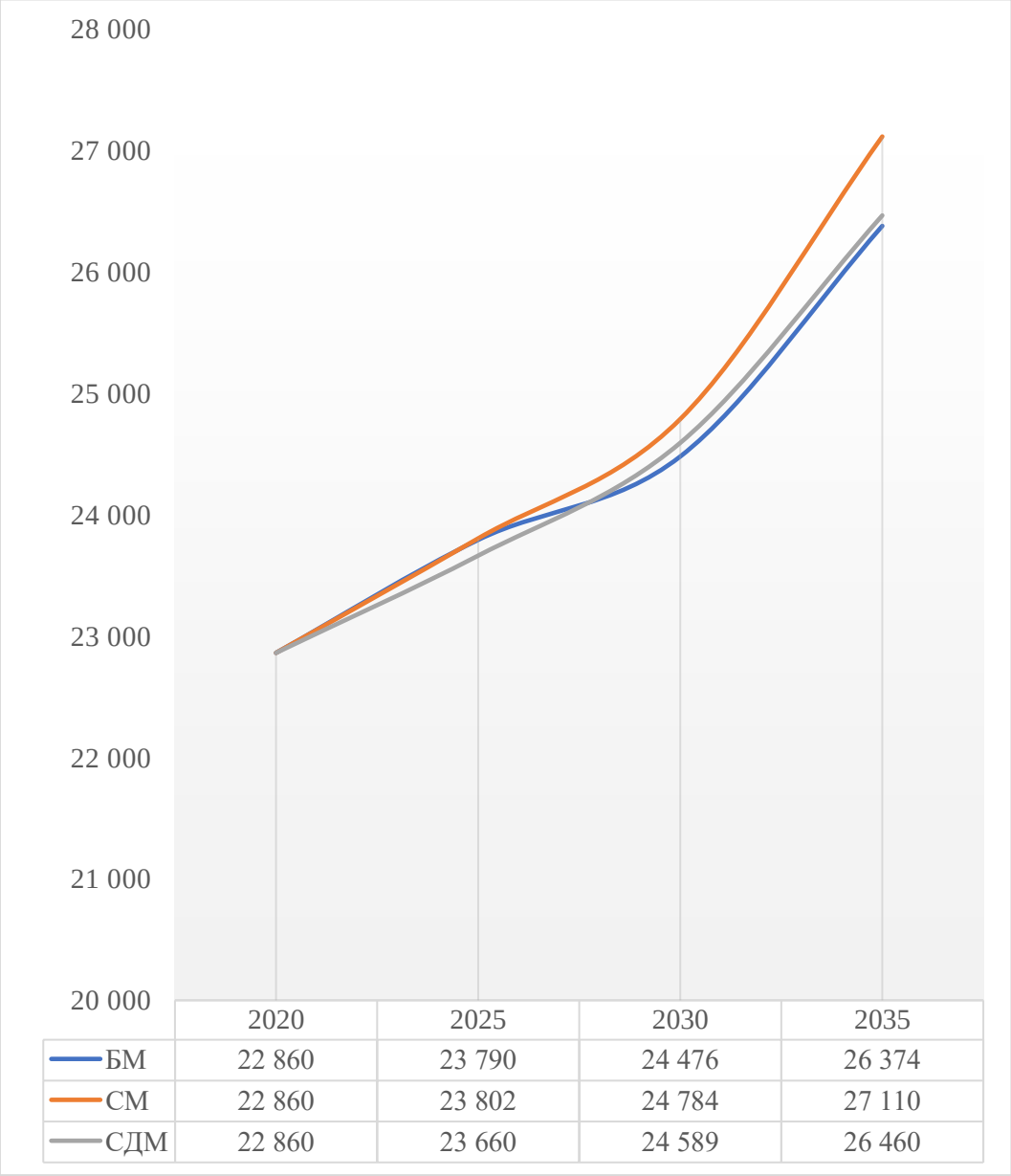
Сурет 4.6 – Өнеркәсіпте парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Көлік секторы

Көлік секторының парниктік газдарының шығарындылары төменде келтірілген.

Барлық сценарийлер бойынша парниктік газдар шығарындылары өсуде, бұл экономикалық өсумен және жүк және жолаушылар тасымалына сұраныспен байланысты. Жеңілдету сценарийінде газды пайдаланудың ұлғаюы оның бензинге қарағанда қымбаттауына әкеліп соқтырады, бұл гибридті газбен жүретін көліктерден (балама ретінде бензинді пайдалану)

бензинді толық пайдалануға ауысады, бұл өз кезегінде парниктік газдар шығарындыларын арттырады.



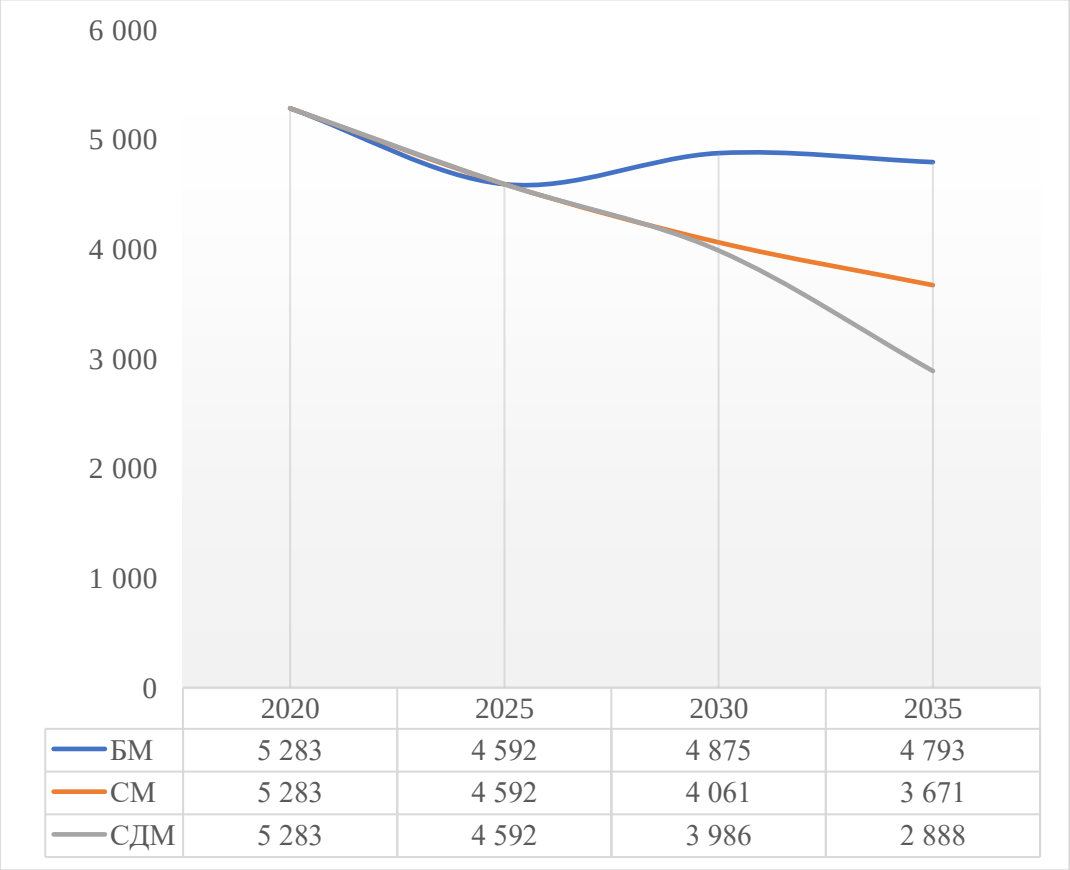
Сурет 4.7 – Көлік секторындағы парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Тұрғын үй және ауыл шаруашылығы

Тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық пен ауыл шаруашылығының парниктік газдарының шығарындылары төменде келтірілген.

Коммерциялық сектор

Коммерциялық сектордың парниктік газдар шығарындылары төменде келтірілген.

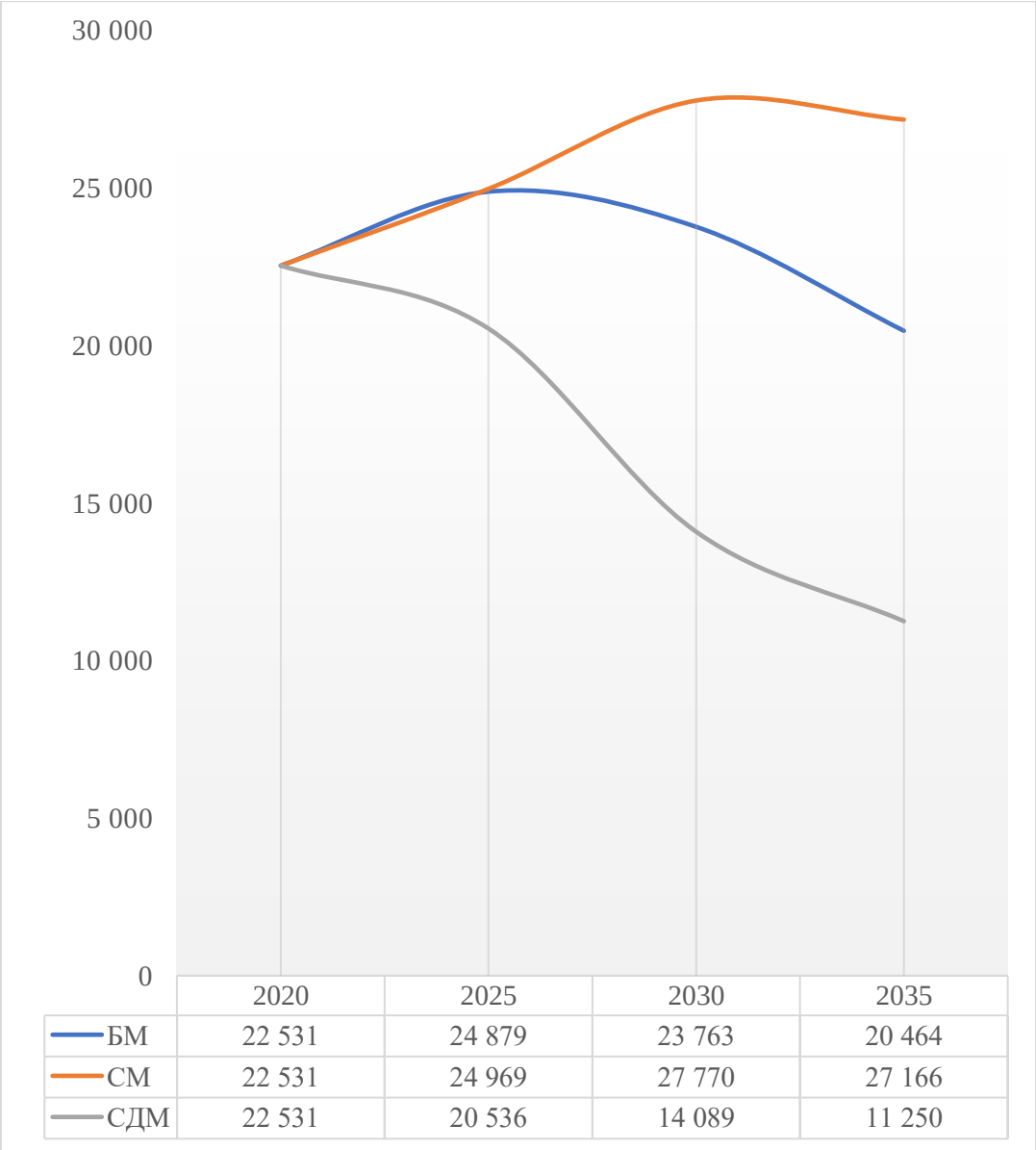


Сурет 4.8 – Коммерциялық сектордағы парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Коммерциялық сектордағы парниктік газдар шығарындылары қолданылатын технологиялардың энергия тиімділігін арттыру есебінен және сценарийлік шараларға байланысты төмендейді. Көріп отырғанымыздай, көміртегі салығын енгізу коммерциялық секторда парниктік газдар шығарындыларының төмендеуіне әкеледі.

Халық

Төменде тұрғындар бойынша парниктік газдар шығарындылары берілген.

