ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЭКОЛОГИЯ, ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТАБИҒИ РЕСУРСТАР МИНИСТРЛІГІ

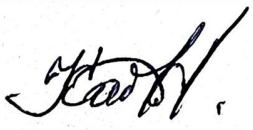
«Жасыл даму» акционерлік қоғамы

Модельдеу құралдарын жаңарту, негізгі параметрлердің сезімталдығын талдаумен тестілік есептеулер, параметрлерді анықтау және базалық сценарийде парниктік газдардың болжамды шығарындыларын талдау

Нұр-Сұлтан қ., 2022 жыл

КЕЛІСУ ПАРАҒЫ

Модельдеу құралдарын жаңарту, негізгі параметрлердің сезімталдығын талдаумен тестілік есептеулер, параметрлерді анықтау және базалық сценарийде парниктік газдардың болжамды шығарындыларын талдау

№	Аты-жөні	Лауазымы	Қолы
1	Кабдолданов Нуржан Кенесбаевич	«Жасыл даму» АҚ Басқарма төрағасының орынбасары	
2	Насирхан Рустам	«Жасыл даму» АҚ модельдеу, талдау және болжамдау департаментінің директоры	
3	Бакдолотов Айдын Айсултанович	«Жасыл даму» АҚ модельдеу, талдау және болжамдау департаментінің менеджері	
4	Карибаева Мадина Кажимеровна	«Жасыл даму» АҚ модельдеу, талдау және болжамдау департаментінің менеджері	
5	Сайлауова Назым Алматкызы	«Жасыл даму» АҚ модельдеу, талдау және болжамдау департаментінің менеджері	

Мазмұны

Кіріспе	5
1 TIMES моделіне кіріспе	6
1.1 Энергетикалық жүйенің TIMES моделі	7
1.2 Модельдеуге арналған деректер мен деректер көздерін енгізу	8
1.1 Әдіснама	12
1.4 TIMES модельдеу нәтижелері	41
2 SD жүйелік динамика моделі	58
2.1 Модель сипаттамасы	58
2.2 Қазақстандағы тұрғын үй қорының жай-күйі	59
2.3 Модельдеуге арналған деректер мен деректер көздерін енгізу	64
2.4 Әдіснама дістеме	74
2.5 Жүйелік динамиканы модельдеу нәтижелері	100
3 Көмір секторы	118
3.1 Қазақстандағы көмір секторын талдау	118
3.2 Модельдің құрылымдық сипаттамасы	126
3.3 Нәтижелердің сипаттамасы	135
3.4 Көмір секторы үшін таза нөл нәтижелерінің сипаттамасы	161
Қорытынды	180
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	184

Негізгі аббревиатуралар

AGR	Ауыл шаруашылығы саласы
CHP	ЖЭО
EE	энергия тиімділігі
GDP	ЖІӨ
GDPC	Жан басына шаққандағы ЖІӨ
GHG	Парниктік газдар (ПГ)
HDV	ауыр жүк көліктері
LDV	жеңіл жүк көліктері
IND	Өнеркәсіп
ktoe	мың тонна мұнай эквивалентінде
PHYSPROD	физикалық өндіріс
PP	электр станциялары
PV	SES / фотоэлектр
RES1	Жаңартылатын энергия көздері (ЖЭК)
RSD	Халық секторы
SUP	Жабдықтау секторы
TER	Үшінші/Қызметтер
TRA	Көлік
USD	АҚШ доллары
VI	Көлем индексі
ТКШ	Тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық

Кіріспе

Kaz LEDS моделі-шығарындылардың төмен деңгейі бар Қазақстанның Даму стратегиясын (LEDS) жасауға жәрдемдесу үшін жеке әзірленген жүйелі-динамикалық модель. Модель себеп-салдар байланыстарының салалық диаграммаларын (CLD) жасаудан басталған және қорлар мен ағындар моделін баптаумен жалғастырылған процесс арқылы Қазақстанның мәнмәтініне бейімделген. Олар жергілікті мүдделі тараптардың деректері мен ақпаратына негізделген.

Халық саны мен ЖІӨ-KAZ LEDS моделіндегі екі негізгі фактор, олар модельдің экзогендік кіріс деректері ретінде пайдаланылады. Бұл әртүрлі салалық модельдердің тиімділігі халыққа да, ЖІӨ-ге де тікелей әсер етпейтінін білдіреді. Екінші жағынан, модельдің SD нәтижелерін ЖІӨ-ні эндогенді түрде есептейтін есептелген жалпы тепе-теңдік моделі (ұры) қолданады. Екі көрсеткіш бойынша Тарихи деректер ҚР Статистика бюросынан алынды; халық санының болжамы" БҰҰ-ның Әлемдік демографиялық перспективаларынан " алынды, ЖІӨ болжамы ұры моделінен алынды.

2 TIMES моделіне кіріспе

Қазақстанда TIMES моделінің генераторын пайдаланып энергетикалық жүйені модельдеу 2009 жылы Назарбаев Университетінде басталды. Көптеген жылдар бойы Энергетикалық жүйе моделі 2015 жылы ОӘД мақсатын есептеу үшін БҰҰ КӨНК-не (Қазақстандағы БҰҰ Даму бағдарламасының жобалары шеңберінде) берілетін Ұлттық хабарламалар және екі жылдық баяндамалар ретінде ғылыми жарияланымдарды дайындау үшін және әртүрлі жобалар үшін материалдарды дайындау үшін көп жағдайларда зерттеу мақсаттарында дамыды, сондай-ақ осы модель көптеген жылдар бойы халықаралық стандарттарға сәйкес БҰҰ КӨНК және ПГ шығарындыларының болжамдарына мүдделі халықаралық ұйымдар үшін (мысалы, Дүниежүзілік Банктің PMR (Partnership for Market Readiness – Нарық дайындығы бойынша серіктестік) және тағы басқалар.

"Төмен көміртекті Экономикалық даму үшін Қазақстан мен Орталық Азиядағы жасыл экономиканы қолдау - Қазақстандағы Төмен көміртекті экономикалық дамудың экономикалық, экологиялық және әлеуметтік салдарларын модельдеу" жобасы шеңберінде Қазақстан үшін 2060 жылға дейінгі уақыт көкжиегінде түрлі сценарийлер кезінде елдің энергетикалық секторын дамытудың баламалы нұсқаларын талдау мақсатында, төмен көміртекті Экономикалық даму стратегиясын дамыту және әлеуметтік бағдарламаларды әзірлеу мен іске асыруды қолдау шеңберінде TIMES жаңа моделі әзірленді.

1.1 Энергетикалық жүйенің TIMES моделі

1.1.1 Модель сипаттамасы

Жалпы ережелер

TIMES (Integrated MARKAL-EFOM жүйесінің аббревиатурасы) — жергілікті, ұлттық немесе көп аймақтық деңгейде генерациялануы мүмкін энергия жүйесі үлгілерінің генераторы.

TIMES модель генераторының егжей-тегжейлі сипаттамасын модельге арналған құжаттамадан табуға болады, оны соңғы отыз жыл ішінде модельді әзірлеген IEA-ETSAP технологиялық ынтымақтастық бағдарламасының веб-сайтында табуға болады. Бұл ынтымақтастық бағдарламасын Халықаралық энергетикалық агенттік (ХЭА) жүзеге асырады. Сайттағы TIMES моделінің генераторының сипаттамасы модельдерді құруда қолданылатын барлық теңдеулердің егжей-тегжейлі математикалық тұжырымын, сондай-ақ әртүрлі бағдарламалау тілдерінде жазылған кодтардың өзара әрекетін қамтиды.

TIMES моделі әртүрлі сценарийлер негізінде энергетикалық жүйенің болашақ дамуының ықтимал нұсқаларын зерттеу үшін қолданылады. Сценарийлер энергетикалық секторлардың қозғаушы күштерінің болашақ траекториялары туралы әртүрлі болжамдардың жиынтығынан тұрады, сондықтан сценарийді құрастырушы алдыңғы кезеңдердің даму траекториясының негізділігін пайдалана отырып, ішкі сәйкестік үшін жасалған болжамдарды мұқият тексеруі керек.

TIMES моделі энергетикалық жүйенің барлық секторларында (энергияны өндіру, өндіру, экспорттау және импорттау, түрлендіру, өңдеу, тасымалдау, тарату және түпкілікті пайдалану) бірнеше мың технологияларды қамтуы мүмкін. Технологиялар саны және олардың салыстырмалы топологиясы деректерді енгізу спецификациясы арқылы пайдаланушыға үлгі теңдеулерін өзгертусіз өзгертілуі мүмкін.

TIMES энергия нарықтарындағы ішінара тепе-теңдікті есептейді. Бұл модель энергияны және материалды ағындарды және олардың бағасын есептейтінін білдіреді, осылайша энергия жеткізушілер тұтынушылар тұтынуға дайын соманы шығарады. Бұл тепе-теңдік функциясы энергетикалық жүйенің барлық кезеңдерінде: біріншілік энергиямен қамтамасыз ету деңгейінде, екінші энергияға айналдыруда, тасымалдауда, бөлуде және энергетикалық қызметтер деңгейінде болады.

Әрбір технология модель жүйесін шешуге жеткілікті бірнеше негізгі техникалық және экономикалық параметрлері бар TIMES-те сипатталған. Әрбір технология нақты анықталған (бірегей атау берілген) және үлгідегі барлық басқалардан ерекшеленеді.

Әдетте, модель бүкіл энергетикалық секторды талдау үшін қолданылады, бірақ жеке секторларды (мысалы, электр және орталықтандырылған жылумен жабдықтау секторлары) егжей-тегжейлі зерттеуге де қолдануға болады.

Модельді пайдалану таза энергетикалық мәселелер шеңберінен шығуы мүмкін және сонымен бірге энергия жүйесімен байланысты қоршаған ортаға эмиссияларды көрсетеді. Сонымен қатар, модель энергетикалық және экологиялық саясатты талдау үшін жарамды, оны барлық секторлардағы технологиялар мен отын ресурстарын ұсынудың анықтығына байланысты дәлдікпен көрсетуге болады.

Есептеу қуаты, модельдеу тапсырмаларының көлемі және шешім қабылдаушылардың қажеттіліктері уақыт өте өзгеруі/ұлғаюы мүмкін болғандықтан, модельді ең жоғары деңгейде ұстап тұру, сондай-ақ үнемі жаңартылып, жетілдіру қажет.