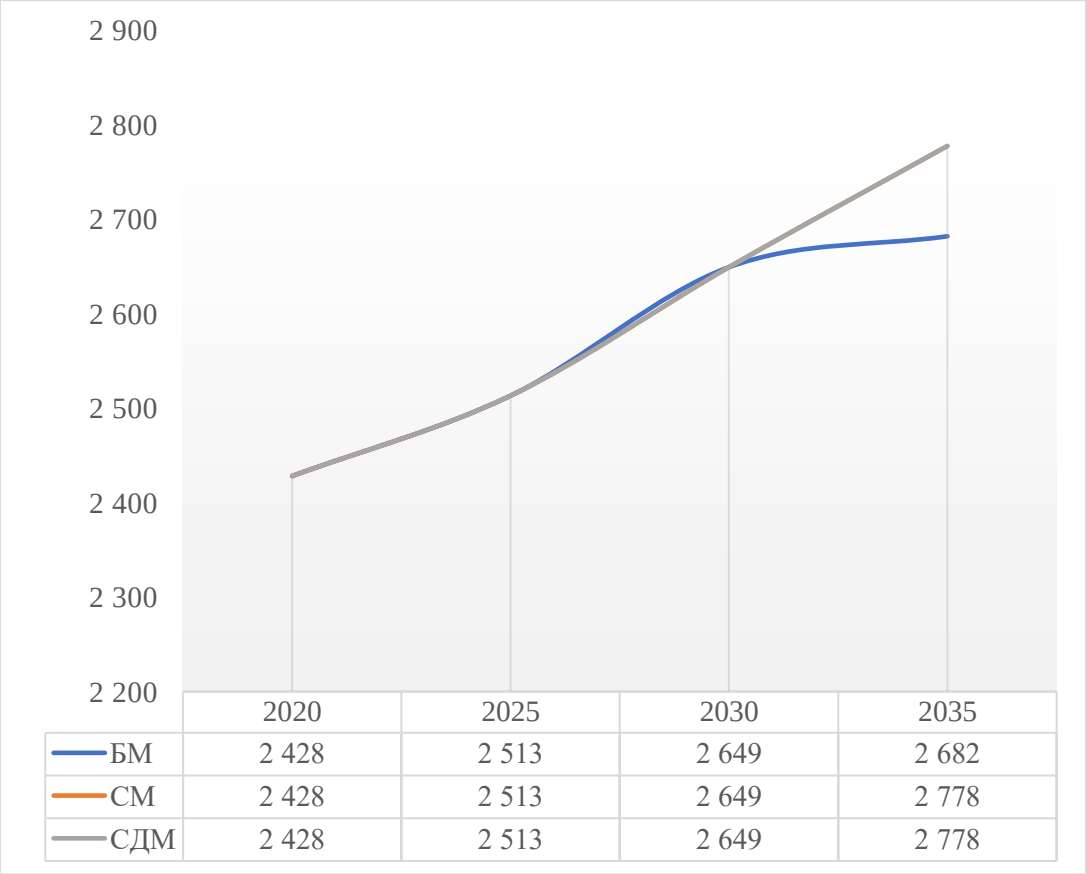


Сурет 4.9 – Халық бойынша парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Шаралары бар сценарийде халықтан (ғимараттардан) шығарындылар шарасыз сценарийге қарағанда жоғары. Бұл халық үшін көмірдің арзандауы түрінде өнеркәсіп салаларынан көміртегінің ағып кетуіне байланысты. Дегенмен, көміртегі салығын белгілеу 2035 жылға қарай әрекет етпейтін сценариймен салыстырғанда, тұрмыстық парниктік газдар шығарындыларын екі есеге дерлік азайтады.

Ауыл шаруашылығы

Ауыл шаруашылығының парниктік газдарының шығарындылары төменде келтірілген.



Сурет 4.10 – Ауыл шаруашылығында парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

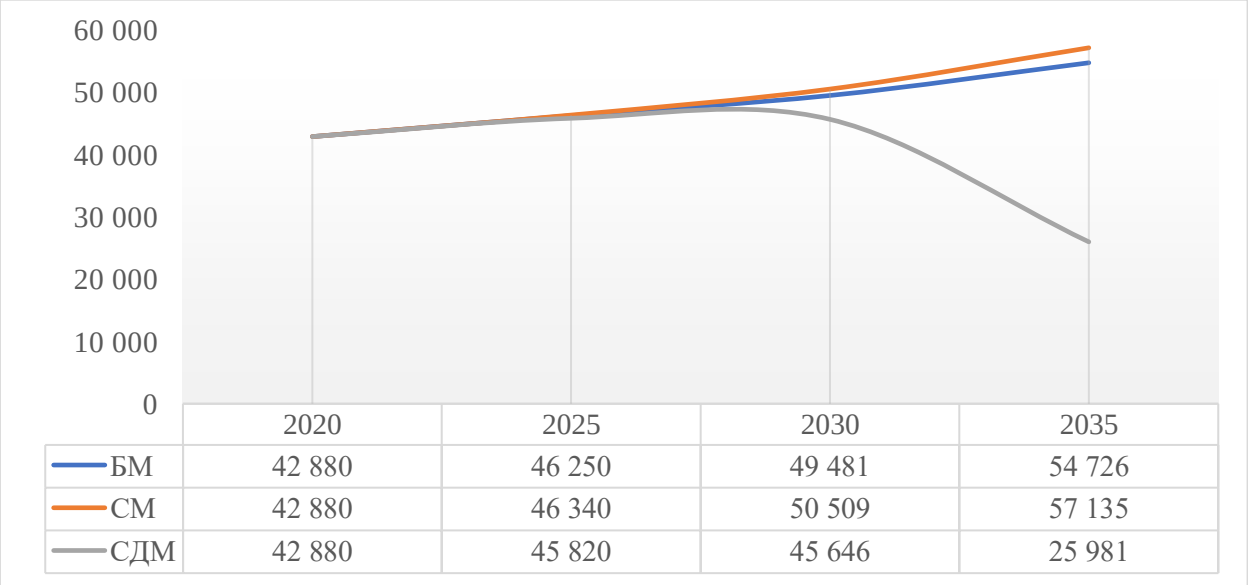
Ауыл шаруашылығындағы парниктік газдар шығарындылары барлық сценарийлерде өсуде, өйткені өнеркәсіптің өсуі ел экономикасы үшін ең маңыздыларының бірі ретінде болжанады.

Шаралар мен қосымша шаралар бар сценарийлерде 2030 жылдан кейінгі парниктік газдар шығарындылары шараларсыз сценарийге қарағанда жоғары. Бұл шаралармен және қосымша шаралармен сценарийлерде көліктің электрлендірілген түрлеріне көшу қолданыстағы шараларға байланысты электр энергиясының құнының өсуіне байланысты кейінірек орын алатындығына байланысты.

Басқа сектор

Осы сектордағы парниктік газдар шығарындылары көздері анықталмаған және тиісті секторларға бөлінбеген шығарындыларға жатады. Себебі жанар-жағармайдың пайдаланылуы туралы толық есеп жоқ. UNFCCC-ке берілген парниктік газдар тізімінде осы сектордың сипаттамасы шығарындылары байқалатын энергия өнімдерінің тізбесін және ықтимал пайдалану талдауын қамтиды. Осы ақпарат негізінде осы шығарындыларды тиісті қызметпен байланыстыру арқылы осы секторды модельдеуге әрекет жасалды. Осылайша, қатты түрі коксты пайдаланатын қызметпен, сұйық түрі мұнай өнімдерінің көлемімен, ал газ тәрізді түрі жүйедегі табиғи газды пайдаланумен байланысты болды.

Осы сектор үшін алынған парниктік газдар шығарындылары төменде көрсетілген.



	2020	2025	2030	2035
БМ	42 880	46 250	49 481	54 726
СМ	42 880	46 340	50 509	57 135
СДМ	42 880	45 820	45 646	25 981

Сурет 4.11 – Басқа сектордағы парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Көріп отырғанымыздай, басқа сектордағы шығарындылар көміртегі салығы шарасына өте тәуелді. Шаралар бар сценарийде парниктік газдар

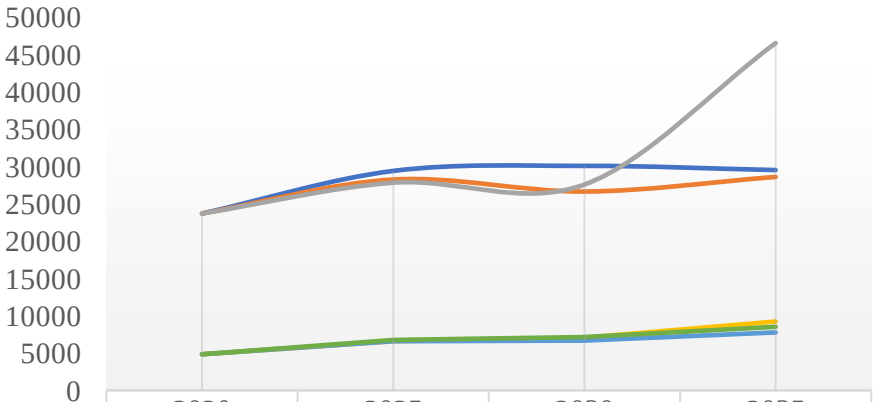
шығарындылары көлік секторында бензинді көбірек пайдалану себебінен шарасыз сценарийге қарағанда сәл жоғары.

Қашқын шығарындылар секторындағы парниктік газдар шығарындылары

Бұл бөлімде бос шығарындылар секторы бойынша парниктік газдар шығарындылары берілген.

Осы сектордағы парниктік газдар шығарындылары басқа секторлардағы саясат пен шараларға байланысты.

Қосымша шаралар қолданылған сценарийде басқа сценарийлермен салыстырғанда парниктік газдар шығарындылары темір өндірісі үшін сутегін өндіру есебінен артқанын көруге болады (өнеркәсіп секторын қараңыз).



	2020	2025	2030	2035
БМ - қатты отындар	23708	29411	30088	29526
СМ - Қатты отындар	23708	28258	26651	28609
СДМ - қатты отын	23708	27837	27587	46548
БМ - Мұнай және табиғи газ	4845	6582	7067	9236
СМ - Мұнай және табиғи газ	4845	6582	6685	7772
СДМ - Мұнай және табиғи газ	4845	6778	7153	8526

Сурет 4.12 - бос шығарындылар секторында парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

4.2. Энергетика секторындағы декарбонизация сценарийінің нәтижелері

Бұл есепте Қазақстан Республикасы экономикасының көміртекті бейтарап дамуға көшу мүмкіндіктері талданады. 2060 жылға қарай көміртегі бейтараптығына қол жеткізу мақсаты қойылғандықтан, болжамдық кезең де осы кезеңге ұзартылды. Осылайша, нәтижелер болжамды есептеу мерзімі 2035 жылға дейін белгіленген «шара жоқ», «шарамен» және «қосымша шаралармен» сценарийлерімен салыстырусыз ұсынылады. Жалғыз ерекшелік - «әрекетсіз» сценарийі. Бұл сценарий 2060 жылға дейін есептелген және осы декарбонизация есебінің мақсатты сценарийімен салыстыру үшін пайдаланылады.

Парниктік газдар шығарындыларының болжамдарын алу және энергетикалық сектордан жалпы әсерді бағалау үшін жоба шеңберінде әзірленген TIMES құралының (Кіріктірілген MARKAL-EFOM жүйесі) негізінде Қазақстан Республикасының энергетикалық жүйесінің моделі пайдаланылды. Қазақстан Республикасының 2060 жылға дейінгі төмен көміртекті даму стратегиясын әзірлеу. Модельдің сипаттамасы әдістеме бойынша кіші бөлімде берілген.

Қазақстанның энергетикалық жүйесін дамытудың келесі сценарийлері қарастырылды:

1) 2060 жылға дейінгі шараларсыз сценарий (БМ);

2) 2060 жылға дейінгі көміртегі бейтараптығы сценарийі (УН).

4.2.1. Барлық сценарийлер үшін жалпы болжамдар

Мұнда барлық сценарийлер үшін пайдаланылатын жалпы болжамдар берілген:

- 2022-2026 жылдар аралығындағы ЖІӨ Қазақстан Республикасының әлеуметтік-экономикалық даму болжамына сәйкес (ҚР ҰЭМ) және одан әрі 2030 жылға дейін жылына 4,0%, 2035 жылға дейін жылына 3,5% деңгейінде;
- Қазақстан Республикасының әлеуметтік-экономикалық даму болжамына (ҚР ҰЭМ) сәйкес 2022-2026 жылдар кезеңінде және одан әрі 2035 жылға дейін жыл сайынғы өсу қарқыны жылына 0,8-0,9% аралығындағы халық санының өсуі;
- Қарастырылып отырған болжамды кезеңге бекітілген шекті шектеулердің болмауына байланысты шығарындыларды саудалау жүйесі есепке алынбайды; Сценарий үшін Экологиялық кодекстен көміртегі бюджетінің пайыздық төмендеуін пайдалану квота және квотадан тыс секторлар арасында бөлудің болмауына байланысты мүмкін емес. Көміртегі бюджеті экономикадағы парниктік газдардың барлық шығарындыларына жатады.
- Мұнай өндіру 2035 жылы шарықтау шегіне (115 млн. тонна) жетеді;
- Елді газдандыру Қазақстан Республикасының болжамды газ балансы бойынша минимум және сценарийлік болжамдар бойынша максимум аралықта.

Шараларсыз сценарий (БМ).

Бұл сценарий парниктік газдар шығарындыларын азайту үшін шаралар қабылданбаған жағдайда олардың өзгеруінің ықтимал сценарийін бейнелейді. Экономиканың одан әрі өсуі көмірді энергия және басқа да энергия түрлерін өндіру үшін отын ретінде пайдалану есебінен олардың экономикалық оңтайлылығымен жүзеге асырылады. Бұл сценарий парниктік газдар шығарындылары ЖІӨ-нің жалпы өсу қарқынына, халық санына және салалық өсу болжамдарына байланысты деп болжайды.

Көміртекті бейтарап сценарий (УН)

Бұл сценарий 2060 жылға қарай парниктік газдар шығарындыларын барынша азайту мақсатына назар аудару арқылы төмен көміртекті энергия бейтараптығы мүмкіндіктерін қарастырады. Сегізінші Ұлттық хабарламада SDM сценарийі үшін дайындалған ағымдағы және қосымша шаралары бар сценарий үшін 2035 жылға дейін қабылданған шаралар ескерілген.

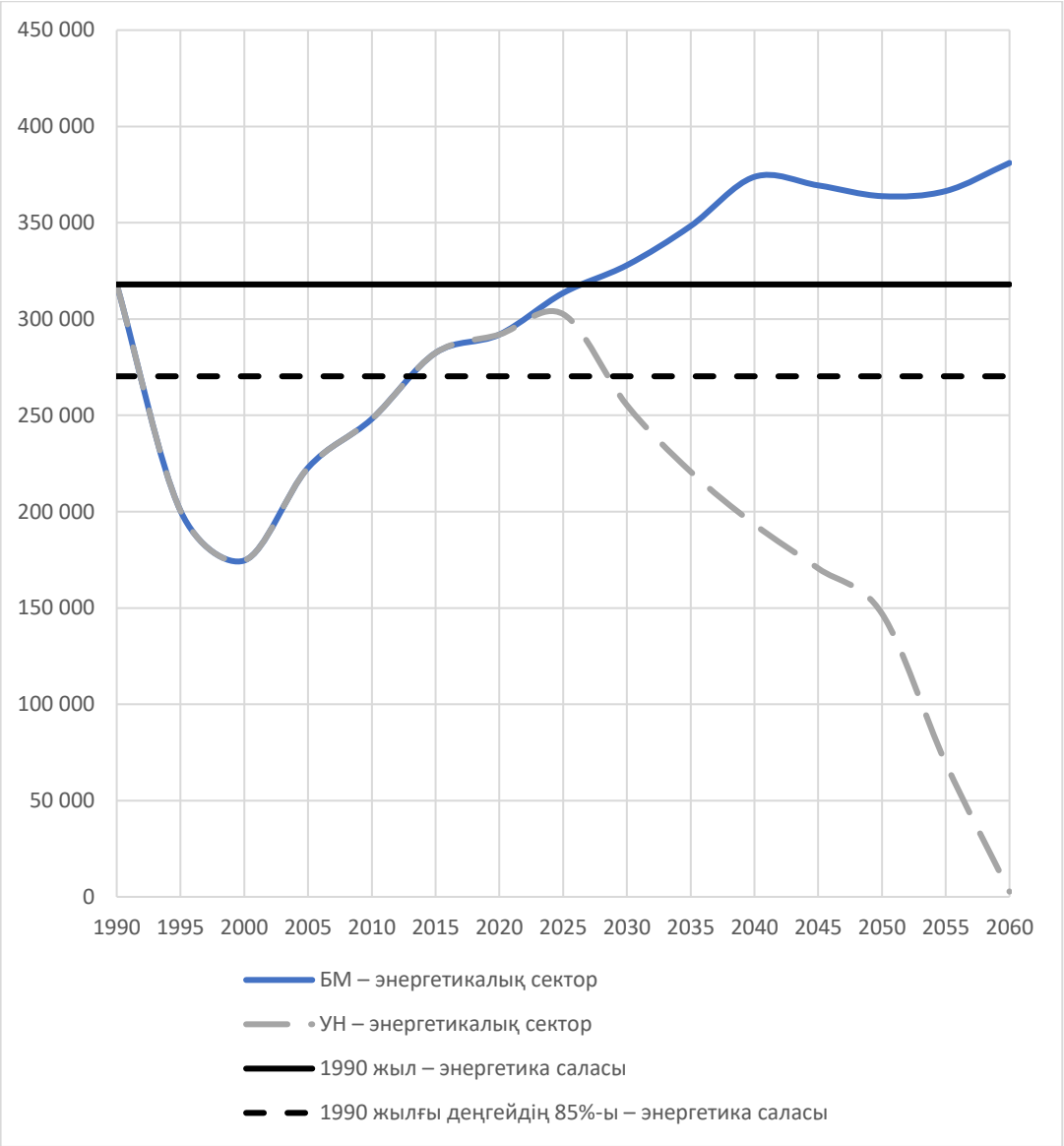
Кесте 4.8 – Сценарийдің болжам матрицасы

	Шараларсыз сценарий (БМ)	**Көміртекті бейтарап сценарий (УН)**
Барлық сценарийлер үшін жалпы болжамдар		
Шығарындылардың сауда жүйесі	X	X
ЖІӨ 2022-2026 жылдар кезеңінде Қазақстан Республикасының әлеуметтік-экономикалық даму болжамына (ҚР ҰЭМ) және одан әрі 2030 жылға дейін жылына 4,0%, 2060 жылға дейін жылына 3,5% деңгейінде	V	V
Қазақстан Республикасының (ҚР ҰЭМ) әлеуметтік-экономикалық даму болжамына сәйкес 2022-2026 жылдар кезеңінде халық санының өсуі және одан әрі 2060 жылға дейін жылдық өсу қарқыны жылына 0,8-0,9% шегінде.	V	V
Мұнай өндіру ең жоғары деңгейге (115 миллион тонна) 2035 жылы көтеріледі	V	V
Елді газдандыру Қазақстан Республикасының болжамды газ балансы бойынша минимум және сценарийлер бойынша максимум бойынша жүргізілуде.	V	V
2020 – 24587 млн м3 (ең аз)	V	V
2025 – 22243 млн м3 (ең аз)	V	V
2030 – 21016 млн м3 (ең аз)	V	V
Сценарий болжамдары		
Табиғи газ бойынша электр энергиясын өндіру үлесі 2020 және 2030 жылдары тиісінше 20% және 25% деңгейінде	X	V
2020, 2025 және 2030 жылдары ЖЭК-тен электр энергиясын өндіру үлесі 3%, 6%, 15% деңгейінде	X	V
2030 жылға қарай көмір өндіру үлесі 40%	X	V
Шығарындыларды саудалау схемасы бойынша квотадан тыс секторларға көміртегі салығы	X	V
Бүкіл есептік кезеңдегі парниктік газдар шығарындыларына шектеулер	X	V

4.2.2. Энергетика секторы бойынша парниктік газдар шығарындылары

Шараларсыз сценарий және көміртегі бейтараптығы сценарийі энергетикалық секторды техникалық және экономикалық модельдеуге негізделген. Парниктік газдардың шығарындылары төменде келтірілген.

График көміртегі бейтараптығына қарай шығарындыларды азайту мүмкіндігі шамамен 2025 жылы іске асырыла бастайтынын көрсетеді. 2030 жылға қарай энергетикалық сектордың парниктік газдар шығарындылары 1990 жылғы энергетикалық сектордан шыққан парниктік газдар шығарындыларының минус 20%-ына жетеді. Бұл деңгей тек энергетика саласына арналған. Бұл деңгей 2040, 2050 және 2060 жылдары тиісінше минус 40%, 54% және 99% дейін төмендейді. Энергетика секторынан 2060 жылы парниктік газдар шығарындыларының деңгейі 2,7 млн тонна CO2-экв құрайды, бұл цемент өнеркәсібіне, табиғи газды энергетикалық емес қажеттіліктерге және сутегін өндіруге пайдаланумен байланысты. Салалар бойынша толығырақ, парниктік газдар шығарындыларын азайту төменде келтірілген.



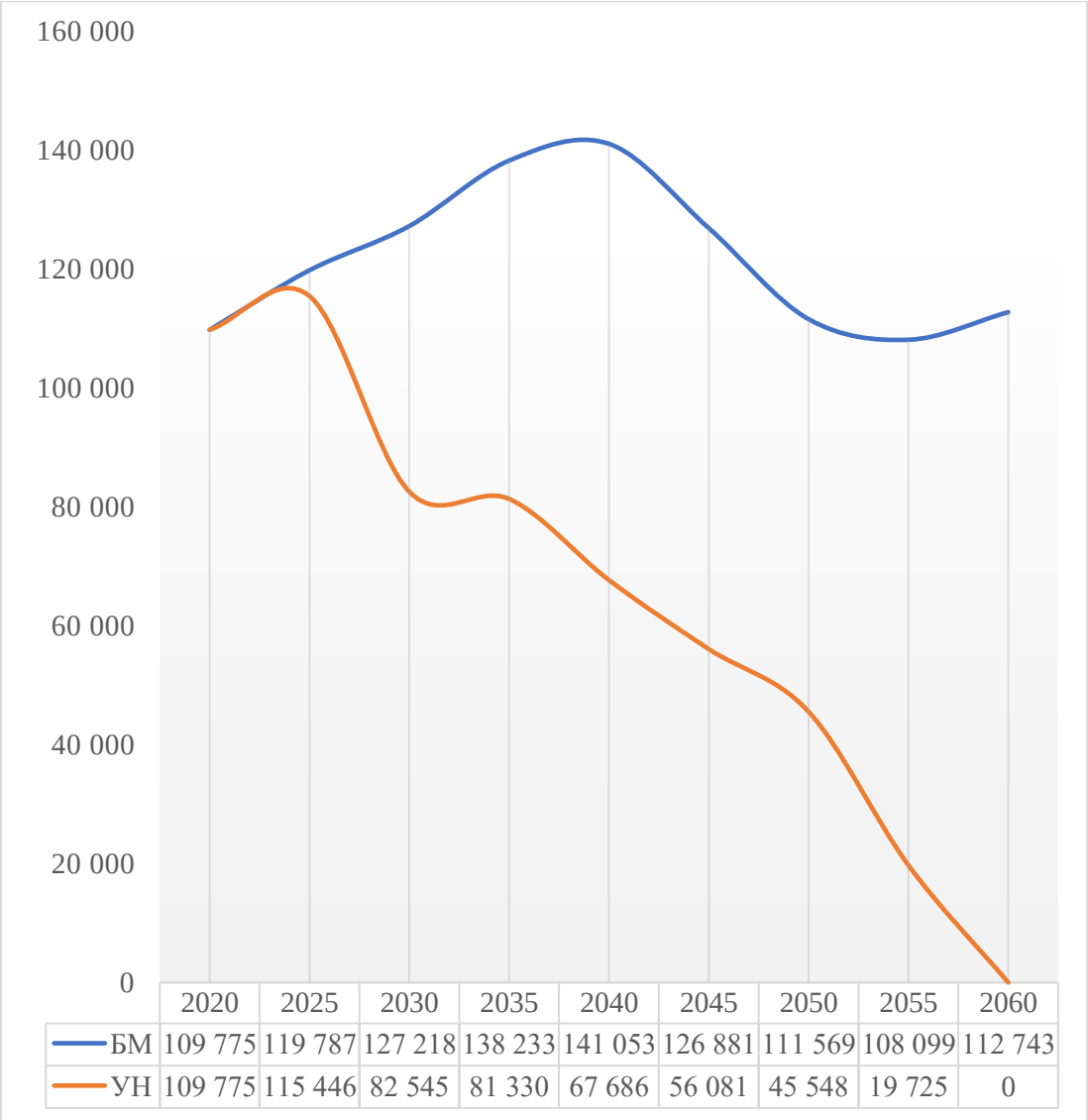
Сурет 4.13– Энергетика секторынан парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Кесте 4.9 – Энергетика секторынан парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, МтCO2экв

	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060
БМ - энергетика секторы	318.0	174.6	248.1	291.9	327.9	373.8	363.8	381.0
УН - энергетика секторы	318.0	174.6	248.1	291.9	255.3	193.4	147.0	2.7

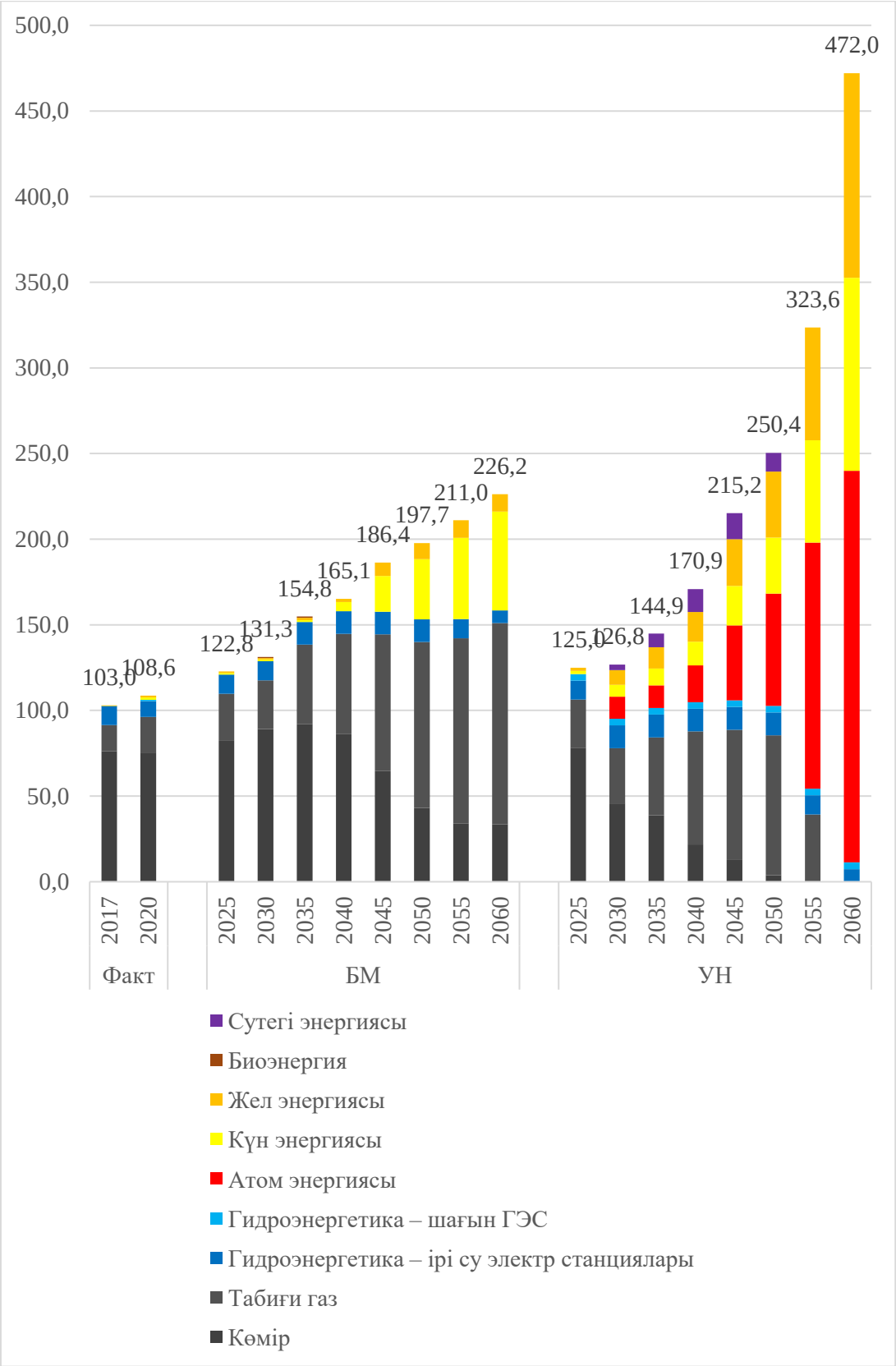
Жылу және электр энергиясын өндіру

Жылу және электр энергиясын өндіруде парниктік газдардың шығарындылары сценарийлер бойынша төмендегі суретте берілген.