1.2 Модельдеуге арналған деректер мен деректер көздерін енгізу

TIMES үлгісінде пайдаланылған деректер жинақталады және Excel жұмыс кітаптарының немесе «үлгілер» деп аталатын жиынтықта қалыптастырылады. Бұл

модельді әзірлеушіге модель деректері мен құрылымын пайдаланушыға ыңғайлы түрде қарау және талдау мүмкіндігін береді (Excel арқылы немесе TIMES үлгі генераторының кодымен жұмыс істеу үшін арнайы жасалған API арқылы: «VEDA-FE»).

Kazakhstan TIMES энергетикалық моделі үшін үлгілердің төрт түрлі түрі бар:

1. Базалық жыл үлгілері – жеткізу, түрлендіру (мысалы, мұнай өңдеу, жылу және электр энергиясы) және сұраныс (тұрғын, коммерциялық, көлік, өнеркәсіп және ауыл шаруашылығы) секторларына арналған үлгілер. Бұған арнайы төменнен жоғары бағалауға және 2017 жылғы базалық жылдағы энергия балансы деректерін шолуға негізделген барлық калибрленген деректер кіреді.

2. Жүйе параметрлерінің шаблондары – талдау үшін жылдар санын, модельдеу жылдары арасындағы интервалдарды және т.б. көрсететін жүйелік параметрлері мен уақыт көкжиегін анықтау деректері бар шаблондар.

3. Болашақ технология үлгілері – болашақта энергетикалық жүйеде күтілетін жаңа технологиялар пулы туралы ақпаратты қамтитын шаблондар.

4. Сценарий үлгілері – динамикалық факторлар мен сценарий элементтерін қамтитын сценарий файлдары, мысалы: сұраныс болжамдары, халықаралық энергия бағасы, ресурстардың қолжетімділігі, парниктік газдар шығарындыларының шектері және талдау көлеміне арналған үлгіге енгізілген кез келген басқа гипотезалар немесе саясаттар.

Келесі кестеде үлгіде пайдаланылған деректер мен сәйкес көздер жинақталған.

Кесте 1.1 – Үлгі деректері және деректер көздері

Деректер	**Дереккөздер**
2017 жылға арналған электр энергиясының жүктеме қисығы, Кәдімгі және жаңартылатын электр станцияларының қолданыстағы қуаттары	Сарапшылар мен «KEGOC» АҚ ұсынған деректерге негізделген есептеулер
Қолданыстағы объектілерді пайдаланудан шығару жоспары	Қалдық өмірге негізделген есептеулер және эндогендік
Жел энергетикасының, шағын су энергетикасының және күн энергиясының әлеуеті	ATLAS, UNDP, мемлекеттік гидроэнергетика бағдарламасы және халықаралық зерттеулер деректеріне негізделген есептеулер.
Биомасса потенциалы	Ішінара Жасыл Даму деректеріне негізделген болжамдар (мысалы, қатты биомассаны пайдалану)
2060 жылға дейінгі энергияның импорт/экспорт бағасының болжамы	Халықаралық зерттеулерге негізделген есептеулер (WEO 2020, 2021, Net Zero 2050), басқа елдер үшін әртүрлі оқиғаларды көрсететін сценарийлер
2017, 2018, 2019, 2020 және 2021 жылдарға арналған энергетикалық теңгерім	Ұлттық деректерге (ұлттық энергия балансы, салалық деректер) және халықаралық көздерге (ҚОӘБ) негізделген есептеулер

Болашақ экспорт көлемі	Бағаға бағытталған (қажет болғанда инфрақұрылыммен шектелген)
Модельдеу уақытының горизонтында қол жетімді жаңа технологиялардың сипаттамалары	Халықаралық дерекқорға негізделген есептеулер (мысалы, NECP үшін пайдаланылатын EU-Reference сценарий базасы, халықаралық модельдеу тәжірибесі, ашық бастапқы технология ДБ, EU-JRC Times үлгісі, DEA технология каталогтары).
Сұраныс/қызмет секторларындағы энергияға сұраныс	Технологиялар мен қолдануларды төменнен жоғары талдауға, сондай-ақ «Жасыл Даму» деректеріне негізделген есептеулер (мысалы, құрылғылардың/құрылғылардың енуі)
Тұрғын үй секторы бойынша тұрғын үй қорының статистикасы, тұрғын үй түрлері және энергия түрлері бойынша энергия тұтыну	Ресми статистика: Ұлттық статистика бюросы (Тұрғын үй статистикасы 2019_GI (ZD); Тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық 2012-2016; Тұрғын үй коллекциясы 2018; т.б.) және меншікті есептеулер
Ғимараттардың қасбеттерін қайта құру нәтижесінде шығындар мен энергияны үнемдеу	Нақты мысалдарға негізделген есептеулер және әдебиет деректерімен салыстыру.

Жанармай түрлері мен түрлері бойынша қолданыстағы автокөлік паркі Көлік түрлері бойынша сұраныстың жолаушы-километрі және тонна-километрі (автомобиль, теміржол және т.б.)	Ресми статистика: Ұлттық статистика бюросы; 2015 жылға есептелген автокөліктер бойынша Ішкі істер министрлігінің деректер базасы; Ішкі істер министрлігі (энергетикалық деректерге қосымша түзетілген)
2060 жылға дейінгі халық санының болжамы	Ұлттық экономика министрлігінің болжамы (2020-2027 жылдарға арналған), SSP2 IIASA - KC & Lutz 2017 (2025 жылдан кейін)
Салалар бойынша ЖІӨ және өнеркәсіп өндірісінің болжамы	Ұлттық экономика министрлігінің болжамы (2020-2027 жылдарға арналған), ХВҚ және ДЭО деректер базасы (2025 жылдан кейін)
Эмиссиялық факторлар	Климаттың өзгеруі және AR5 эмиссия факторлары бойынша үкіметаралық панель - Бесінші бағалау есебі (GWP)

1.3Әдіснама

TIMES-KZ моделі TIMES парадигмасының көмегімен жасалған көп функциялы сұранысқа негізделген құрал, ол Қазақстанның бүкіл энергетикалық жүйесінің уақыт горизонтындағы эволюциясын зерттеу үшін пайдаланылуы мүмкін және талдау қажеттіліктеріне байланысты ұзартылуы немесе қысқартылуы мүмкін.

Үлгіні атау ережелері

Үлгіде пайдаланылатын үлгілер TIMES негізіндегі үлгілерде қолданылатын стандартты тәсілге сәйкес аталды.

Үлгі шаблондары

Негізгі ақпарат үлгілері стандартты атаулары бар екі үлгі болып табылады:

BY_Trans.xlsx: Негізгі жыл үлгілеріндегі ақпаратқа енгізу қажет кез келген өзгертулерді қамтиды. Ешқандай өзгерту қажет болмаса, бос болуы мүмкін.

SysSettings.xlsx: негізгі жылды, уақыт кезеңдерін, уақыт аралықтарын, аймақтардың саны мен атауын, жеңілдік мөлшерлемелерін және интерполяция ережелерін анықтау сияқты үлгіге қажетті негізгі параметрлерді қамтиды. Ол ең аз негізгі үлгі параметрлерін қамтуы керек.

Негізгі жыл үлгілері - пайдаланушы анықтайтын, Excel негізіндегі файлдар, олар бастапқы жыл (2017) үшін үлгіні калибрлеуге қажетті барлық ақпаратты қамтиды. Қолданылған атау шарты:

VT_KZK_SEC_VNN.xlsx

мұнда:

KZK: үш әріптен тұратын ел коды.

SEC: осы үлгіге енгізілген секторларды сипаттайтын «үш әріпті» код.

TIMES-KZ келесі үш әріпті кодтарды пайдаланады:

SUP: Тау-кен өнеркәсібі, жаңартылатын энергия көздері, импорт, экспорт, мұнай өңдеу зауыттары және т.б.

ELC: Электрмен жабдықтау, ЖЭО және орталықтандырылған жылумен жабдықтау.

IND: өнеркәсіп.

RSD: Тұрғын сектор.

TER: Коммерциялық сектор (мемлекеттік және жекеменшік).

AGR: Ауыл шаруашылығы саласы.

TRA: Көлік секторы.

VNN: Үлгі нұсқасын көрсетеді және V01, V02, т.б. пішімінде.

Жаңа технология үлгілері жаңа технологияларды қамтиды және атау пішіміне ие:

SubRES_Sectorname.xlsx

мұндағы "Сектор атауы (Сектор атауы)" келесі сипаттамаларды қабылдайды:

Supply_Chains: Жеткізу жағы нұсқалары (жаңа қосылымдар, биоотын өндірісі, сутегі өндірісі және т.б.).

Электр энергетикасы: электр станциялары, ЖЭО және орталықтандырылған жылумен жабдықтау технологиялары.

Agriculture: ауыл шаруашылығындағы жаңа технологиялар (тек энергия).

Industry: өнеркәсіптік сектордағы жаңа технологиялар.

Residential: тұрғын үй секторындағы жаңа технологиялар.

Tertiary: коммерциялық сектордағы жаңа технологиялар.

Transport: көлік саласындағы жаңа технологиялар.

Сұраныс сценарийлері, бұл сұранысқа қатысты кірістер, Scen_D1_Demands_KZK_Name.xlsx деп басталатын файлдарға енгізілген, олар нақты драйвер болжамдарын (мысалы, ЖІӨ, өнеркәсіп өнімі, халық және бір үй шаруашылығына шаққандағы адам саны, физикалық өндіріс) пайдалана отырып, энергия қызметтеріне сұраныс болжамдарын қамтиды. және т.б.) және жүргізушілерге икемділік (қажет болса).

Сценарий файлдары - бұл энергетикалық жүйенің болашақ дамуы үшін нақты факторлардың, әрекеттердің, саясаттардың, шектеулердің, вариациялардың және т.б. сипаттамасын қамтитын үлгілер. Сценарий файлын атау ережесі:

Scene_Name.xlsx

Жалпы параметрлер

Шешу механизмдері: TIMES моделі аралас бүтін сызықтық бағдарламалау (MILP) мәселесі ретінде әзірленді, себебі кейбір айнымалылар (электр станциясының өлшемі) бүтін сандармен шектеледі. Бүтін сызықтық бағдарламалау формулалары жоғары есептеу шығындары есебінен нақты

инвестициялық шешімдерді ұсынудың дәлірек құралын қамтамасыз етеді. Сондықтан модельді қуатты машиналарда іске қосу ұсынылады.

Құрылымы: TIMES моделінің сипатталған нұсқасында озық үлгілеу әдістерін ескере отырып, энергия мен климаттың ұзақ мерзімді динамикасын талдауға мүмкіндік беретін мүлдем «жаңа» эталондық энергетикалық жүйе (процестер мен ағындар арасындағы байланыс) әзірленді және енгізілді. .

Үлгіде пайдаланылатын және SysSettings.xlsx ішіне кіретін жаһандық параметрлер:

Басталу кезеңі (базалық жыл): Бастау кезеңі маңызды, өйткені осы жыл үшін барлық «калибрлеу» деректері қажет. TIMES-KZ үлгісі үшін негізгі жыл 2017 жыл. Үлгі барлық қажетті деректер қолжетімді болған жағдайда және үлгі жаңа деректермен қайта калибрленген жағдайда негізгі жылды өзгертуге болатындай етіп орнатылған.

Уақыт көкжиегі: TIMES жаңа үлгісі 2017-2060 жылдар аралығын қамтиды. Модель ең соңғы салалық деректердің көмегімен «қайта калибрленеді» (алғашқы жыл және одан кейінгі тарихи жылдар үшін бүкіл жүйенің өзіндік дәйекті көрінісін алу үшін әрі қарай тексеру және өңдеу). Жүйенің жыл сайынғы көрінісі жел, күн, заманауи жылытқыштар, қойма және т.

Кезеңнің ұзақтығы: TIMES қуат жүйесін оңтайландыру мәселесін бірнеше кезең ішінде шешеді және әр кезең әр түрлі жыл саны болуы мүмкін. Мысалы, бір жылдық кезеңдер модель жыл сайын шешілетінін білдіреді, ал бес жылдық кезең нәтижелер бес жыл сайын ұсынылатынын білдіреді. TIMES икемді және кезеңдердің ұзақтығы үлгілеушінің қажеттіліктеріне сәйкес өзгеруі мүмкін.

Уақыт кесінділері: Бір жыл ішінде уақыт бойынша сұраныстың өзгеруін және ауыспалы жаңартылатын энергия көздерінен энергия өндірудің өзгеруін модельдеу үшін әр жыл ұқсас уақыт кезеңдері болып табылатын бірнеше «уақыт кесінділеріне» бөлінуі керек. сипаттамалар. Уақытты бөлу уақыт бойынша сұраныстың өзгеруін де (атап айтқанда электрлік жүктеме қисығы) және

жаңартылатын энергия технологияларынан генерацияның уақыт бойынша өзгеруін ескеруі керек.

Үлгі өнімділігінің себептері бойынша, модель талап ететін шешім уақыты өте үлкен емес екеніне көз жеткізу үшін уақыт аралығының саны орынды болуы керек.

TIMES-KZ уақыт аралықтарының анықтамасы келесідей:

Жыл мезгілдері:

• Көктем

• Жаз

• Күз

• Қыс

Күндіз/түнді кесіңіз:

• Түнгі кезең

• Таңертең ерте кезең

• Таңертеңгілік кезең

• Күнделікті кезең

• Түстен кейін

• Кешкі кезең

Дисконттау мөлшерлемесі: 5% жалпы дисконт мөлшерлемесі және технологияға тән дисконт мөлшерлемесі (Scen_Hurdle_Rates.xls ішінде анықталған) 7%-45% үлгілік көкжиекте барлық ақша ағындарының келтірілген құнын есептеу үшін пайдаланылады.

Ең жоғарғы орын: электр қуатына 5% - 10% ең жоғарғы орын талабы кіреді (уақыт өте келе ұлғаяды), бұл орнатылған қуат ең жоғары ығысу сұранысынан кемінде 5% - 10% артық болуы керек дегенді білдіреді.

Интерполяция ережелері: SySetings.xlsx файлында әртүрлі параметрлердің мәндерін кеңейту үшін үлгіде қолданылатын интерполяция ережелері "Interpol_Extrapol_Defaults" парағында анықталған.

Бірліктер

Модель келесі стандартты бірліктерді пайдаланады:

1. Модельдегі барлық ақшалай мәндер базалық жылдың тұрақты бағаларымен көрсетіледі. Ақша бірліктері – АҚШ доллары. Инвестициялық шығындар ГВт процестері үшін $/кВт-та және барлық басқа технологиялар үшін жылына $/ГДж-де көрсетіледі. Энергия шығындары $/ГДж-де көрсетілген. Инвестициялар мен шығындардың нәтижелері миллиондаған доллармен көрсетіледі.

2. Энергия петажульде (PJ) өрнектеледі. Бұл үлгідегі әдепкі қуат бірліктері. Модельдік нәтижелер есебінде (VEDA-BE) бірліктерді автоматты түрде өзгерту мүмкіндігі бар.

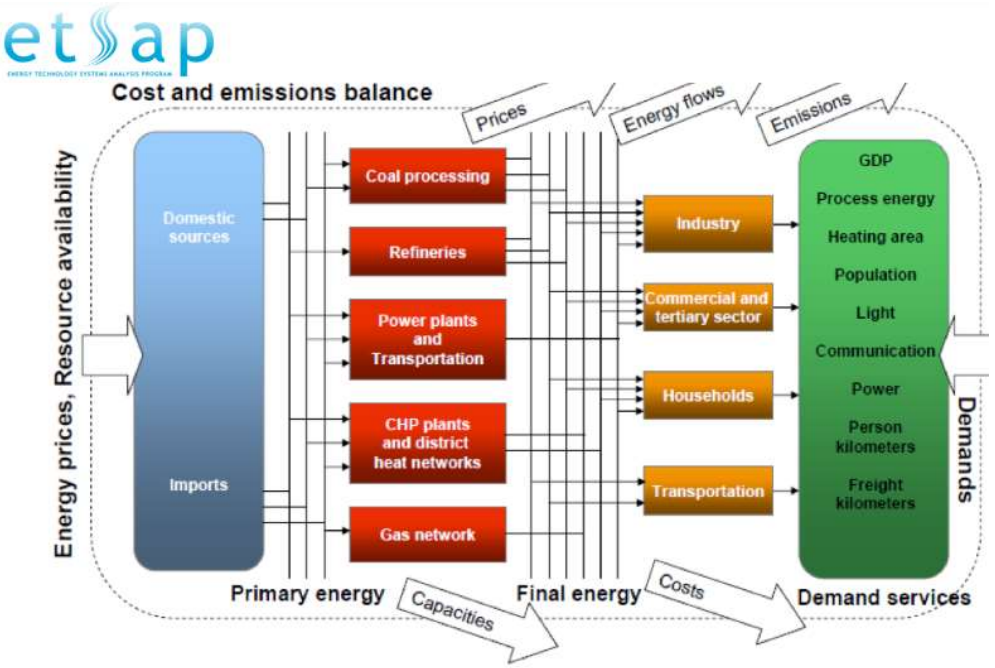
3. Қуат энергия, когенерация және жылу секторлары үшін гигаваттпен (ГВт) көрсетіледі және басқа процестер мен технологиялар үшін арнайы бірліктерде көрсетіледі. Бұл модельде масштабтау мәселелерін болдырмау және үлгі конвергенциясына көмектесу үшін пайдаланылатын әдепкі бірліктер. Шығаруды пайдаланушы қалаған бірліктерге түрлендіруге болады.

4. Энергия қызметтеріне қажеттілік: Көлік секторы үшін сұраныс жолаушы-километрмен (пкм) немесе тонна-километрмен (ткм) көрсетіледі; Егжей-тегжейлі үлгіленген нақты өнеркәсіп секторлары (мысалы, цемент) үшін талаптар физикалық өндірістің миллион тоннасымен (Мт) көрсетіледі (мысалы, өндірілген цементтің Мт).

5. Парниктік газдар шығарындылары мың тоннамен (ктCO_2экв) көрсетілген.

Эталондық энергия жүйесі

Қазақстандық энергетикалық жүйенің TIMES-тегі көрінісі төмендегі суретте схемалық түрде көрсетілген. Энергетикалық жүйе жабдықтауға (келесі суреттің сол жағы), трансформацияға және сұранысқа (келесі суреттің оң жағы) бөлінеді, содан кейін жеткізілетін энергия көзіне және энергия ресурстары тұтынылатын секторға қарай одан әрі бөлінеді.



Дереккөз: ETSAP веб-сайты, TIMES моделінің сипаттамасы

Сурет 1.1 - Эталондық энергия жүйесі

Ресурстармен қамтамасыз ету

TIMES-те эталондық энергетикалық жүйенің жабдықтау жағы көмірді, шикі мұнайды және табиғи газды және жаңартылатын энергия көздерін (биомасса, жел, күн, су энергиясы) өндіруді, сондай-ақ импортты, экспортты және барлық энергия тасымалдаушылардың қор өзгерістерін білдіреді. елде қолданылады.

Бұл ақпараттың барлығы негізгі жыл үлгісіне енгізілген. VT_KZK_UPS_V01.xls.

Қатты отынды (битумдық, суббитумды, қоңыр көмір) өндіру процестері жеткізудің базалық жылының үлгісінде анықталған. (VT_KZK_SUP_V01.xls) PRI_Coal парағында. Қатты отынның (жинақталған) қорлары мен өндірісі нақты сценарий файлында анықталады және бақыланады. Scene_E1_Extraction.

TIMES ішіндегі тау-кен процестері тек бір ғана қуат шығысын қамтамасыз ете алады (мысалы, RSVOILCRD) және тиімділік немесе қосымша энергияны

тұтыну сияқты қалыпты процесс мүмкіндіктері жоқ. Сондықтан тау-кен өндіру процесінде энергияны тұтынуды модельдеуге мүмкіндік беретін жеке өндіру процесі (мысалы, SPR_OILCRD_EXTR) енгізілді. Тау-кен өндірісінде энергия көмекші шикізат ретінде пайдаланылады.

Модель барлық энергетикалық ресурстарды импорттау және экспорттау процестерін анықтайды. Экспорт және импорт процестерінің қызметі базалық жылға және тарихи кезеңге сәйкес калибрленген. Айта кету керек, алдағы жылдарда белсенділік халықаралық энергия нарығындағы бағаларға (және инфрақұрылымдық шектеулерді, халықаралық сұранысты және ішкі саясатты модельдеу үшін одан әрі бақыланады) негізделетін болады.