	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
БМ	109 775	119 787	127 218	138 233	141 053	126 881	111 569	108 099	112 743
УН	109 775	115 446	82 545	81 330	67 686	56 081	45 548	19 725	0

Сурет 4.14 – Электр энергиясын өндіру секторындағы парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв



Сурет 4.15 – Электр энергиясын өндіруді дамыту сценарийлері, млрд кВт*сағ

Графиктен көріп отырғанымыздай, егер шарасыз сценарийде ұрпақ бірте-бірте өсіп, 2060 жылға қарай шамамен 2 есе өссе, көміртегі бейтараптығы сценарийінде өсу 5 еседен сәл азға жетеді, бұл маңыздылығын көрсетеді. көміртегі бейтараптығы үшін электрлендіру. Бұл ретте жаңартылатын және баламалы энергия көздері маңызды рөл атқарады.

Кесте 4.10 – Электр энергиясын өндіруді дамыту сценарийлері, млрд кВт*сағ

	Факт		**БМ**					**УН**				
	2017	2020	2025	2030	2040	2050	2060	2025	2030	2040	2050	2060
Көмір	76.3	75.1	82.2	89.1	86.4	43.2	33.6	78.2	45.7	21.8	3.8	0.0
Табиғи газ	15.2	21.2	27.6	28.5	58.3	96.8	117.4	28.1	32.3	65.9	81.8	0.0
Гидроэнергетика – ірі су электр станциялары	11.2	9.1	11.2	11.2	13.3	13.3	7.4	11.2	13.3	13.3	13.3	7.4
Гидроэнергетика – шағын ГЭС	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9
Атом энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	21.5	65.5	228.6
Күн энергиясы	0.0	1.3	1.0	1.0	5.4	35.1	57.7	1.9	6.9	13.8	32.8	112.8
Жел энергиясы	0.3	1.1	0.8	0.8	1.8	9.5	10.0	1.8	8.7	17.3	38.5	119.3
Биоэнергия	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Сутегі энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	13.4	11.0	0.0
Барлығы	103.0	108.6	122.8	131.3	165.1	197.7	226.2	125.0	126.8	170.9	250.4	472.0

Кесте 4.11 - Электр энергиясын өндіру құрылымы, %

	Факт		**БМ**					**УН**				
	2017	2020	2025	2030	2040	2050	2060	2025	2030	2040	2050	2060
Көмір	74.1	69.1	67.0	67.9	52.3	21.8	14.8	62.6	36.0	12.8	1.5	0.0
Табиғи газ	14.7	19.5	22.5	21.7	35.3	48.9	51.9	22.5	25.5	38.6	32.7	0.0
Гидроэнергетика – ірі су электр станциялары	10.8	8.4	9.1	8.5	8.0	6.7	3.3	8.9	10.5	7.8	5.3	1.6
Гидроэнергетика – шағын ГЭС	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	3.0	2.3	1.5	0.8
Атом энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	12.6	26.2	48.4

	Факт		БМ					УН				
Күн энергиясы	0.0	1.2	0.8	0.7	3.3	17.7	25.5	1.5	5.5	8.1	13.1	23.9
Жел энергиясы	0.3	1.0	0.7	0.6	1.1	4.8	4.4	1.4	6.8	10.1	15.4	25.3
Биоэнергия	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Сутегі энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	7.8	4.4	0.0
Барлығы	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Сценарийлер бойынша өндіріс құрылымы өндірістегі көмір үлесі барлық сценарийлерде төмендейтінін көрсетеді. БҰҰ-дағы көмір үлесінің төмендеуі 2060 жылға қарай нөлге жетеді. Табиғи газдың үлесі 2040 жылға қарай артады, содан кейін нөлге дейін төмендейді, бұл 2020-2050 аралық кезеңге және 2060 жылға қарай көміртегі бейтараптығына қол жеткізуге қажет. Гидроэнергетика барлық сценарийлерде үлкен рөл атқармайды. Атом көміртегі бейтараптығы сценарийінде үлкен рөл атқарады, біріншіден, түпкілікті пайдалану секторларында қолданылатын электр энергиясы үшін, екіншіден, сутегі өндіру үшін пайдаланылатын электр энергиясы үшін.

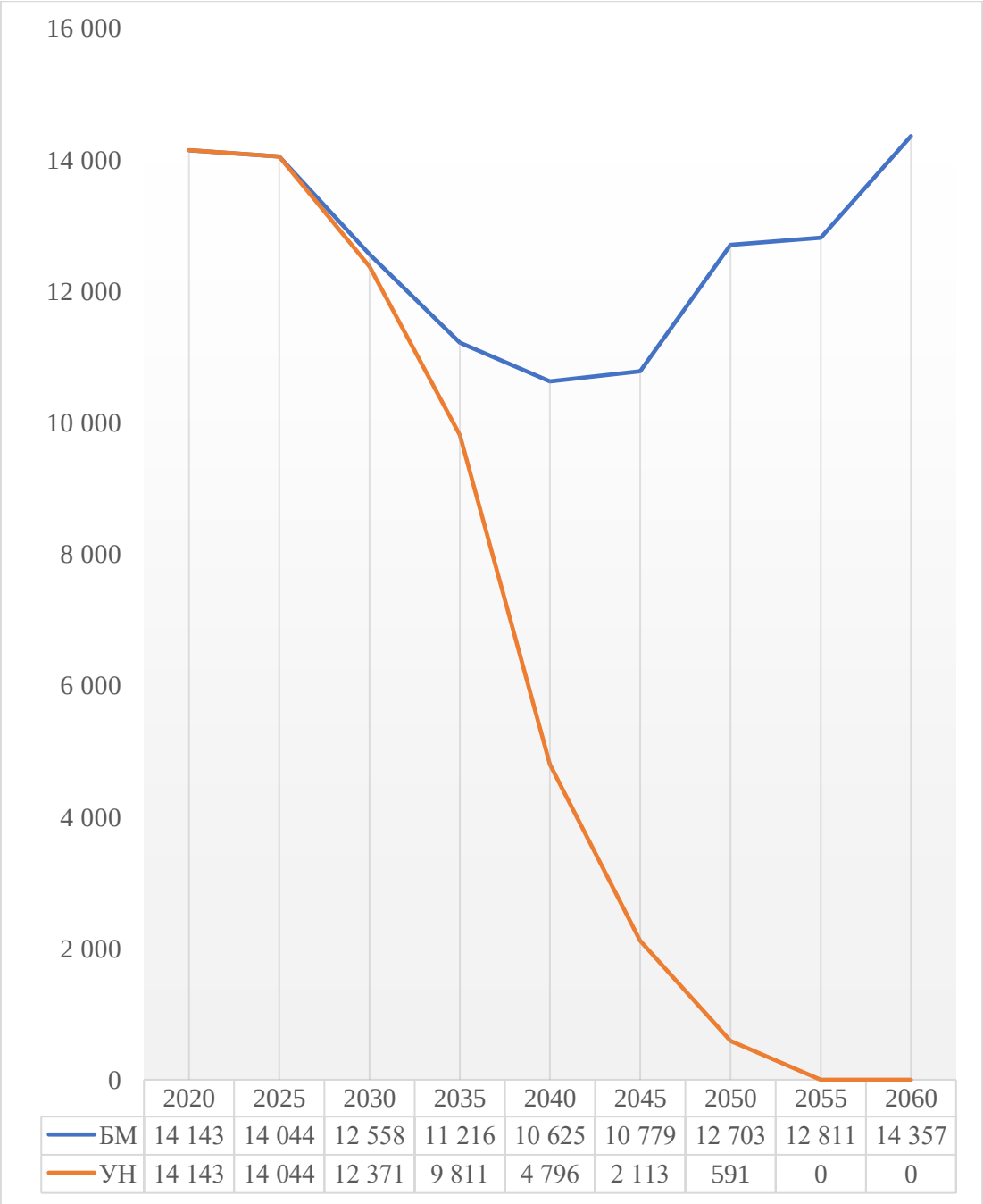
Кесте 4.12 - Электр станцияларының орнатылған қуаттары, ГВт

	Факт		БМ					УН				
	2017	2020	2025	2030	2040	2050	2060	2025	2030	2040	2050	2060
Көмір	16.3	14.7	15.2	16.6	18.8	11.7	10.1	15.2	15.3	13.2	4.3	3.5
Табиғи газ	3.1	4.0	5.6	5.6	11.0	20.4	26.9	5.8	6.2	12.9	19.3	19.8
Гидроэнергетика – ірі су электр станциялары	2.6	2.8	2.6	2.6	3.1	3.1	1.7	2.6	3.1	3.1	3.1	1.7
Гидроэнергетика – шағын ГЭС	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Атом энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	3.0	9.0	31.0
Күн энергиясы	0.1	0.9	0.6	0.6	3.2	20.4	33.6	1.1	4.1	8.7	20.9	72.6
Жел энергиясы	0.1	0.5	0.3	0.3	0.6	3.2	3.4	0.6	2.8	5.6	12.6	38.9
Биоэнергия	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0
Сутегі энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.4
Барлығы	22.2	24.2	24.4	25.9	37.0	59.1	76.0	26.5	34.5	47.8	71.3	170.8

Кестеден көріп отырғанымыздай, жаңартылатын қуаттардың ұлғаюы орнатылған қуатты пайдалану факторларының төмен болуына байланысты электр станцияларының дәстүрлі түрлеріне қарағанда жалпы қуаттың жоғарылауына әкеледі. Шара қолданбау сценарийінде қуаттар 2017 жылмен салыстырғанда 2060 жылға қарай 3,4 есеге өседі, ал көміртекті бейтарап сценарийде 2060 жылға қарай қуаттар қазірдің өзінде 7,7 есеге артады. Оның үстіне соңғы онжылдықта – 2050-2060 жылдар аралығында шамамен 100 ГВт.

Жылу өндіру секторында қазандықтардың шығарындылары ұсынылған, өйткені біріктірілген жылу және электр станцияларының шығарындылары электр энергиясын өндіруге енгізілген. Сценарийлер бойынша қазандықтардың парниктік газдар шығарындылары төменде келтірілген. Көріп отырғанымыздай, шара қолданбау сценарийіндегі шығарындылар 2040 жылға дейін төмендейді, содан кейін бастапқы деңгейге дейін көтеріледі. 2040 жылға дейін төмендеу қазандық жүйелерінің энергия тиімділігін арттыруға байланысты, бірақ 2040 жылдан кейін парниктік газдардың өсуіне әкелетін сұраныстың артуы байқалады.

БҰҰ сценарийі бойынша қазандықтардың шығарындылары 2055 жылға қарай нөлге дейін төмендейді. Бұл қысқарту бір мезгілде энергия тиімділігін арттырумен табиғи газға ауысумен, содан кейін жылу сорғысымен жылытуға ауысумен бірге жүреді.

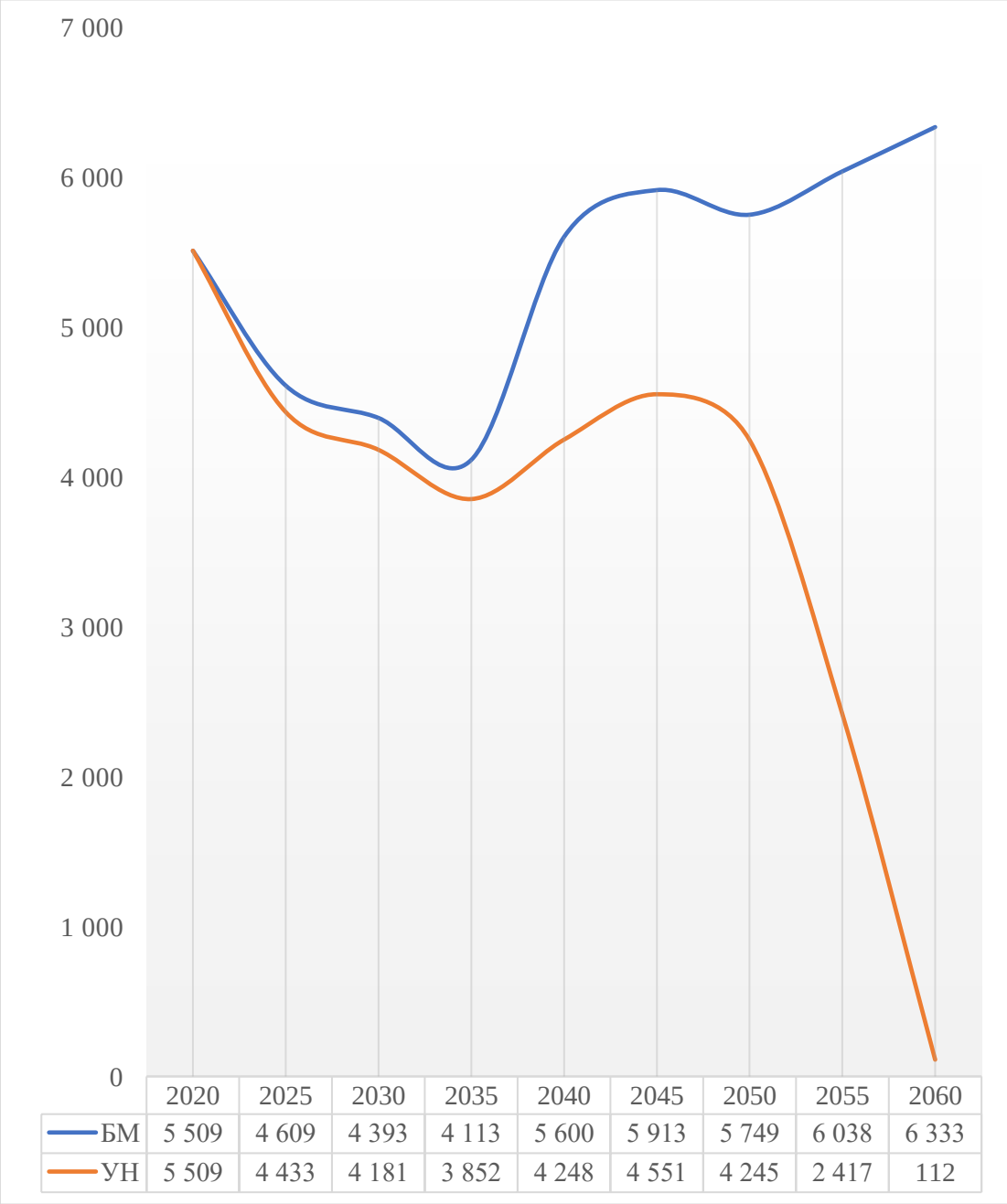


Сурет 4.16 – Жылу өндіру секторындағы парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Мұнай өңдеу секторы

Мұнай өңдеу кезіндегі парниктік газдардың шығарындылары төменде келтірілген. 2035 жылға дейін әрекетсіз сценарийде шығарындылар азаяды, содан кейін артады. Төмендеу экспортқа арналған мазуттың азаюымен, өнеркәсіптегі анағұрлым энергиялық тиімді процестерде бірдей мазут шығынының артуы есебінен болды.

УН сценарийінде парниктік газдар шығарындылары көлік секторындағы парниктік газдар шығарындыларының динамикасынан кейін дерлік нөлге дейін төмендейді (тиісті секторды қараңыз).



	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
БМ	5 509	4 609	4 393	4 113	5 600	5 913	5 749	6 038	6 333
УН	5 509	4 433	4 181	3 852	4 248	4 551	4 245	2 417	112

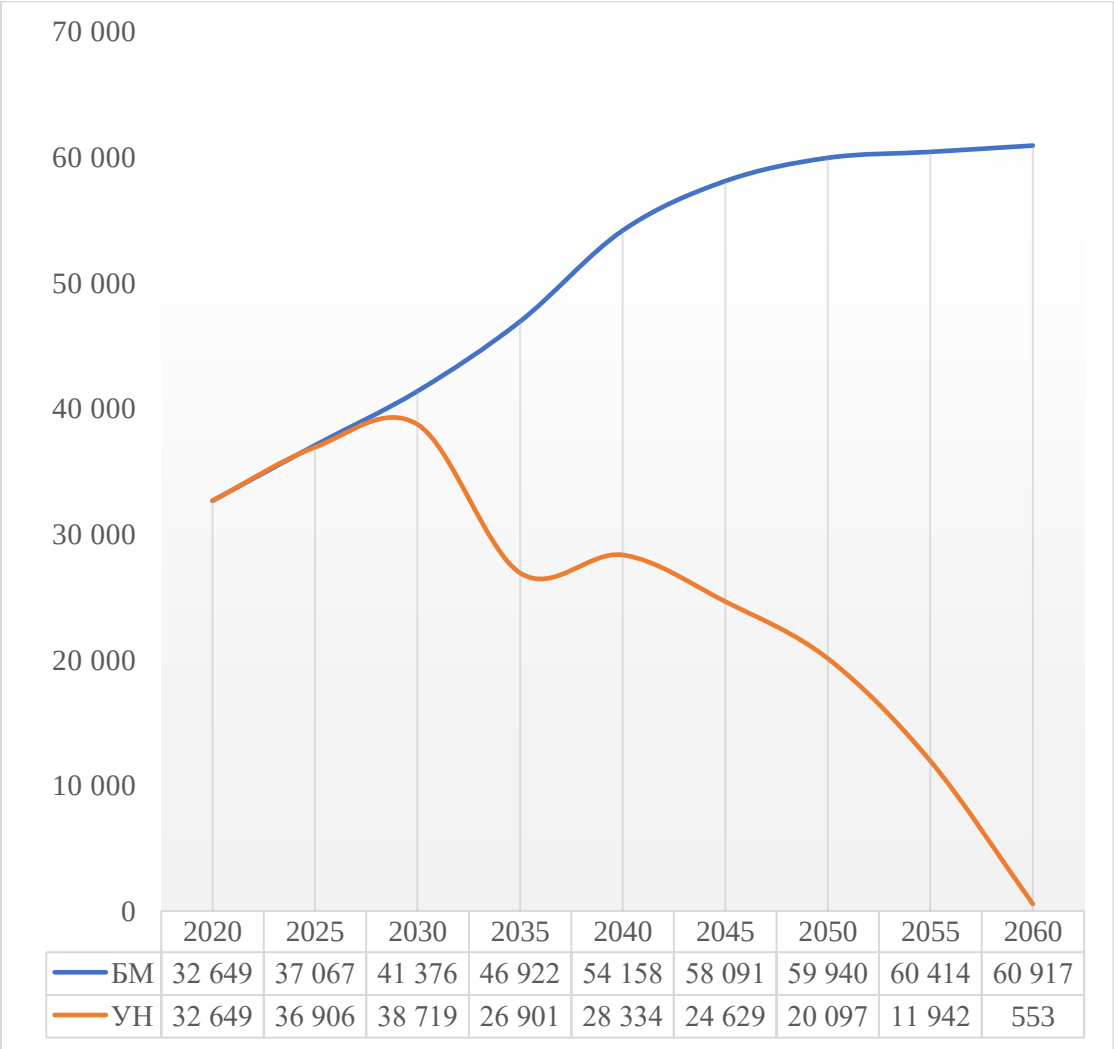
Сурет 4.17 – Мұнай өңдеудегі парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Өнеркәсіп және құрылыс секторы

Өнеркәсіп пен құрылыстың парниктік газдар шығарындылары төменде келтірілген.

Суреттен көріп отырғанымыздай, өнеркәсіп пен құрылыс секторының парниктік газдар шығарындылары сценарий бойынша шараларсыз өсуде, өйткені бұл экономикалық өсумен байланысты. Дегенмен, көміртекті бейтарап сценарийде парниктік газдар шығарындыларының азайғанын көруге болады. Бұл мүмкін болған жағдайда барлық дерлік өнеркәсіптік процестерді кеңінен электрлендіруге байланысты. Электрлендіруден басқа процестерде сутекті пайдалану да артып келеді. Сонымен, сутегі арқылы болат өндіруге арналған қуаттар бар. Ұсынылған технологияда темір рудасын қатты күйдегі сутегімен тотықсыздандырып, губкалы темір деп аталатын тікелей қалпына келтірілген темірді алады. Содан кейін губкалы үтік электр доғалық пешіне (EAF) беріледі, онда электродтар губка үтікті болатқа балқыту үшін ток жасайды.

2060 жылы цемент өнеркәсібі мен түсті металлургияда парниктік газдар шығарындылары шамалы.



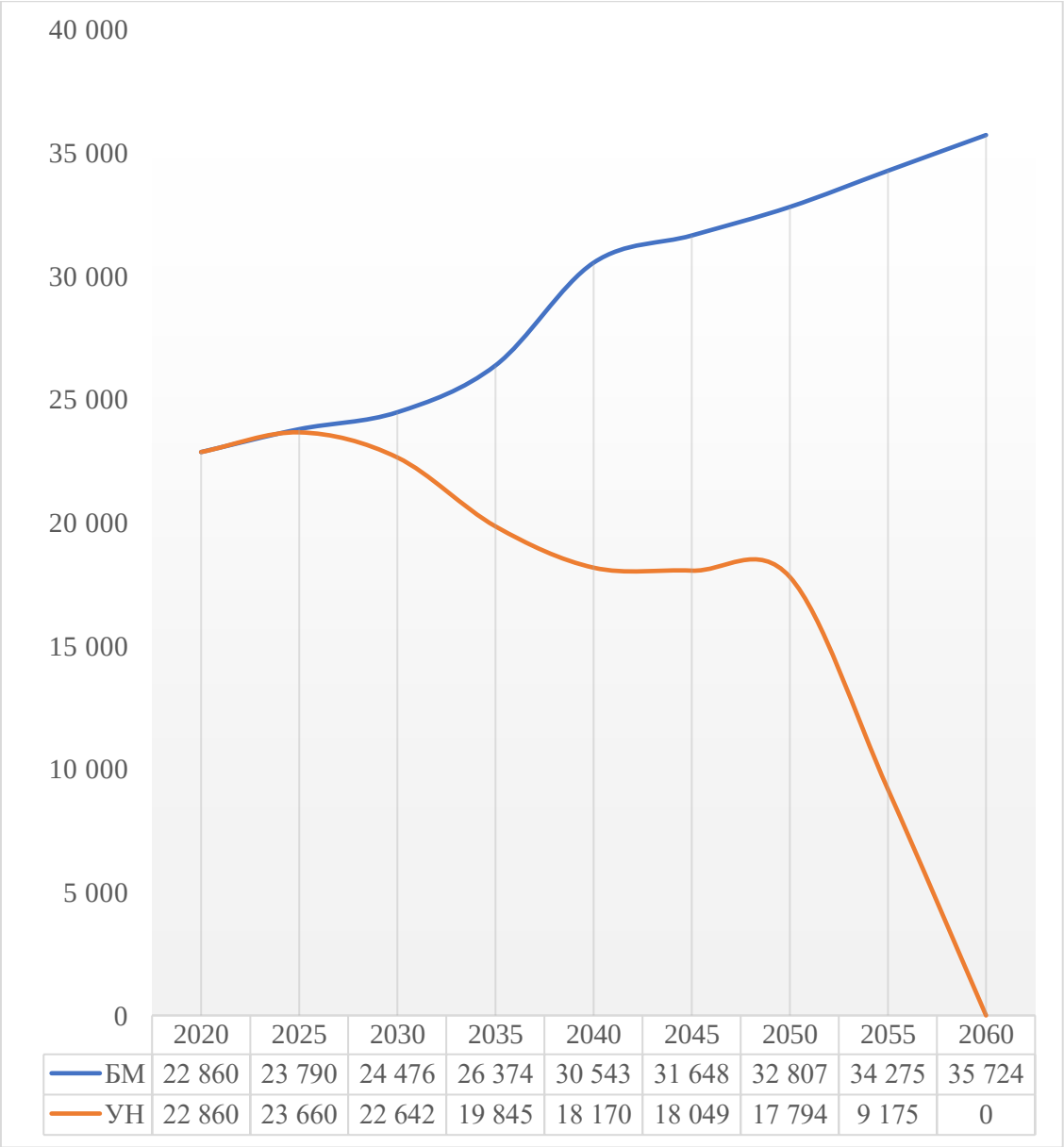
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
БМ	32 649	37 067	41 376	46 922	54 158	58 091	59 940	60 414	60 917
УН	32 649	36 906	38 719	26 901	28 334	24 629	20 097	11 942	553

Сурет 4.18 – Өнеркәсіпте парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO_2экв

Көлік секторы

Көлік секторының парниктік газдарының шығарындылары төменде келтірілген.

«Әрекетсіз» сценарийіндегі парниктік газдар шығарындылары экономикалық өсу мен жүк және жолаушылар тасымалына сұранысқа байланысты өсуде. Көміртегі бейтараптығы сценарийінде парниктік газдар шығарындылары көлікті электрлендіру арқылы, сондай-ақ авиацияда, теміржолда және суда сутегін пайдалану арқылы нөлге дейін төмендейді.



Сурет 4.19 – Көлік секторындағы парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

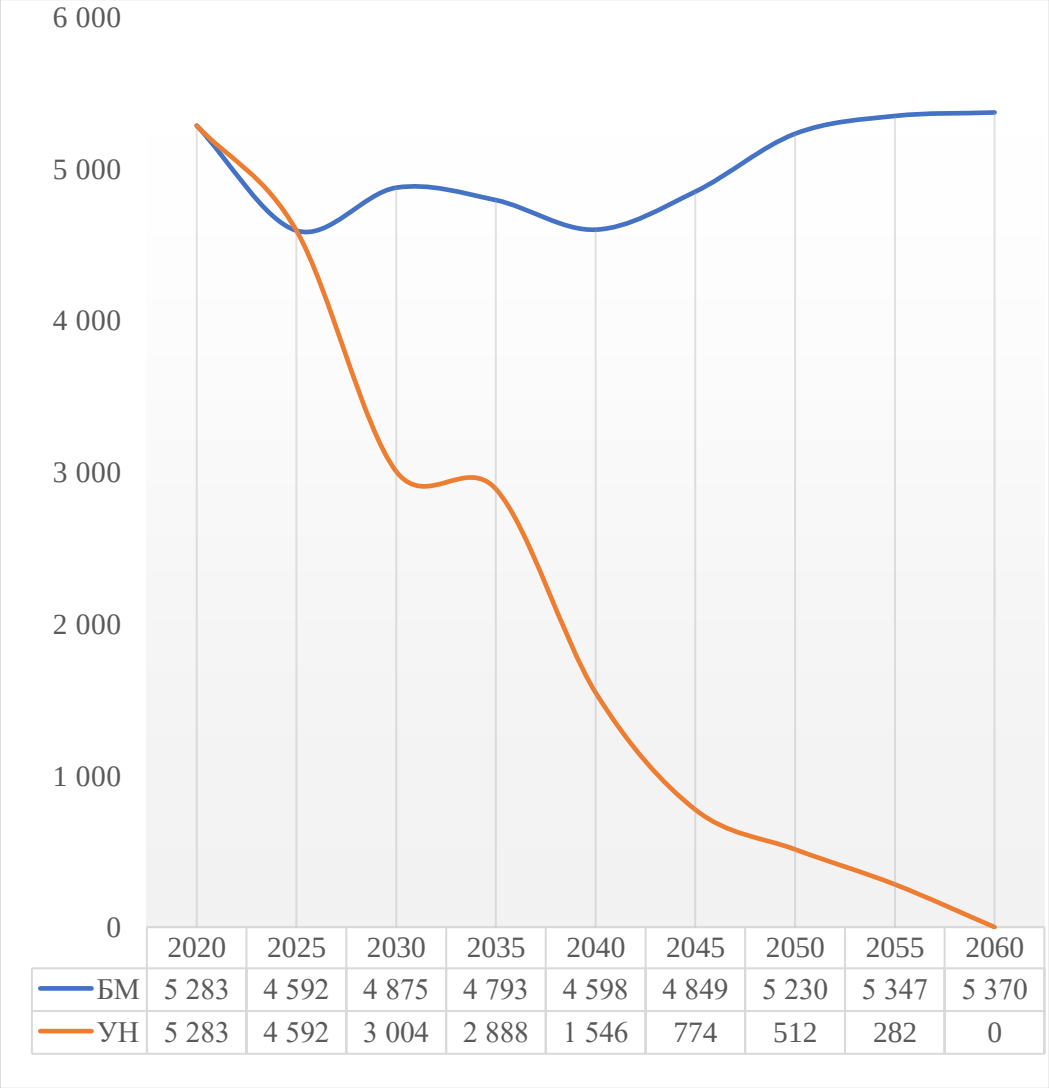
Тұрғын үй және ауыл шаруашылығы

Тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық пен ауыл шаруашылығының парниктік газдарының шығарындылары төменде келтірілген.