Табиғи газды тасымалдау және тарату жоғары, орташа және төмен қысымды бөлек процестермен модельденеді. Өндірістік қуаттар түпкілікті тұтынудың тарихи деректері негізінде бағаланды. Желіні кеңейту мүмкіндігі «SUP_OilGas» парағындағы SubRES_Supply_Chains.xls технологиялық қоймасында жаңа технологияларды анықтау арқылы бар.

Жел энергиясы

Негізгі жылы жұмыс істеген жел турбиналары ELE_PPs парағындағы VT_KZK_ELC_V01.xlsx базалық жыл үлгісінде анықталған.

Болашақта орнатуға болатын жел технологиялары SubRES_Electricity.xlsx файлында жаңа технология дерекқорында анықталған. Бірқатар жаңа технологиялар бар, атап айтқанда, әртүрлі қуат факторлары (және өлшемдері) бар жел электр станцияларына сәйкес келетін EUWINPARK10*. Осы технологиялардың инвестициялық шығындары мен басқа шығындарына қатысты сипаттамалар басқа электрлік технологиялармен бірге осы Excel файлының ELC_New парағындағы кестеде анықталған.

Жел паркінің әрбір түрі үшін уақыт аралығының қуат коэффициенті SubRES_Electricity_Trans.xls файлында анықталған. Слот деңгейінің қуат факторлары AF парақтарындағы арнайы жел технологияларына тағайындалады.

Пайдаланушылар жел қуатының басқа «профильін» кесінділер бойынша көрсету үшін мәндерді өзгерте алады (егер және жаңа ақпарат қолжетімді болған кезде).

Қазақстандағы жел электр станцияларының әлеуеті Wind парағындағы Scen_R1_RES_Potential*.xlsx сценарий файлында анықталған.

Кейбір «пайдаланушы шектеулері» әртүрлі жел электр станциялары үшін анықталған, ал «KZK» бағанындағы қуат ГВт-та. Қазақстандағы желдің жалпы «техникалық» әлеуеті өте үлкен (пайдаланушылар сандарды өзгерте алады), оның «экономикалық» қолданылуы оның орнына белгілі бір сценарий бойынша эндогенді түрде модельденеді (сценарий факторларының әсерінен).

Күн энергиясы

Қолданыстағы фотоэлектрлік қондырғылар ELE_PPs парағындағы VT_KZK_ELC_V01.xlsx базалық жыл үлгісінде анықталған. Жаңа фотоэлектрлік технологиялар SubRES_Electricity.xlsx жаңа технологиялық дерекқорында EUPVPARK10* (жердегі қондырғылар) және EUPVSOL*SEC*102 (төбедегі қондырғылар, мұнда *SEC* сектор атауы) атауларымен анықталған. Инвестициялық шығындар және т.б. сияқты сипаттамалар барлық басқа технологиялар сияқты кестеде (ELC_New парағында) анықталған.

Қазақстанның әрбір секторы үшін шатырдың күн әлеуеті Solar PV парағындағы Scen_R1_RES_Potential*.xlsx сценарий файлында анықталған.

Фотоэлектрлік қондырғыларға арналған қуат коэффициенті SubRES_Electricity_Trans.xls файлында анықталған.

Гидроэнергетика

Қолданыстағы су электр станциялары ELE_PPs парағындағы VT_KZK_ELC_V01.xlsx базалық жыл үлгісінде анықталған және тарихи өндірістік деректер негізінде маусымдық қуат факторлары есептеледі және сол кестеде процеске тағайындалады.

Су энергетикасын дамытудың мемлекеттік жоспарына сәйкес жаңа су электр станцияларының әлеуеті өте шектеулі; ол Hydro парағындағы Scen_RES_Potential_R1*.xlsx сценарий файлында анықталған.

Жаңа гидроэнергетикалық қуаттар SubRES_Electricity.xlsx жаңа технологиялық дерекқорында анықталған және EUHYDSR101 және EUHYDLR101 атаулары бар, бұл сәйкесінше шағын және ірі электр станцияларын білдіреді. Инвестициялық шығындар сияқты сипаттамалар энергетика саласындағы барлық басқа технологиялар сияқты кестеде анықталған (ELC_New парағында).

Геотермалдық энергия көздері

Қазақстандағы Дүниежүзілік банктің 2019 жылғы геотермиялық ресурстарды алдын ала қараудың қорытынды есебін қарап шыққаннан кейін тереңдігі 3600 м ұңғымалары бар геотермалдық орталықтандырылған жылу қондырғыларын дамытуға мүмкіндік беру туралы шешім қабылданды.Бұл технология HPPHETGEO_N_AD_01 деп аталады және SubRES_Electricity.xlsx ELC_New парағында сипатталған. файл.

Биоэнергия

Қазақстанның биоэнергетикалық әлеуеті әрбір биоэнергияны алу технологиясы үшін ACT_BND және COST атрибуттары анықталған "Биомасса потенциалы" парағындағы Scen_R1_RES_Potential_MinBND*.xlsx анықталған. Сол құжатта сонымен қатар биогаз және ағашпен жұмыс істейтін ЖЭО қондырғылары үшін қуаттылықтың жоғарғы шектері көрсетілген «ЖЭО үшін биоэнергия» кестесі бар.

Жаңа биоэнергетикалық қондырғыларға арналған технологиялар SubRES_Electricity.xlsx ішінде ELC_New парағында PUBIOBGS10*, PUBIOLOG10*, EUBIOWMUST10*, PUBIOLOG20*, PUBIOBGS20*, EUBIOBGS20*, EUBIOBGS220OLBIET10 (EUBIOBGS220*, HPIOLOGhe0) атауларымен ELC_New парағында орналасқан. 20* соңы бар технологиялар CCS бар қондырғылар болып табылады. Ауыл шаруашылығына арналған биологиялық

стационарлық жылыту (AGRSTHTBIOLOG), кеңістікті және/немесе тұрмыстық суды жылыту (RSD_*_SH_LOG*) және көлік сияқты әрбір түпкілікті пайдалану секторы үшін әртүрлі биоэнергетикалық технологиялар ұсынылған. Сонымен қатар, биоотын бу риформингімен немесе биомассаны газдандырумен сутегі өндірудің бірнеше технологиялары үшін қолданылады.

Биогаз, ағаш түйіршіктері және сұйық биоотын өндірісі Sub_Res_Supply_Chains.xlsx файлының SUP_Биомасса парағында сипатталған.

Экспорттық және импорттық бағалар

Энергия ресурстарының экспорттық және импорттық бағалары Scen_FP1_Fuel_Prices*.xlsx сценарий файлдарында анықталған. Бұл энергия экспорты мен импортының құнына балама экзогендік жорамалдар. Олардың бір-бірінен айырмашылығы, бірі дүниенің «ҰДК- тәрізді» күйін айтса, екіншісі әлемнің «2°C тәрізді» күйін білдіреді.

Модельге (сонымен қатар Қазақстанның нақты энергетикалық/экономикалық жүйесі) халықаралық нарық конъюнктурасы қатты әсер ететіндіктен, модель сценарийге қатысты нәтижелерді жасау үшін пайдаланылған кезде мұндай болжамдарды білу өте маңызды. Бағалар WorldPrice қойындысында (шикі мұнай, табиғи газ, көмір сандары) берілген.

Электр және орталықтандырылған жылумен қамту секторы

Қазақстанның энергетикалық секторы орталықтандырылған жылумен жабдықтау секторымен байланысқан, себебі ЖЭО-ның энергиямен жабдықтау кешеніндегі маңызды рөлі (және үлесі). Осылайша, екі сектор негізгі жыл үлгілерінде (VT_KZK_ELC_V01.xlsx) және Жаңа технологиялар репозиторийінде (SubRES_Electricity.xlsx) бірге сипатталған.

TIMES-KZK үлгісіндегі электр және орталықтандырылған жылумен қамту секторы жылу және жаңартылатын электр станциялары сияқты электр энергиясын өндіру технологияларының ауқымымен сипатталады.

Модельде электр энергиясына сұраныс экзогенді түрде белгіленбеген. Электр энергиясына деген сұраныс әрбір сұраныс секторы үшін энергия қызметтеріне деген қажеттіліктерді (түпкілікті тұтыну қажеттіліктерін) оңтайлы жабу үшін эндогенді түрде есептеледі.

Торға қосылған электр станциялары бар электр станциялары үшін базалық жыл үлгісіндегі (VT_KZK_ELC_V01.xlsx) және жаңа электр станциялары үшін жаңа технологиялық дерекқордағы (SubRES_Electricity.xlsx) процестермен сипатталады.

Торға қосылған бар электр станциялары ELE_PPs парағындағы VT_KZK_ELC_V01.xlsx үлгісінде анықталған. Қолданыстағы қондырғылардың негізгі сипаттамаларын (тиімділігі, қолжетімділігі, қуат-жылуға қатынасы) сарапшылармен қамтамасыз етілді (KEGOC деректері негізінде) және/немесе энергия балансы мен қуатқа қатысты жүйенің өзіндік дәйекті көрінісін көрсету үшін калибрленген.

Болашақта модель үшін қолжетімді жаңа электр станциялары ELC_New парағындағы SubRES_Electricity.xlsx технологиялық мұрағатында анықталған: Бұл жаңа технологиялық базаға әртүрлі технологиялар үшін инвестициялық шығындардың эволюциясы кіреді. Үлгіде осы инвестициялық шығындар туралы ақпарат көздері де берілген.

Төменде электр станцияларын сипаттау үшін қолданылатын ең маңызды атрибуттар берілген (олар пайдаланушыларға процестердің техникалық-экономикалық сипаттамаларын түсіндіру және талдау кезінде нұсқаулық ретінде қызмет етеді):

VDA_FLOP - SUPELC тұтынуы (меншікті электр энергиясын тұтыну) электр энергиясын өндірудегі үлес ретінде.