Коммерциялық сектор

Коммерциялық сектордың парниктік газдар шығарындылары төменде келтірілген. Технологиялар мен электрлендірудегі энергия тиімділігінің артуына байланысты коммерциялық сектордан парниктік газдар

шығарындылары азаюда. Бұл әрекетсіз сценарийде парниктік газдар шығарындыларын бір деңгейде тұрақтандыруға және көміртекті бейтарап сценарийде азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, соңғы сценарийде 2030-2035 жылдар кезеңінде табиғи газды ыстық сумен қамтамасыз ету үшін пайдаланудың артуына байланысты парниктік газдар шығарындыларының шамалы өсуі байқалады. 2035 жылдан кейін ыстық су ыстық су үшін күн технологиясына ауысады.



	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
БМ	5 283	4 592	4 875	4 793	4 598	4 849	5 230	5 347	5 370
УН	5 283	4 592	3 004	2 888	1 546	774	512	282	0

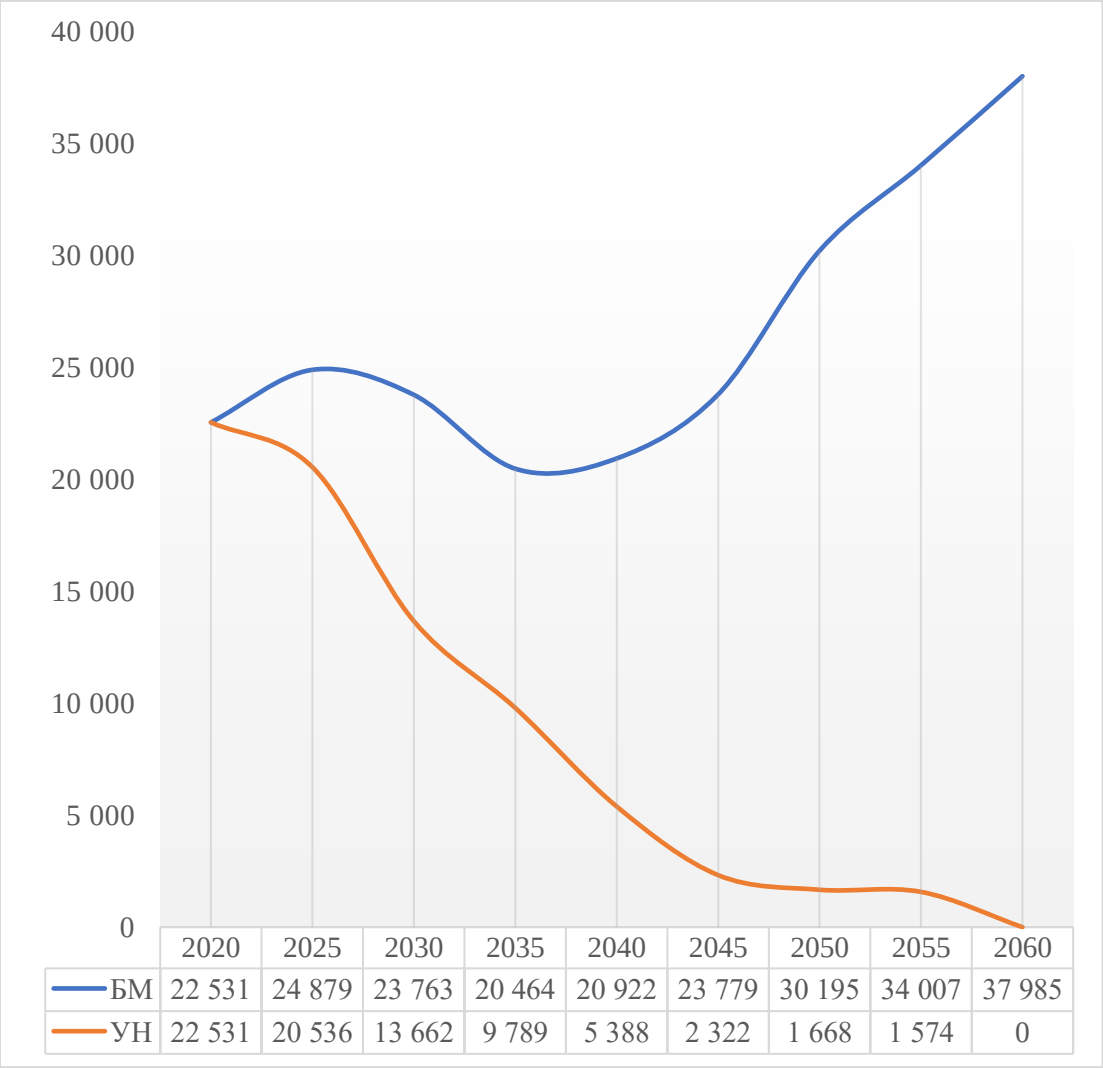
Сурет 4.20 – Коммерциялық сектордағы парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Халық (ғимараттар)

Төменде халық секторы (ғимараттар) бойынша парниктік газдар шығарындылары берілген. Бұл секторда шарасыз сценарийде парниктік газдар

шығарындылары 2060 жылға қарай артады, бірақ 2025-2040 жж. парниктік газдар шығарындыларын азайту кезеңі және 2040 жылдан 2060 жылға дейін одан әрі өсу кезеңі бар. Мұнда парниктік газдар шығарындыларын азайту кезеңінде көмірден табиғи газға көшудің әсері айқын көрінеді. Шығарындылардың одан әрі өсуі тұрғындардың энергияға сұранысының артуына байланысты, бұл кезеңнің соңына дейін газдандырудың кеңеюімен де, көмірді пайдаланудың ұлғаюымен де қатар жүреді.

Көміртегі бейтараптығы сценарийі жағдайында парниктік газдар шығарындыларының азаюы орта мерзімді перспективада газдандырумен және декарбонизация мақсатында күн және геотермиялық (жылу сорғылары) энергиясының рөлінің артуымен қатар жүреді.

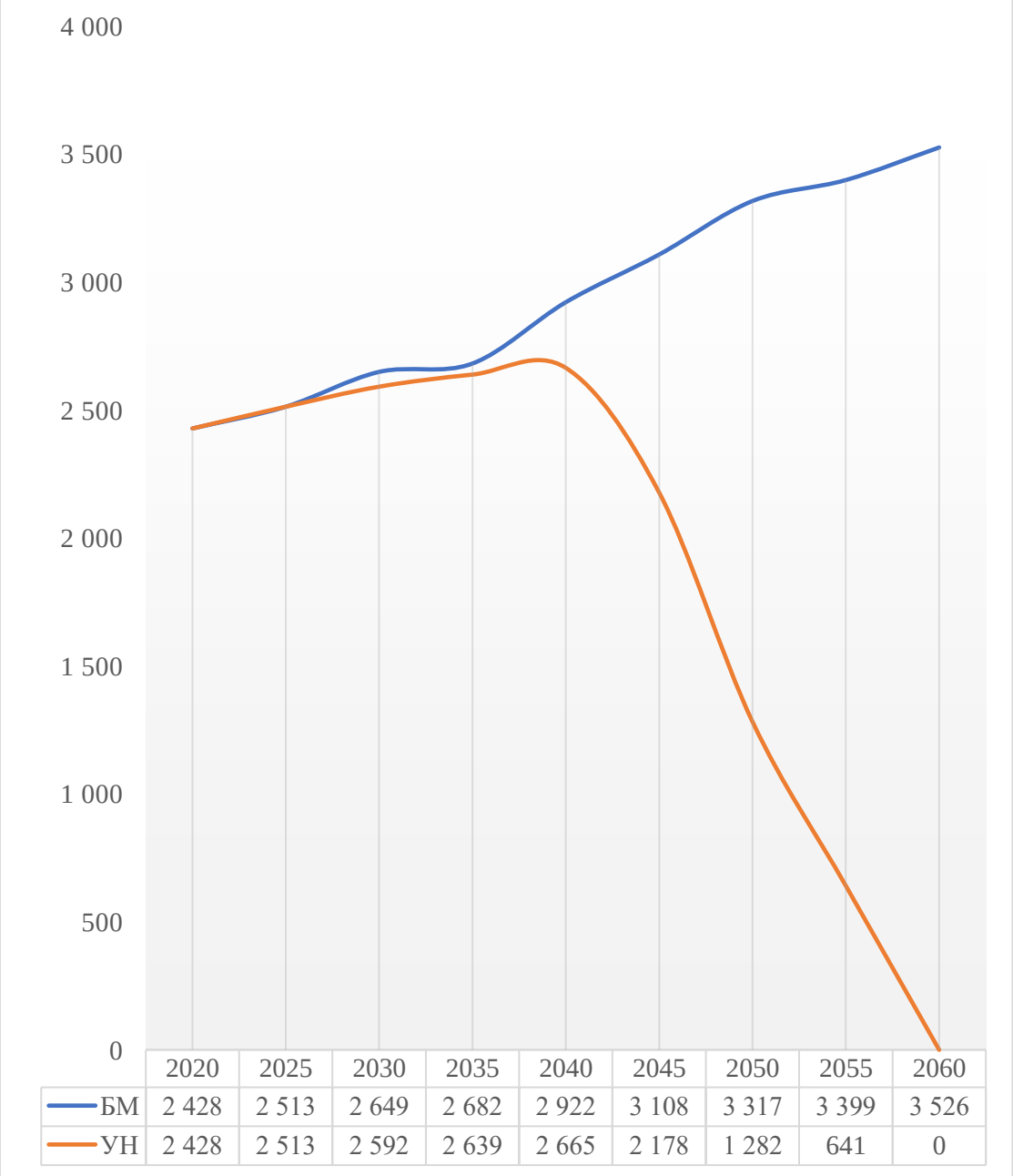


	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
БМ	22 531	24 879	23 763	20 464	20 922	23 779	30 195	34 007	37 985
УН	22 531	20 536	13 662	9 789	5 388	2 322	1 668	1 574	0

Сурет 4.21 – Халық бойынша парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Ауыл шаруашылығы

Ауыл шаруашылығының парниктік газдарының шығарындылары төменде келтірілген. Ауыл шаруашылығындағы парниктік газдар шығарындылары ел экономикасы үшін аса маңызды салалардың бірі ретінде өнеркәсіптің өсуіне және сәйкесінше ауыл шаруашылығы машиналарында мұнай өнімдерін пайдаланудың өсуіне байланысты шараларсыз сценарийде өсуде. Көміртегі бейтараптығы сценарийінде ауыл шаруашылығы барлық отынды биодизельге ауыстырады.