FLO_SHAR~LO - жалпы отын шығынындағы отын шығынының минималды үлесі

FLO_SHAR~UP - жалпы отын шығынындағы отын шығынының максималды үлесі

EFF - тиімділік

NCAP_PASTI - Базалық жылы орнатылған қуат

PRC_CAPACT - қуат пен белсенділік қатынасы

NCAP_AFA - Базалық жылдың қолжетімділік коэффициенті

NCAP_AFA~201X - Үлгі көкжиегі үшін сыйымдылықтың жылдық қолжетімділік коэффициенті (базалық жылдан кейін)

NCAP_FOM - Тұрақты жөндеу және жөндеу шығындары

ACT_COST - Айнымалы жөндеу және жөндеу шығындары

ACT_MINLD - операцияның техникалық минимумы (жарияланған қуаттың пайызы ретінде)

NCAP_PASTY - Өткен инвестициялар бөлінген жылдар саны. NCAP_TLIFE бағдарламасымен біріктірілген құрылғының қызметтен шығарылған жылы анықталады.

NCAP_TLIFE – технологиялардың техникалық қызмет ету мерзімі

NCAP_CHPR~UP/LO - өндірілген жылудың өндірілген электр энергиясына қатынасының максималды / ең төменгі мәні. (Тек ЖЭО үшін).

VDA_CEH - электр энергиясының ысыраптарының алынған жылуға қатынасы. (Тек ЖЭО үшін).

Қолданыстағы электр станцияларын пайдаланудан шығару жоспары әрбір технологияның қызмет ету мерзімін анықтау арқылы модельденеді. Пайдаланушылар «арнайы басқару элементтерінсіз» үлгінің орнатуды (шығыс = 0) пайдаланудан шығарудың нақты күніне дейін тоқтатуы мүмкін екенін білуі керек; мұндай әрекетті техникалық қызмет ету мерзімінің жоспарланған аяқталуына дейін электр станциясының тиімсіз (оңтайлы емес) жұмысының сигналы ретінде түсіндіруге болады.

Энергия жүйесінің беріліс және тарату ысыраптары негізгі жылдың электр энергиясының үлгісінде анықталған үш жалпы технологияны қолдану арқылы модельденеді. Шығындар беру деңгейінің жоғалуы үшін ELCLOSST және ELCLOSSM тұтынуында және тарату деңгейінің жоғалуы үшін ELCLOSSD есепке алынады. Мәндер бір жағынан өндіріске, екінші жағынан соңғы тұтынуға сәйкес келу үшін калибрленген.

Ол сондай-ақ SubRES_Electricity.xlsx файлында EVTRANS*New ретінде сипатталған жаңа тиімдірек тасымалдау және тарату технологияларын жасауға мүмкіндік береді.

Орталықтандырылған жылу жүйесіне қатысатын қолданыстағы қазандықтар HET_Plants парағындағы VT_KZK_ELC_V01.xlsx үлгісінде анықталған. Орталықтандырылған жылумен жабдықтаудың жаңа технологияларының деректер базасы жаңа электр технологиялары сияқты SubRES_Electricity.xlsx сайтында орналасқан.

Жылудың әртүрлі секторлар бойынша таралуы жылу тарату желілеріндегі жылу шығындарын есепке алу үшін HET_Fuel парағындағы VT_KZK_ELC_V01.xlsx-те анықталған процестер арқылы модельденеді.

Баламалы энергиямен жабдықтау тізбектері

Жалпы сутегі 2060 жылға дейін Қазақстанның энергетикалық жүйесіне енуі мүмкін жаңа отын ретінде қарастырылады. Сутегін өндірудің бірнеше түрлі нұсқалары (SPRSYNH2*) орталықтандырылған және орталықтандырылмаған деңгейлерде қарастырылады және SubRES_Supply_Chains.xlsx (SUP_Hydrogen парағы) ішінде сипатталған.

Орталықтандырылған деңгей:

- Электролизер - SPRSYNH2GCELE01
- Жоғары температура бу элементі - SPRSYNH2GCHTS01
- Метанның бу риформингі - SPRSYNH2GCSMR01
- Метанның күн буының риформингі - SPRSYNH2GMSRSOL101

▪ Көмірді газдандыру - SPRSYNH2GCOA101

▪ Биомассаны газдандыру - SPRSYNH2GBIO201

▪ Kvaerner процесі - SPRSYNH2GKVA101

▪ Биомасса бу реформері - SPRSYNH2GBSR201

▪ Ауыр мұнайдың ішінара тотығуы (CPO3) - SPRSYNH2GHFO101

▪ Жоғары температуралы ядролық реактор (күкірт-йод циклі) - EUSYNH2GNUC201

Орталықтандырылмаған деңгейде келесі технологиялар қарастырылады:

▪ Электролизер - SPRSYNH2GDELE02

▪ Метанның бумен риформингі - SPRSYNH2GDSMR02

▪ Метанның күн буының риформингі - SPRSYNH2GMSRSOL102

▪ Биомассаны газдандыру - SPRSYNH2GBIO202

▪ Этанолды бу риформингі - SPRSYNH2GETH201

Бұл парақта сутекті газ немесе сұйық күйде және табиғи газбен араласқан басқа секторларға жеткізуге арналған отын технологиялары да бар. Сонымен қатар, сақтау технологиялары (STGH2G*) де осында анықталған.

Сутегін түпкілікті пайдалану келесі жағдайларда қарастырылады:

▪ Отын элементтері, турбиналары және іштен жанатын қозғалтқыштары бар электр станциялары мен ЖЭО қондырғылары;

▪ Тек жылу қондырғылары;

▪ Сутегімен жүретін көліктер, ұшақтар, пойыздар, кемелер;

▪ Сутекті ауыл шаруашылығында машина жетектері үшін пайдалану және жылуды стационарлық пайдалану;

▪ Тұрғын және коммерциялық секторларда жылыту және тамақ дайындау үшін;

▪ Тікелей төмендетілген темірді, технологиялық жылуды, технологиялық буды, машина жетектерін, қазандықтарды, автономды электр қуатын және жылуды өндіруді өнеркәсіпте пайдалану, табиғи газды пайдалануды (мыс, қорғасын,

алюминий, түсті металлургия өндірісі) алмастыра алатын басқа да процестер металдар).

Сұраныс секторы

Эталондық энергия жүйесіндегі сұраныс секторлары энергия балансының Түпкі энергия тұтыну бөліміне сәйкес келеді. Оларды «энергия балансының шеңберінде басқа жерде анықталғандай, отынды түрлендіретін немесе түрлендіретін қызмет болып табылмайтын қызмет үшін тұтынушыларды энергия ресурстарымен қамтамасыз ету» ретінде анықтауға болады.

Модельге келесі сұраныс секторлары кіреді:

1) Қазақстандағы энергия тұтынуы бойынша өнеркәсіп ішкі секторларға бөлінеді:

▪ Шойын және болат

▪ Цемент өндіруге және басқа металл емес пайдалы қазбаларды өндіруге бөлінген металл емес пайдалы қазбалар

▪ Алюминий, мыс, қорғасын, мырыш, басқа да түсті металдарға бөлінген түсті металдар.

▪ Тамақ, сусын және темекі

▪ Химия және мұнай-химия өнеркәсібі тыңайтқыштар, мұнай-химия және басқаларға бөлінеді.

▪ Тау-кен

▪ Құрылыс индустриясы

▪ Басқа өнеркәсіп (елдегі барлық басқа өнеркәсіптік қызмет түрлері)

2) Елдің 4 типтік аймағында (2 * 4 = 8 тұрғын үй түрі) жеке үйлер (ДТА *) және пәтерлер (АРА *) болып бөлінген тұрғын үйлер.

3) Жеке және мемлекеттік қызметті қамтитын коммерциялық сектор. Қоғамдық (көше) жарықтандыру да коммерциялық секторға жатады.

4) Энергияны ауыл, орман және балық шаруашылығына пайдалануды қамтитын ауыл шаруашылығы.

5) Тасымалдау:

▪ Автомобиль көлігі

▪ Теміржол көлігі

▪ Халықаралық авиация

▪ Ішкі навигация

Энергия жүйесінің үлгісі энергия қызметтерінің келесі анықтамасын пайдаланады: "Энергия қызметтері - бұл қажетті соңғы қызметтерді немесе күйлерді алу немесе жеңілдету құралы болып табылатын энергияны пайдалану арқылы орындалатын функциялар." Басқаша айтқанда, «Энергетикалық қызметтер тұрмыстық техникамен бірге энергияны тұтыну арқылы өндірілетін қызметтерді білдіреді».

Өнеркәсіптік сектор

Елдің ағымдағы салалық құрылымы жоғарыда аталған ішкі секторлар үшін VT_KZK_IND_V01.xlsx базалық жыл үлгісінде сипатталған және калибрленген.

Барлық өнеркәсіптік қызмет нақты технологиялық түрде сипатталған (энергетикалық емес сұранысты қоспағанда). Кейбір жағдайларда процестер мен тізбектердің салалық сипаттамалары енгізілген (мысалы, болат, цемент, алюминий және т.б. өндірісі үшін), басқа жағдайларда әртүрлі энергияны модельдеу үшін көбірек жинақталған көріністер (процесске анық болса да) қолданылған. жалпы қуат жүйесін модельдеу тәжірибелеріне негізделген (мысалы, технологиялық жылу үшін, машиналарды жүргізу үшін және т.б.) пайдаланады.

Балансқа қатысты деректер калибрленді, тиісті технологияларды қолданыстағы стандарттармен салыстыру және жүйеге қатысты сәйкестікті тексеру (әр ресурс үшін сұраныс пен ұсыныс). Модельдеу көкжиегінде қолжетімді жаңа технологиялар SubRES_Industry.xlsx ішінде анықталған.

Тұрғын үй секторы

Тұрғын үй секторы әртүрлі мақсаттарға тұтынуды және осыған байланысты жақсарту әлеуетін көрсету үшін модельде егжей-тегжейлі ұсынылған. Базалық жылы тұрғын үй секторының ғимараттары келесі типология бойынша бөлінеді:

• Жеке үй - A1

• Пәтер - A1

• Жеке үй – A2

• Пәтер - A2

• Жеке үй – A3

• Пәтер - A3

• Жеке үй - A4

• Пәтер - A4

Негізгі жылдағы жағдай VT_KZK_RSD_V01.xlsx үлгісінде анықталған. Біріншіден, энергия түрі мен қызметтері бойынша тұрғын үй тұтынуы кең ауқымды деректерді талдауға, аралық көрсеткіштерге және жүйелілікті тексеруге (RSD_En_Balans) негізделген типология бойынша бөлінеді.