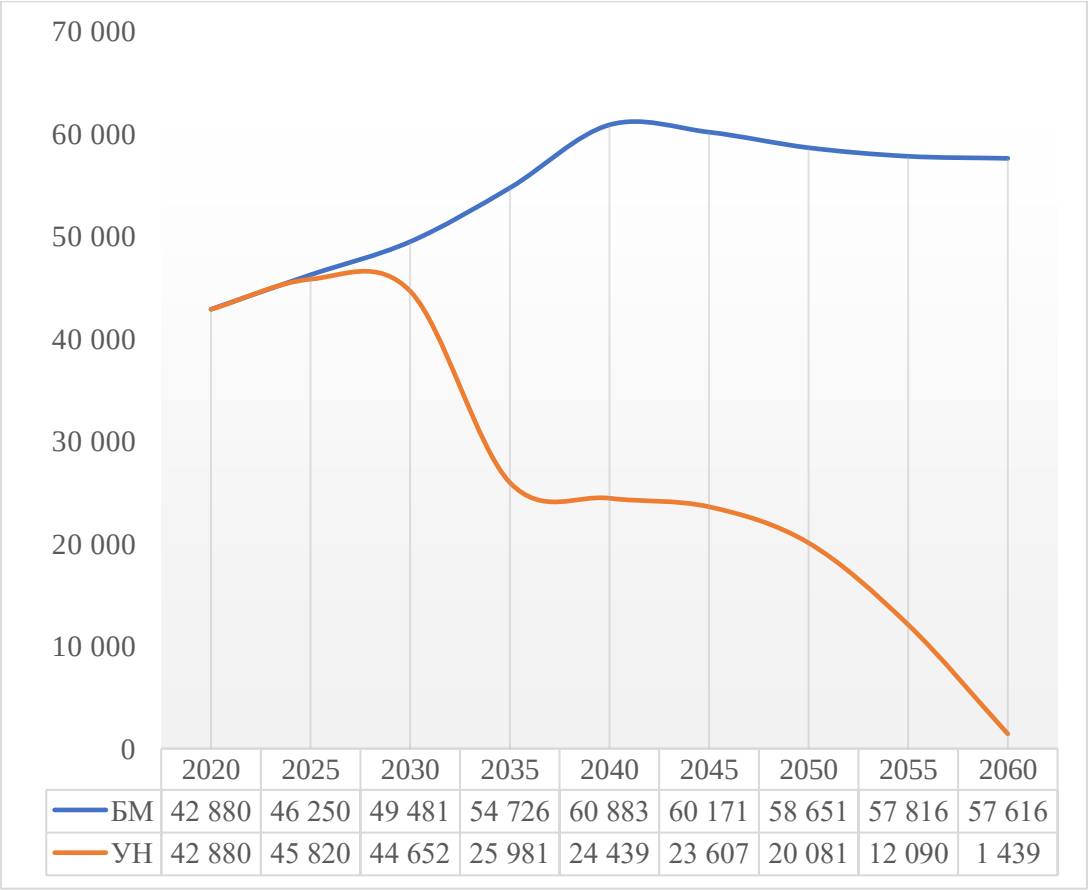
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
БМ	2 428	2 513	2 649	2 682	2 922	3 108	3 317	3 399	3 526
УН	2 428	2 513	2 592	2 639	2 665	2 178	1 282	641	0

Сурет 4.22 – Ауыл шаруашылығында парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Басқа сектор

Осы сектордағы парниктік газдар шығарындылары көздері анықталмаған және тиісті секторларға бөлінбеген шығарындыларға жатады. Себебі жанар-жағармайдың пайдаланылуы туралы толық есеп жоқ. UNFCCC-ке берілген парниктік газдар тізімінде осы сектордың сипаттамасы шығарындылары байқалатын энергия өнімдерінің тізбесін және ықтимал пайдалану талдауын қамтиды. Осы ақпарат негізінде осы шығарындыларды тиісті қызметпен байланыстыру арқылы осы секторды модельдеуге әрекет жасалды. Осылайша, қатты түрі коксты пайдаланатын қызметпен, сұйық түрі мұнай өнімдерінің көлемімен, ал газ тәрізді түрі жүйедегі табиғи газды пайдаланумен байланысты болды.

Осы сектор үшін алынған парниктік газдар шығарындылары төменде көрсетілген. Суреттен көріп отырғанымыздай, көміртекті бейтарап сценарийде коксты, мұнай өнімдерін және табиғи газды пайдалана отырып, парниктік газдар шығарындыларын азайту есебінен парниктік газдар шығарындыларының айтарлықтай төмендеуіне қол жеткізіледі.



	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
БМ	42 880	46 250	49 481	54 726	60 883	60 171	58 651	57 816	57 616
УН	42 880	45 820	44 652	25 981	24 439	23 607	20 081	12 090	1 439

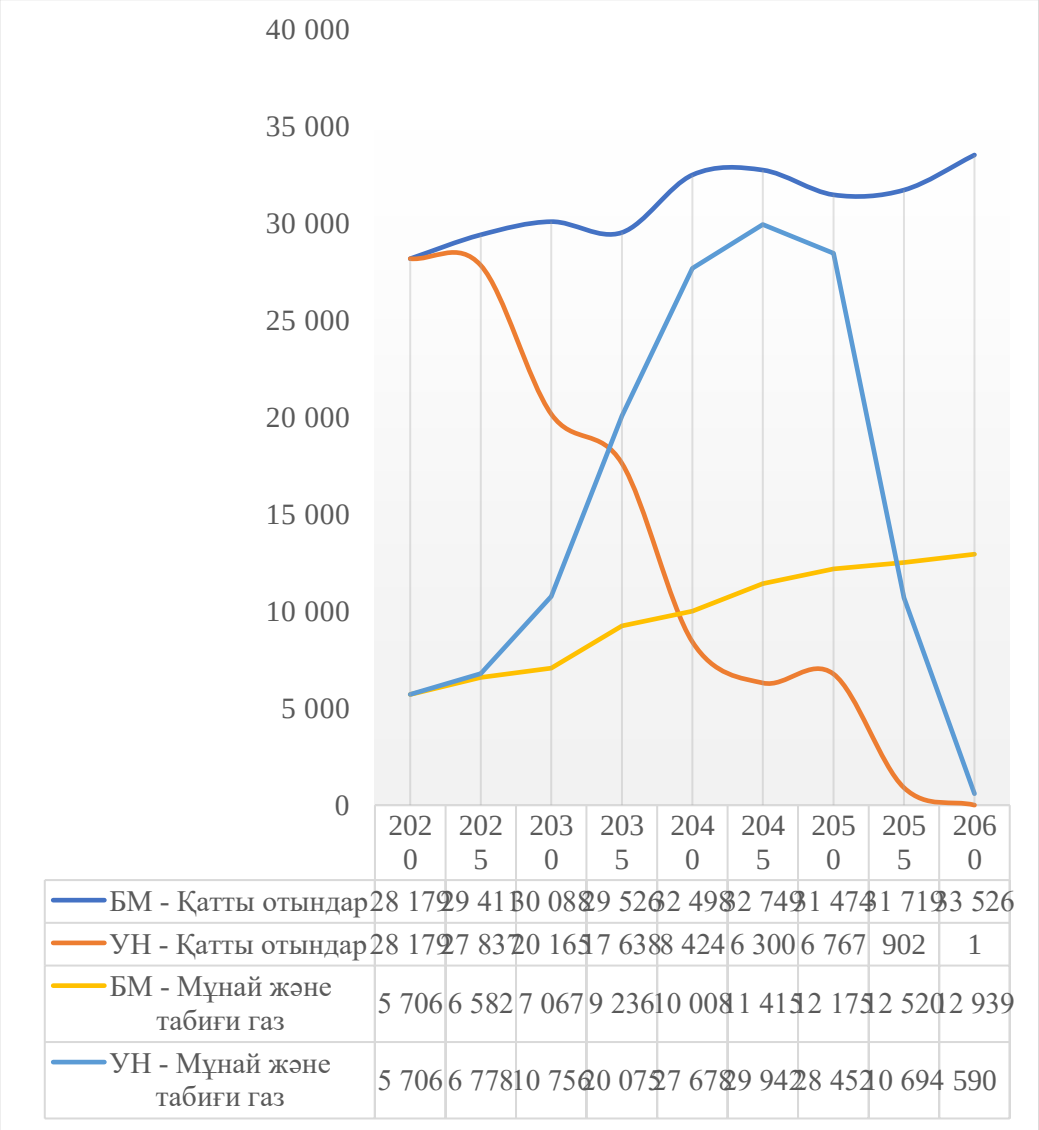
Сурет 4.23 – Басқа сектордағы парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Қашқын шығарындылар секторындағы парниктік газдар шығарындылары

Қашықтан шығарындылар секторының парниктік газдар шығарындылары басқа секторлардағы саясат пен шараларға байланысты.

Шараларсыз сценарийде барлық түрдегі сияқты бос шығарындылардан да шығарындылардың ұлғаюы байқалады.

Көміртекті бейтараптық сценарийінде қатты отыннан шығатын бос шығарындылар көмірді пайдаланудың азаюынан кейін азаяды. Мұнай мен табиғи газдың бос шығарындылары 2045 жылға дейін, яғни газдандыру есебінен өседі, содан кейін болжамды кезеңнің соңына қарай айтарлықтай төмендейді..



	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
БМ - Қатты отындар	28 172	29 41	30 088	29 526	32 498	32 749	31 474	31 719	33 526
УН - Қатты отындар	28 172	27 837	20 165	17 638	8 424	6 300	6 767	902	1
БМ - Мұнай және табиғи газ	5 706	6 582	7 067	9 236	10 008	11 415	12 175	12 520	12 939
УН - Мұнай және табиғи газ	5 706	6 778	10 756	20 075	27 678	29 942	28 452	10 694	590

Сурет 4.24 - бос шығарындылар секторында парниктік газдар шығарындыларын дамыту сценарийлері, ктCO2экв

Ұсыныстар

Энергияға көшуді жүзеге асыру жоғарыда аталған секторларға қолданылатын парниктік газдар шығарындыларын азайту тәсілдерін іске асыруды көздейді. Бұл экономиканың көміртегін көп қажет ететін секторларында антропогендік парниктік газдар шығарындыларын азайтуды ынталандыратын қаржылық және салық саясатын енгізуді қамтиды.

Көміртексіз және парниктік газдары аз технологияларды енгізу, қайталау және масштабтау үшін мемлекеттік қолдау көрсетіледі.

Бюджеттік, кедендік және бюджеттік саясаттар парниктік газдардың төмен дамуының міндеттерін шешу үшін және бюджеттік шығыстар мен инвестициялардағы парниктік газдарды теңгерімдеудің салдарын ескере отырып өзгертілетін болады.

Маңызды бағыт – шығарындыларды азайту бойынша салалық және аймақтық жоспарларды қабылдау және жүзеге асыру. Төмен парниктік газды дамытуға көшудің салалық мақсаттарын белгілеу және экономика секторларында энергетикалық және экологиялық тиімділікті арттыру қажет.

Ынталандыру шаралары тауарларды өндіруде қайталама энергетикалық ресурстарды пайдалануға және парниктік газдарды ұстау, сақтау және одан әрі пайдалану технологияларын қолдау және тарату үшін қолданылатын болады.

Энергияны үнемдеуді ынталандыру және көміртекті және көміртегі аз технологияларды енгізу тетіктері әзірленетін болады.

Энергетикалық ауысуды табысты жүзеге асыру ұлттық ғылыми және инженерлік әлеуетті қалыптастыру мен дамытуды талап етеді.

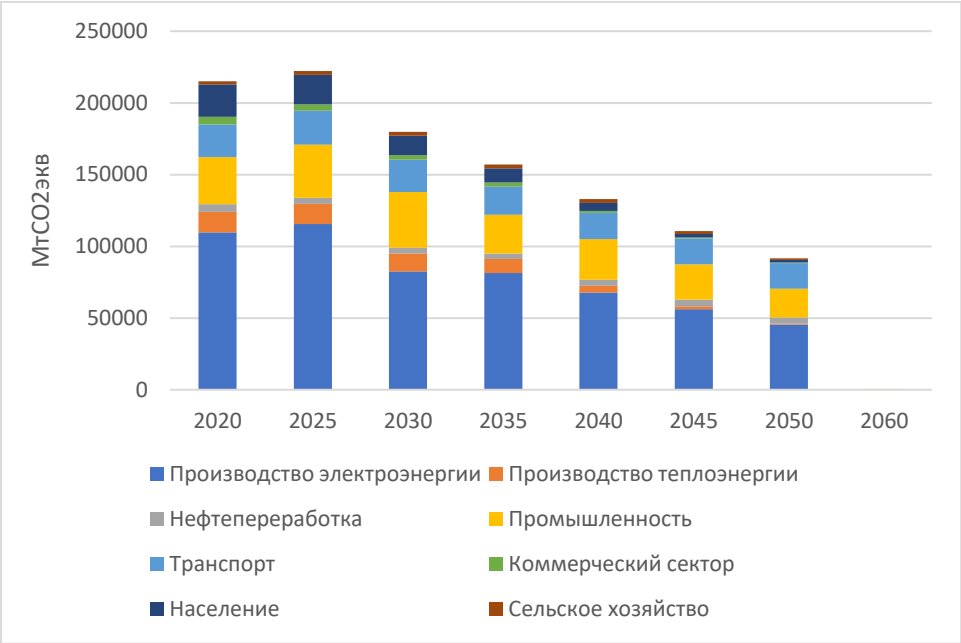
Сондай-ақ «ақ» және «жасыл» сертификаттар жүйесін, компаниялардың ашық қаржылық емес есеп беру жүйесін және энергетикаға көшуді жеделдету үшін нормативтік-құқықтық базаны әзірлеу қажет.

4.25-сурет және 4.18-кесте секторлар бойынша 2020 жылдан 2060 жылға дейінгі парниктік газдардың болжамды шығарындыларын көрсетеді.

Кесте 4.18 - Декарбонизация сценарийіндегі парниктік газдардың болжамды шығарындылары, МтСО2экв.

	2020	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2045**	**2050**	**2060**
Электр энергиясын өндіру	109,8	115,4	82,5	81,3	67,7	56,1	45,5	0

Жылу энергиясын өндіру	14,1	14,0	12,4	9,8	4,8	2,1	0,59	0
Мұнай өңдеу	5,51	4,43	4,18	3,85	4,25	4,55	4,25	0,11
Өнеркәсіп	32,6	36,9	38,72	26,9	28,3	24,63	20,01	0,55
Көлік	22,9	23,66	22,64	19,85	18,17	18,05	17,79	0
Коммерциялық сектор	5,28	4,59	3,00	2,89	1,55	0,77	0,51	0
Халық (ғимараттар)	22,53	20,54	13,66	9,79	5,39	2,32	1,67	0
Ауыл шаруашылығы	2,43	2,51	2,59	2,64	2,67	2,18	1,28	0
Қалдықтар	7,02	6,87	6,06	5,08	4,52	4,23	3,91	3,43



Сурет 4.25 - Декарбонизация сценарийіндегі парниктік газдардың болжамды шығарындылары, МтCO2 экв

Нәтижелерге сәйкес, электр энергиясын өндіру секторында парниктік газдар шығарындылары нөлге жетеді, бұл 2060 жылға қарай электр энергиясын өндірудің шамамен 5 еседен сәл кем ұлғаюымен қатар жүреді, бұл көміртегі бейтараптығы үшін электрлендірудің маңыздылығын көрсетеді. Сонымен қатар, ең үлкен өсім соңғы онжылдықта, екі есе дерлік: 250,4-тен 472 млрд кВт/сағ. Бұл ретте жаңартылатын және баламалы энергия көздері

маңызды рөл атқарады. Электр энергиясын өндіру құрылымында көмірдегі көмір үлесінің төмендеуі 2060 жылға қарай нөлге жетеді. Табиғи газдың үлесі 2040 жылға қарай артады, содан кейін нөлге дейін төмендейді, бұл 2020-2050 аралық кезеңге және 2060 жылға қарай көміртегі бейтараптығына қол жеткізуге қажет. Атом көміртегі бейтараптығы сценарийінде үлкен рөл атқарады, біріншіден, түпкілікті пайдалану секторларында қолданылатын электр энергиясы үшін, екіншіден, сутегі өндіру үшін пайдаланылатын электр энергиясы үшін.