Қазақстанның климаттық классификациялық картасына сәйкес аймақтар «төрт» өкілді аймақтарға топтастырылды: A1: АКМ, АСТ, КСТ, ПАВ, СҚО, ШҚО; A2: АҚТ, АЛМ, АТЫ, БҚО, ҚАР, АЛК; A3: KZL, MAN; A4: ЖА, ОҚО. Бұл классификация елдің әртүрлі аймақтарындағы әртүрлі қызметтер мен технологиялық дамуларды қадағалау икемділігін қамтамасыз ететін (үлгіні болашақта пайдалану үшін) жылу сұранысы мен технологияның енуін «аймақ бойынша» саралауға бағытталғанын ескеріңіз.

Келесі қадамда энергия тұтыну тұрғын үй секторындағы түпкілікті пайдалануға бөлінеді, атап айтқанда:

▪ үй-жайды жылыту

▪ Салқындату

▪ Суды жылыту

▪ Пісіру

▪ Жарықтандыру құрылғылары

▪ Тоңазытқыш

▪ Киімді жуу

▪ Ыдыс жуу

▪ Басқа жабдық

Қолданыстағы тұрғын үй қоры базалық жыл үлгісіндегі RSD_Stock парағына енгізілген.

Тұрғын үйдің орташа мөлшері (индикативтік, үлгіде тікелей пайдаланылмаған) аудан бірлігіне энергия тұтынуды кейінгі есептеу үшін қолданылады. Келесі қадамда әрбір тұрғын үй түріне RSD_Demands парағында энергия қызметіне сұраныс деңгейі тағайындалады. Бұл басқа қызметтермен қатар үй-жайларды жылытуға, суды жылытуға және кеңістікті салқындатуға қойылатын талаптарды қамтиды.

Үй-жайларды жылытуға сұранысқа қатысты, кейбір үй шаруашылықтарының жылытылуы мүмкін екендігін ескеру үшін, тұрғын үй кеңістігін жылыту жағдайларының жоғарылауы мен өзгеруін модельдеу үшін арнайы қанағаттандырылмаған сұраныс модулін (сценарий файлы арқылы) қосуға және бақылауға болады.

Осы үлгідегі қалған парақтар энергия балансына сәйкес негізгі жыл тұтынуы үшін калибрленген технология сипаттамаларын қамтиды.

Модель болашақта қолдануы мүмкін жаңа технологиялар туралы барлық ақпаратты қамтитын жаңа технологиялық база SubRES_Residential.xlsx файлында қамтылған.

Ең алдымен, жаңа ғимараттар RSD_NewBuildings кестесінде анықталады, ол отбасылар санын және бұрыннан бар тұрғын үйлерді бұзуды ескере отырып, жаңа тұрғын үйлерге қажеттілікті қамтуы керек.

Осы Excel файлындағы қалған жұмыс парақтары әрбір пайдалану үшін технология спецификацияларын анықтайды: кеңістікті жылыту технологиялары үшін RSD_SpHeat, кеңістікті салқындату үшін RSD_SpCool, су жылыту үшін RSD_WaterHeat, тағам дайындау үшін RSD_Cook, 8 корпус түрінің әрқайсысы үшін басқа электр құрылғылары үшін RSD_ElcAppliances.

Бұл парақ RSD_Technologies парағындағы SubRES_Residential_Trans.xlsx Excel файлында калибрленген NCAP_AFA қолжетімділік факторынан басқа барлық параметрлерді қамтиды. Бұл файл өнімділігін калибрлеу үшін жаңа технологияларға негізгі жылдың калибрлеу мәндерін тағайындайды.

Жоғарыда аталған технологиялардан басқа, бұл файл (RSD_Retrofits парағы) бар тұрғын үйлерді жөндеуге арналған опцияларды да анықтайды.

Коммерциялық сектор

Коммерциялық секторға коммерциялық сектор, қызмет көрсету және мемлекеттік сектор кіреді. Негізгі жылдағы жағдай VT_KZK_TER_V01.xlsx үлгісінде анықталған. Энергия түрі бойынша коммерциялық сектордың тұтынуы (бұл энергетикалық теңгерімге ұқсас құрылым негізінде әзірленген) қолда бар деректерді, аралық көрсеткіштерді және сәйкестікті тексеруді (TER_En_Balans) ескере отырып, пайдалану түріне қарай бөлінеді.

Соңғы пайдалану тұрғын үй секторындағыдай, атап айтқанда:

• Кеңістікті жылыту

• Ауаны кондициялау

• Суды жылыту

• Пісіру

•Жарықтандыру

• Азық-түлікті мұздату және сақтау

• Басқа тұрмыстық техника

Бұл секторда көшелерді жарықтандыруға жұмсалатын электр энергиясы да көрсетілген. Көшелерді жарықтандырудан басқа, сектордағы сұраныс

коммерциялық сектордағы ғимараттардың ауданымен анықталады. Үй-жайларды жылытуға, кеңістікті салқындатуға және т.б. аудан бірлігіне (м2) TER_Stocks парағында калибрленген.

Бұл секторда көшелерді жарықтандыруға жұмсалатын электр энергиясы да көрсетілген. Көшелерді жарықтандырудан басқа, сектордағы сұраныс коммерциялық сектордағы ғимараттардың ауданымен анықталады. Аудан бірлігіне (м2) жылыту, салқындату және т.б. бірліктеріне сұраныс TER_Stocks кестесінде калибрленген.

Ауыл шаруашылығы

Ауыл шаруашылығы секторындағы базалық жыл жағдайы VT_KZK_AGR_V01.xlsx үлгісінде берілген. Агроөнеркәсіп кешеніндегі әрбір энергетикалық ресурсты тұтыну қарастырылатын төрт мақсатқа бөлінеді, атап айтқанда: ауылшаруашылық техникасы, жылу өндіруге арналған стационарлық пайдалану, жүргізетін машиналар (моторлар) және басқа да пайдаланулар (AGR_BAL парағында).

Базалық жылды калибрлеу энергия балансы ақпаратында соңғы энергия тұтынуды қайта өндіруге арналған қолданыстағы технологиялардың орташа тиімділігі мен жобалық қуатына негізделген. Бұл калибрлеу сектордың әрбір энергияны пайдалануы үшін "AGR_Techs" парағында орындалады.

Модельде болашақта пайдалануға болатын технологиялардың сипаттамалары SubRES_Agriculture.xlsx үлгісінде анықталған.

Көлік секторы

Тасымалдау көліктің әртүрлі түрлеріне (көлік түрлерінің бәсекелестігі экзогендік жолмен реттеледі), жолаушылар мен жүктерге арналған үлгіленген.

Негізгі жыл үшін калибрлеу VT_KZK_TRA_V01.xlsx үлгісінде осы есептің алдыңғы бөлімдеріндегі басқа секторлар үшін сипатталған логикаға сәйкес орындалады. TRA_BAL жұмыс парағында көлік секторындағы әртүрлі энергетикалық ресурстарды тұтыну қолданыстағы флот, орташа жүгіріс және көлік

түрлері бойынша орташа толтыру немесе тоннаж туралы статистиканы пайдалана отырып, көлік түрі бойынша бөлінеді.

Бұл бұзылу осы файлдың келесі парақтарындағы бар көлік құралдарының өнімділігін калибрлеу үшін пайдаланылады: жеке автокөліктер мен мотоциклдерге арналған Tech_Road_Cars, автобустар мен троллейбустарға арналған Tech_Road_Bus, навигация мен авиацияға арналған Tech_Rail_Nav_Av және Tech_Road_Freight and HeavyV (VHD) Жеңіл көліктер (LDV)) автомобиль жүктерін тасымалдауға арналған.

Көлік секторына қолжетімді жаңа технологиялардың сипаттамалары SubRES_Transport.xlsx файлында анықталған. Жеке автокөліктер барлық мүмкін болатын жаңа технологиялар енгізілген TRA_Cars парағында анықталған. Қарапайым көліктер еуро 4 және 5, еуро 6, кейінгі еуро 6 және жетілдірілген болып бөлінеді. Қалған көлік түрлері тиімділікті, құнын және әртүрлі қолжетімділік жылдарын бірте-бірте арттырумен «стандартты», «жақсартылған» және «жетілдірілген» болып бөлінеді.

Модельге жаңа көліктерден басқа, пайдаланылған көліктер де кіреді, бұл көліктердің құны, тиімділігі және қызмет ету мерзімі жаңа көліктермен салыстырғанда төмендейді. Жаңа брендтердің пайдаланылған көліктерге қатысты үлесін нарықтық жағдайларды және/немесе ұлттық саясаттарды имитациялау үшін реттеуге болады.

Әрбір түрге арналған жаңа және пайдаланылған көліктерді ескере отырып, жол талғамайтын және жол талғамайтын көліктерге бірдей тәсіл қолданылады.

Жаңа көліктердің күтілетін жүгірісі, толтырылуы және тоннаждары негізгі жыл үлгісінде, SubRES_Transport_Trans.xlsx файлында және "Param_Transformation" парағында пайдаланылғандарға сәйкес калибрленеді.

Сұраныс болжамдары

TIMES – сұранысқа негізделген энергия жүйесінің моделі, яғни энергия қызметтеріне сұраныс кіріс ретінде қажет және бұл энергетикалық жүйенің дамуын

анықтайды. Модель ең аз шығынды энергия жүйесінің конфигурациясын анықтау арқылы осы сұранысты қанағаттандыруға ұмтылады.

Энергия қызметтеріне болашақ сұранысты болжаудың стандартты тәсілі сұранысқа келесі формалардың қатынасы арқылы әсер ететін параметрлер болып табылатын сәйкес сұраныс драйверлерін пайдалану болып табылады:

$$\boldsymbol{DEMjt}=\boldsymbol{DEMj}(\boldsymbol{t}-\mathbf{1})(\mathbf{1}+\boldsymbol{DRGRjt}*\boldsymbol{ELASj})$$

мұнда:

$DEMjt$ t уақыт кезеңінде j энергия қызметтеріне сұраныс,

$DEMj(t-1)$ t-1 уақыт кезеңінде j энергия қызметтеріне сұраныс,

$DRGRjt$ t уақытындағы сұраныс драйверінің j өсу қарқыны,

$ELASj$ жүргізушіге сұраныс икемділігі j (драйверлер негізгі қызметке эквивалентті болғанда икемділік = 1).

Кез келген TIMES негізіндегі талдаудың бастапқы нүктесі модельдеу уақытының барлық көкжиегі бойынша барлық қозғаушы күштерді болжау болып табылады. Бұл болжамдар Scen_D1_Demands*.xlsx файлының "Demand_Drivers" парағында көрсетілген.

Негізгі сценарий файлдары

Scen_A0_Basic: Бұл файл барлық сценарийлерде қамтылған және әртүрлі әмбебап пайдаланушы шектеулері (~UC_T*) және түрлендіру кестелері (TFM_*) бар парақтардың кең тізімін қамтиды:

▪ Bounds-StockChange бүкіл уақыт көкжиегі үшін базалық жыл қорларының өзгерістерін нөлге орнататын және қазбалы өнеркәсіптік машина қозғалтқыштарын пайдалануды өшіретін түрлендіру кестелеріне ие.

▪ CAP_AutoProduction-CAP_PP өнеркәсіптік автоөндірушілердің жалпы қуаттылығы үшін жоғарғы және төменгі шектерді (UC_IND_AUTOCAP_LO және

UC_IND_AUTOCAP_UP), табиғи газ ЖЭО қондырғыларының ең төменгі жалпы қуатын (UC_GAS_PP), барлық ЖЭО, жылу электр станцияларының (ЖЭО) жаңа қуаттарының шектерін белгілейді. UC_CAP_PP, UC_CAP_HP, UC_CAP_PP_Large).

▪ Industry_CCS және Elc_CCS жанған отын бірлігіне парниктік газдар шығарындыларының коэффициенттерін және өнеркәсіптік және трансформация секторының (электр және жылу энергиясы) көміртекті ұстау және сақтау жиынтық қуатын белгілеу үшін трансформация кестелерін қамтиды.

▪ SH_RSD әрбір уақыт кезеңінде қанағаттандырылмаған сұранысты білдіретін барлық жалған тұрғын үйді жылыту технологиялары үшін белсенділіктің жоғарғы шегін белгілейтін ~TFM кестесіне ие. Сонымен қатар, мұнда жаңғырту технологияларын енгізудің басталатын жылы белгіленді.

▪ Cost_HP_SOL тұрғын үй және коммерциялық жылыту және су жылу сорғыларының жаңа қуаттылық құнын жаңартады.

▪ Баланстау қуаты UC өзгермелі жаңартылатын энергияның (күн және жел) әрбір гигаваттына қажетті әртүрлі теңгерімдеу технологияларының (аккумуляторлар, пик станциялары және ірі гидростанциялар, гидросорғылар) қуатын анықтайтын пайдаланушы шектеулерімен UC.

▪ Басқа әртүрлі технологиялар үшін START атрибуттары, болат және алюминий өнеркәсібіндегі сынықтарды өндіру бойынша қызметтің жоғарғы шегі бар. Сынықтардың ағымдағы мәндері 2050 жылға дейінгі Алюминий секторындағы парниктік газдар жолынан және Роланд Бергердің болат өндіру болашағынан алынған. Сондай-ақ 2018 жылы электр кедергісі мен үй-жайларды көмірмен жылытудың шекті қуаттары, жұмыс істеп тұрған газбен жұмыс істейтін ЖЭО және жылу электр станцияларын жаңғыртудың максималды қуаттары белгіленді.

Scen_D1_Demands*: Бұл сценарий файлдары сұранысқа қатысты барлық деректерді қамтиды. Болжамдар кейбір негізгі пайдаланушы деректері негізінде автоматты түрде есептеледі:

▪ «Сұраныс драйверлері» қойындысы: пайдаланушылар энергия қызметтеріне сұранысты өзгертетін негізгі әлеуметтік-экономикалық драйверлерді енгізуі керек. Қысқа мерзімді перспективада (2025 жылға дейін) ҰЭМ болжамдары, ал ұзақ мерзімді перспективада болжамдар (халықаралық тәжірибе мен модельдеу тәжірибесі негізінде) ескеріледі.

▪ Серпімділік қойындысы: пайдаланушылар энергия қызметтеріне әрбір сұраныс үшін бір драйверді (басқа қойындыда тізімделгендердің ішінен) тағайындауы және уақыт өте келе икемділіктерді енгізуі керек.

Модельде пайдаланылатын барлық қуат қызметтеріне қойылатын талаптар содан кейін электрондық кестеде автоматты түрде есептеледі және "Кірістіру_Талаптары" қойындысында көрсетіледі, бұл шын мәнінде модельде құрастырылатын және өңделетін файлдағы "жалғыз" кесте болып табылады.

Scen_E1_Extractions: Бұл сценарий файлы Қазақстандағы қазба отынын өндіруге арналған барлық деректер мен басқару элементтерін қамтиды. Атап айтқанда, келесі ақпарат анықталған:

▪ тас көмірдің, суббитумдық көмірдің, қоңыр көмірдің қорлары (сатылы қисық);

▪ тас көмірді, суббитумдық көмірді, қоңыр көмірді өндіру құны (сатылы қисық);

▪ табиғи газдың және ілеспе табиғи газдың қорлары (қадамдық қисық);

▪ табиғи газ және ілеспе табиғи газды өндіру шығындары (сатылы қисық);

▪ шикі мұнай және сұйық табиғи газ қорлары (қадам қисығы);

▪ шикі мұнай мен табиғи газ сұйықтарын өндіруге кеткен шығындар (сатылы қисық);

▪ өндіру/қайта алу қарқынын (мысалы, мұнай өндірудің шыңы осында бақыланады) және қазақстандық кен орындарының ерекше сипаттамаларын (мысалы, ілеспе табиғи газды өндіру) модельдеуге арналған бақылаулар.

Қосымша қойындылар бастапқы деректерді жинау және ұйымдастыру үшін пайдаланылады.

Scen_ FP1_Fuel_Prices*: Бұл сценарий файлдары халықаралық саудадағы энергия бағасына қатысты барлық ақпаратты (экспорт/импорт), сонымен қатар секторлар бойынша ішкі энергия бағасын «калибрлеу» (мүмкіндігінше жақсы) үшін қажет қосымша «белгілеу» мәндерін қамтиды. базалық жыл. Басқаша айтылмаса, бұл белгілеулер бүкіл уақыт көкжиегі бойына тұрақты болып қалады.

Энергия бағасының (халықаралық) құны ұлттықтан жоғары факторларға байланысты болғандықтан (Қазақстанның бақылауында емес), уақыт бойынша мәндерді болжау үшін халықаралық дереккөздер/әдебиеттер пайдаланылады (IEA World Energy Outlook 2020, IEA Net Zero to 2050).

Scen_F1_Fractions: Бұл сценарий файлы уақыт тілімінің деңгейіндегі әртүрлі қажеттіліктерге уақытша өзгертулерді қамтиды. Бұл уақыт кесінділері деңгейінде электр, жылу және табиғи газды тұтыну үшін «шамамен» жүктеме қисығын құру үшін қолданылады.

Атап айтқанда, жүктеме қисығы 2017 жылғы модельдеу нәтижелерімен қайта шығарылатындай етіп модельдегі электр энергиясына сұранысты «калибрлеу» үшін бірқатар «мінез-құлық» болжамдары қолданылды. Болашақ жылдардағы сұраныс жүктемесінің қисығы қарастырылған уақыт горизонтында модель жасаған технологиялық таңдауға байланысты үлгінің өнімі ретінде есептеледі.

Әрбір уақыт тіліміне жылдық сұраныстың пайызы «Бөлшек» парағында анықталады.

Бұл «үлестер» электр жүктемесінің қисығы мен қыздыру жүктемесінің қисығы (бар болса) модельде (модельдің 24 уақыт тілі деңгейінде) орнатылуы үшін экзогенді түрде есептеледі.

Scen_R1_RES_Potential_MinBND*: Бұл сценарий файлдары әртүрлі жаңартылатын және ядролық энергия үшін жаңартылатын энергия әлеуетіне қатысты барлық ақпаратты қамтиды.

▪ Жел энергиясы: уақыт бойынша жел турбинасының максималды қуатымен (GW) көрсетілген потенциал; әлеуетті төмендететін жел қуатымен жабдықтау қисығын модельдеу үшін үш түрлі жел турбинасы типологиясына (жоғары/орташа/төмен қуат қатынасына негізделген) бөлінеді.

▪ Ағымдағы орнату жоспарларын/жобаларын көрсету үшін жел электр станциялары үшін қуаттылықтың төменгі шектері де енгізілген.

▪ Жел турбиналарының барлық түрлері үшін белгілі бір уақыт аралығындағы ең жоғары жаңа (қосымша) қуат (ГВт) да көрсетілген.

▪ Күн энергиясы: Ірі өнеркәсіптік зауыттардың әлеуеті уақыт өте келе жүйеге қосылуы мүмкін максималды жаңа (қосымша) күн фотоэлектрлік (ГВт) қуатымен көрсетіледі.

▪ Ағымдағы орнату жоспарларын/жобаларын көрсету үшін күн PV қуатының төменгі шектері енгізілген.

▪ Төбелік қондырғылардың әлеуеті уақыт бойынша максималды қуат (GW) арқылы көрсетіледі.

▪ Гидроэнергетика: белгілі бір уақыт аралығындағы максималды су энергетикалық қуатымен (ГВТ) өрнектеледі және су энергетикасын дамытудың мемлекеттік бағдарламасына сәйкес қуат шегі белгіленетін ірі және шағын қондырғыларға бөлінеді.

▪ Ядролық: Ядролық потенциал уақыт бойынша максималды қуат (GW) ретінде анықталады.

▪ ЖЭО үшін биоэнергия: потенциал уақыт бойынша максималды қуат (GW) ретінде беріледі.

▪ Биомасса потенциалы: ACT_BND және COST атрибуттары әрбір негізгі биоотын технологиясы үшін анықталған.

▪ Геотермалдық энергия: потенциал экзогендік жолмен шектелмеген.

Scen_RB1_Retrofit_Build*: Бұл сценарий файлы кезең ішінде тұрғын үй секторы үшін тұрғын үйлердің саны (типологиясы бойынша) және қызмет көрсету

секторы үшін шаршы метрлердің саны (типологиясы бойынша) бойынша қайта жаңарту "әлеуетін" модельдеуге арналған барлық басқару элементтерін қамтиды. «Жаңғыртудың максималды жылдамдығы» файлындағы кестені толтыру пайдаланушыларға осы көрсеткішті бақылауға мүмкіндік береді.

Scen_UC_RSD_TER*: Бұл сценарий файлы тұрғын үй қорына әртүрлі технологиялардың енуіне әсер ететін техникалық және нарықтық кедергілерді басқару элементтерін (пайдаланушы шектеулерін) қамтиды.