Көміртекті бейтарап сценарийде жаңартылатын қуаттардың ұлғаюы орнатылған қуатты пайдалану коэффициенттерінің төмен болуына байланысты электр станцияларының әдеттегі түрлеріне қарағанда жалпы қуаттылықтың жоғарылауына әкеледі. Көміртегі бейтараптығы сценарийінде қуаттар 2060 жылға қарай 7,7 есе артады. Оның үстіне соңғы онжылдықта шамамен 100 ГВт – 2050-2060 жылдар аралығында: 71,3 ГВт-тан 170,8 ГВт-қа дейін.

Жылу өндіру секторында көміртекті бейтарап сценарийде қазандықтардан шығатын парниктік газдар 2055 жылға қарай нөлге дейін төмендейді. Бұл қысқарту бір мезгілде энергия тиімділігін арттырумен табиғи газға ауысумен, содан кейін жылу сорғысымен жылытуға ауысумен бірге жүреді.

2035 жылға дейін әрекетсіз сценарийде мұнай өңдеуден болатын парниктік газдар шығарындылары төмендейді, содан кейін артады. Төмендеу экспортқа арналған мазуттың азаюымен, өнеркәсіптегі анағұрлым энергиялық тиімді процестерде бірдей мазут шығынының артуы есебінен болды. Көміртегі бейтараптығы сценарийінде парниктік газдар шығарындылары көліктегі парниктік газдар шығарындыларының динамикасын қайталай отырып, нөлге дерлік төмендейді.

Өнеркәсіп пен құрылыс секторының парниктік газдар шығарындылары көміртегі бейтараптығы сценарийінде өсуде, парниктік газдар

шығарындылары болымсыз деңгейге дейін төмендейді. Бұл мүмкін болған жағдайда барлық дерлік өнеркәсіптік процестерді кеңінен электрлендіруге байланысты. Электрлендіруден басқа процестерде сутекті пайдалану да артып келеді. Сонымен, сутегі арқылы болат өндіруге арналған қуаттар бар. 2060 жылы цемент өнеркәсібінде және түсті металлургияда парниктік газдар шығарындылары шамалы.

Көлік секторындағы парниктік газдар шығарындылары көміртегі бейтараптығы сценарийінде, көлікті электрлендіру, сондай-ақ сутегін авиация, теміржол және су көлігінде пайдалану есебінен парниктік газдар шығарындылары нөлге дейін төмендейді.

Технологиялар мен электрлендірудегі энергия тиімділігінің артуына байланысты коммерциялық сектордан парниктік газдар шығарындылары азаюда. Бұл 2035 жылға дейін ыстық сумен жабдықтау үшін табиғи газды пайдалану арқылы көміртегі бейтараптығы сценарийінде парниктік газдар шығарындыларын азайтуға мүмкіндік береді және 2035 жылдан кейін ыстық сумен жабдықтау суды жылыту үшін күн энергиясын пайдалану технологиясына ауысады.

Тұрғын үй секторында (ғимараттар), көміртегі бейтараптығы сценарийінде парниктік газдар шығарындыларын нөлге дейін төмендету орта мерзімді перспективада газдандырумен және күн және геотермиялық (жылу сорғылары) энергиясының рөлінің артуымен бірге жүреді.

Көміртегі бейтараптығы сценарийінде ауыл шаруашылығынан парниктік газдар шығарындылары 2060 жылға қарай дизельдік отынды толығымен биодизельге ауыстыру арқылы азайтылады.

Ауыл шаруашылығының жалпы жиынтық шығындары тұрғысынан көміртекті бейтараптық сценарийі негізінен органикалық ауыл шаруашылығын енгізу, суару және мал шаруашылығын басқаруды жақсарту мақсатында 42,55 миллиард АҚШ долларын инвестициялауды талап етеді.

Көміртекті бейтараптық сценарийінде болжанған тыңайтқыштардың шығарындылары мен қолданылуының төмендеуі көміртекті бейтараптық сценарийінде ОЖЖ мен химиялық тыңайтқыштардың шығындарының сәйкесінше 5,46 миллиард долларға және 13,55 миллиард долларға төмендеуіне ықпал етеді. Екі сценарийде де тұрақты Ауыл шаруашылығы және жақсартылған суару климаттың өзгеруіне байланысты шығындарды азайтуға ықпал етеді. Бұл іс-шаралар жоғарыда сипатталғандай өсімдік шаруашылығындағы шығындардың азаюына ықпал еткенімен, өндіріс көлемінің ұлғаюы жалпы өндіріс көлеміне қатысты шығындардың азаюына қарамастан, 2020 және 2060 жылдар аралығында 4,67 миллиард АҚШ долларын құрайтын қосымша таза шығынға әкеледі.

Іс-шараларды жүзеге асырудың жиынтық қосымша пайдасы 2020-2060 жылдар аралығындағы көміртекті бейтараптық сценарийінде 172,15 миллиард АҚШ долларын құрайды. Атап айтқанда, 168,5 миллиард АҚШ доллары өсімдік шаруашылығынан қосымша пайда, ал 3,62 миллиард АҚШ доллары қосымша еңбек кірісі есебінен алынды.

Көлік секторы бойынша міндеттерді іске асыру көміртекті бейтараптық сценарийінде алдағы 40 жыл ішінде 62,99 млрд АҚШ доллары көлемінде таза қосымша инвестицияларды талап етеді.

Ауаның ластануына байланысты денсаулық сақтаудың алдын-алу шығындары айтарлықтай және 2020-2060 жылдар аралығында NZE сценарийінде 24,1 миллиард АҚШ долларын құрайды. Алайда, тек кептелістер мен апаттардың құны BAU-мен салыстырғанда біршама жоғары болғанымен, жеке көліктерге жоғары бастапқы инвестициялар мен жоғары энергия шығындары жүйелік деңгейде қол жеткізілген артықшылықтардан асып түседі. Жалпы алғанда, болжамдар BAU сценарийімен салыстырғанда алдағы 40 жыл ішінде 18,93 миллиард АҚШ доллары көлеміндегі таза қосымша әлеуметтік шығындарды көрсетеді.

Экономикалық бағалау бойынша, қалдықтар секторында алдағы 40 жыл ішінде декарбонизацияға бағытталған мақсаттарды жүзеге асыру 20,61 миллиард АҚШ долларын құрайтын таза үнемдеуге әкеледі деп болжануда.

Көміртекті бейтараптық сценарийлері, жоғарыда келтірілген болжамдар қалдықтарды басқару әлеуетін құру үшін қажетті инвестициялардың төмендеуіне әкеледі, бұл базалық деңгеймен салыстырғанда 2020-2060 жылдар аралығында 14,19 миллиард АҚШ долларын үнемдейді. Компост пен түйіршіктерді өндіру шарасыз сценариймен салыстырғанда 1,82 миллиард АҚШ доллары көлемінде қосымша инвестицияны қажет етеді. Көміртекті бейтараптық сценарийінде қалдықтарды басқарудағы өзгеріс қоғамдық шығындардың 2,43 миллиард долларға төмендеуіне әкеледі және қалдықтарды басқару секторындағы Жұмыспен қамтудың төмендеуіне қарамастан 3,99 миллиард доллар таза пайда әкеледі. Көміртекті бейтараптық сценарийі үшін таза интеграцияланған пайда 2020 және 2060 жылдар аралығында 20,61 миллиард АҚШ долларын құрайды.

Осылайша, көміртекті бейтараптыққа қол жеткізу мүмкіндігін зерттеу таза энергия түрлеріне (жаңартылатын және баламалы) толық ауысу кезінде парниктік газдар шығарындыларының айтарлықтай төмендеуіне, энергия тиімділігін айтарлықтай арттыруға қол жеткізуді көрсетті. технологиялар және мүмкіндігінше барлық процестерді электрлендіру

Қорытынды

Бұл есепте энергетикалық сектордағы көміртегі бейтараптығына қол жеткізу мүмкіндіктері қарастырылды. 2060 жылға дейінгі болжамды кезең үшін «әрекетсіз» және «көміртегі бейтараптығы» сценарийлері қарастырылды. Парниктік газдар шығарындыларын бағалау үшін TIMES энергетикалық жүйесінің моделі және SD жүйелік динамикасы қолданылды.

Алынған нәтижелерге сәйкес, шарасыз сценарий бойынша парниктік газдар шығарындылары барлық болжамды кезеңде артады. Көміртекті бейтараптық сценарийінде барлық секторлар бойынша парниктік газдар шығарындылары 2020 жылы 382,04-тен 2050 жылы 95,42-ге дейін төмендейді және 2060 жылы көміртекті бейтараптыққа толық қол жеткізіледі деп болжануда. Көміртекті бейтараптық сценарийінде 1990 жылы 2030 жылға қарай парниктік газдардың энергия шығарындылары энергияның парниктік газдар шығарындыларының минус 20%-ына жетеді және одан әрі сәйкесінше 2040, 2050 және 2060 жылдары минус 40, 54 және 99%-ға жетеді. 2060 жылы энергетика секторының парниктік газдар шығарындыларының деңгейі 2060 жылы 2,7 млн тонна CO2-экв құрайды, бұл цемент өнеркәсібіне, табиғи газды энергетикалық емес қажеттіліктерге және сутегін өндіруге пайдаланумен байланысты.

Қазақстанда терең декарбонизация мүмкін және экономикалық тұрғыдан орынды. Ол бүкіл экономикадағы терең құрылымдық өзгерістерді және үлкен инвестицияларды жұмылдыруды талап етеді. Алайда, бизнесті "әдеттегідей" жалғастыру экономика үшін де, қоғам үшін де әлдеқайда жоғары шығындармен байланысты болады. Ұсынылған декарбонизация жолдары үш классикалық тірекке негізделген: тұтынуды азайту, энергия тиімділігі және жаңартылатын энергияны пайдалану.

Терең декарбонизация үлкен шығындарды талап етеді, бірақ әрекетсіздік ұлттық әл-ауқатқа нұқсан келтіреді. Бұл таңдау қажеттілігін

тудырады, әсіресе әдеттерге негізделген қазіргі тұтыну мен болашақ әл-ауқатты қамтамасыз ету үшін инвестиция арасында.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Loulou, R., Goldstein, G., Noble, K., 2004. Documentation for the MARKAL Family of Models. ETSAP.

2. Loulou, R., Remne, U., Kanudia, A., Lehtila, A., Goldstein, G., 2005. Documentation for the TIMES Model - PART I 1–78.

3. IEA (2020), World Energy Outlook 2020, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020

4. IEA (2021), World Energy Outlook 2021, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021

5. IEA (2021), Net Zero by 2050, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050

6. European Commission, Directorate-General for Climate Action, Directorate-General for Energy, Directorate-General for Mobility and Transport, De Vita, A., Capros, P., Paroussos, L., et al., EU reference scenario 2020: energy, transport and GHG emissions: trends to 2050, Publications Office, 2021, https://data.europa.eu/doi/10.2833/35750

7. Ruiz Castello P, Sgobbi A, Nijs W, Thiel C, Dalla Longa F, Kober T, Elbersen B, Hengeveld G. The JRC-EU-TIMES model. Bioenergy potentials for EU and neighbouring countries. EUR 27575. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union; 2015. JRC98626

8. DEA web-site, The Danish Energy Agency, Catalogues of technology data for energy technologies, https://ens.dk/en/our-services/projections-and-models/technology-data

9. Samir KC, Wolfgang Lutz, The human core of the shared socioeconomic pathways: Population scenarios by age, sex and level of education for all countries to 2100, Global Environmental Change, Volume 42, 2017, Pages 181-192, ISSN 0959-3780, https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.004.

10. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the

Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

11. Sterman John D., 2000, Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World.

12. Carg, C., Evans, D., 2011, What is the impact of noncommunicable diseases on National Health Expenditures: A synthesis of available data. Geneva: World Health Organization.

13. OECD, 2014, Energy subsidies and climate change in Kazakhstan. Organisation for Economic Co-operation and Development.

14. UNECE, 2019, Environmental Performance Review: Kazakhstan - Third review. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). doi:https://doi.org/10.18356/3f11007e-en.

15. Nordhaus, W. (2017). Revisiting the social cost of carbon. PNAS, vol. 11, no.7, 1518-1523.

16. Akhmetov, A. (2014). Health Effects of Coal: A Long-Run Relationship Assessment of Coal Production and Respiratory Health in Kazakhstan. Energy and Environment Research; Vol. 4, No. 3, 138-146.

17.Национальный доклад о кадастре парниковых газов Казахстана. 2017-2020

18. Kazenergy, 2021, National Energy Report 2021, Kazenergy, Nur-Sultan.

19. UNFCCC (2020), Kazakhstan. 2022 Common Reporting Format (CRF) Table. https://unfccc.int/documents?f%5B0%5D=country%3A1379&f%5B1%5D=document_type%3A4147.

20. Концепции развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года № 724

21. https://stat.gov.kz/