Ғарыштық жылыту құрылғылары үшін арнайы басқару құралдары дайындалды (мысалы, тұрғын үйдің типологиясына байланысты газдандыруға арналған аумақты және орталықтандырылған жылумен жабдықтауға арналған аумақты бақылау үшін); аспаздық қызмет үшін (мысалы, электр құрылғыларының ең аз үлесін бақылау үшін); және жарықтандыру қызметі үшін (шамдардың әртүрлі түрлерін басқару/пайдалану үшін). Ұқсас бақылаулар коммерциялық сектор үшін де енгізілген (тұрғын үй секторына қатысты тәсілге сәйкес).

Қосымша пайдаланушы шектеулері (қойынды: UC_DistributionSystem) пайдаланушыларға әр түрлі түпкі пайдаланушылар/секторлар арасында табиғи газды және орталықтандырылған жылумен жабдықтауды (желі) бөлуді бақылауға мүмкіндік береді, сондықтан кейбір қарапайым кеңістіктік және топологиялық шарттарды (мысалы, коммерциялық блоктың орналасқан жері) енгізуге мүмкіндік береді. бір желіге қосылған тұрғын үйлердің жанындағы қызмет немесе тығыз/орташа/сирек қоныстанған аумақтарда тұратын халықтың үлесі).

Барлық басқару элементтерін қайта қарауға/жаңартуға (сандарды өзгерту арқылы) немесе өшіруге (модельді болашақта пайдалану үшін «~UC_T:» белгісін алып тастау арқылы) болады.

Әрбір басқару кестесі пайдаланушыларға шектеуді (физикалық) түсіндіруге көмектесу және бағыттау үшін атау мен сипаттаманы қамтиды.

Scen_UC_TRA*: Бұл сценарий файлы көлік кешеніне әртүрлі технологиялардың енуіне әсер ететін техникалық және нарықтық кедергілерді басқару элементтерін (пайдаланушы шектеулерін) қамтиды.

Пайдаланушылар пайдаланылған вагондардың үлесін, әртүрлі жаңа вагондардың нарықтағы артықшылықтарын және елдегі электр темір жолының кеңеюін бақылай алады.

Әрбір басқару кестесі пайдаланушыларға шектеуді (физикалық) түсіндіруде көмектесу және бағыттау үшін тақырып пен сипаттаманы қамтиды.

Scen_Hurdle_Rates: Бұл файлда модель көкжиегіндегі барлық ақша ағындарының ағымдағы құнын есептеу үшін пайдаланылатын 7%-дан 45%-ға дейінгі технологияға тән дисконт мөлшерлемелері бар.

Осы файлды қосу арқылы қалаған сценарийді есептегеннен кейін жаңа сценарийді жылдам іске қосу керек. Бұл сценарий алдыңғы қалаған сценариймен бірдей, ол өз кезегінде үлгі көкжиегінің барлық жылдарын түзету үшін пайдаланылады (VEDA-FE басқару панеліндегі «GDX жүктеу» опциясы, өткен жылға «жылдарды түзету» орнатылған), осыдан басқа бір. Scen_Hurdle_Rates уақытын есептеуден алып тастау керек.

Scen_Ren_Share*: Бұл файлдар орнату үшін пайдаланушы шектеулерін қамтиды: жалпы электр энергиясын өндірудегі айнымалы жаңартылатын энергияның жоғарғы шегі; электр энергиясын өндірудің жалпы көлеміндегі барлық жаңартылатын энергия станциялары мен ЖЭО қондырғылары үшін төменгі шекті; жалпы аудандық жылу өндірудегі тек жылу станцияларының жоғарғы шегі; жалпы аудандық жылу өндірісіндегі ауа көзінің жылу сорғыларының жоғарғы шегі; жалпы аудандық жылу өндірісіндегі ЖЭО өндірудің төменгі шегі.

Scen_UC_Agr: Мұнда пайдаланушы шектеулері белгіленеді: ауыл шаруашылығына арналған бу өндіруде аудандық жылуды пайдаланудың төменгі шегі; ауыл шаруашылығына арналған бу өндіруде табиғи газды пайдаланудың жоғарғы шегі.

Scen_UC_Ind: Бұл сценарий әртүрлі салалар үшін бу өндіруге арналған аудандық жылу жоғарғы шектерін орнатуға арналған реттелетін шектеулерді, барлық машина жетектерінде сутегін пайдаланудың жоғарғы шегін және болат пен алюминий өндірісінде сынықтарды пайдаланудың жоғарғы шектерін қамтиды.

Scen_ELC-Nuc_High_Inv: Бұл файл EUNUC101 NPP үшін жаңа өсті инвестициялық шығындарды анықтайды.

Scen_ELC_GAS*: Бұл файлдар жалпы электр энергиясын өндірудегі табиғи газ және сутегімен жұмыс істейтін электр станциялары мен ЖЭО қондырғыларының үлесі үшін жоғарғы және төменгі шектерді орнатуға арналған пайдаланушы шектеулерін қамтиды.

1.4TIMES модельдеу нәтижелері

Қазақстанда Париж келісімінде және Қазақстанның 2060 жылға қарай көміртегі бейтараптығына қол жеткізу жөніндегі міндеттемелерінде көзделген мақсаттарға қол жеткізу үшін қосымша күш-жігер белсенді жүргізілуде. Нарықтық саясатты, реттеуші саясатты және елеулі мемлекеттік инвестицияларды қоса алғанда, декарбонизацияға барынша күш салынуда.

Бұл есепте бір сценарий беріледі - Әдеттегідей бизнес немесе басқаша айтқанда, Негізгі сценарий.

Базалық сценарий маңызды технологиялық өзгерістер немесе Қазақстанда декарбонизацияны күшейтуге бағытталған саясат шаралары болмаған кездегі гипотетикалық экономикалық даму жолын сипаттайды. Ол қазіргі даму тенденцияларын болашақ модельдеу көкжиегіне экстраполяциялайды.

Базолық жағдайдың жорамалдары

Мұнда негізгі сценарий үшін пайдаланылатын болжамдар берілген:

• 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%, 2040 жылға дейін 3,0% деңгейінде жыл, 2050 жылға дейін жылына 2,0% және 2060 жылға дейін жылына 1,0%;

• Қазақстан Республикасының әлеуметтік-экономикалық даму болжамына (ҚР ҰЭМ) және одан әрі 2060 жылға дейін 2022-2026 жылдар кезеңінде халық санының өсуі, жылдық өсу қарқыны жылына 0,8-0,9% шегінде;

• Мұнай өндіру 2035 жылы шарықтау шегіне (115 млн тонна) көтеріледі, содан кейін біртіндеп төмендейді;

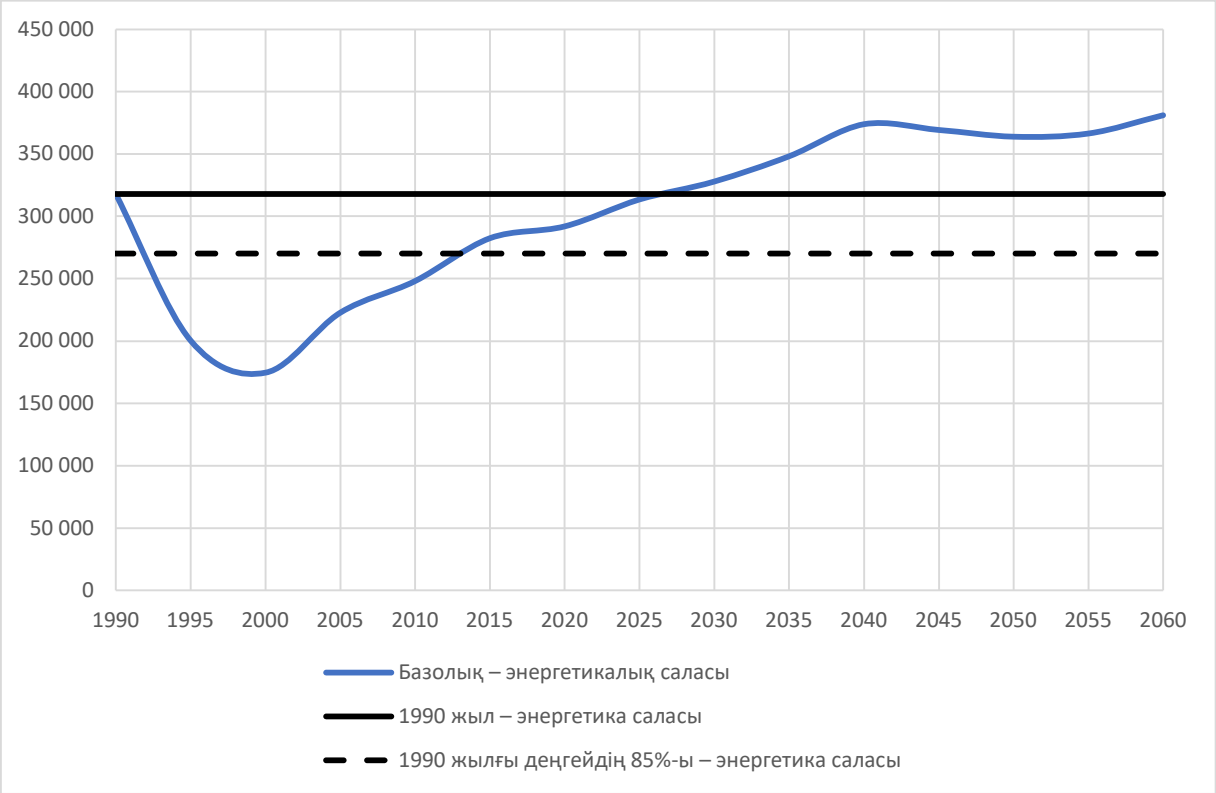
• Елді газдандыру Қазақстан Республикасының болжамды газ балансы бойынша минимум және сценарийлік болжамдар бойынша максимум бойынша жүргізілуде.

• Табиғи газ бойынша электр энергиясын өндіру үлесі тиісінше 2020 және 2030 жылдары 20% және 25% деңгейінде және одан әрі 2060 жылға дейін шектеусіз;

• ЖЭК-тен электр энергиясын өндіру үлесі 3%, 6%, 15% деңгейінде 2020, 2025 және 2030 жылдары және одан әрі 2060 жылға дейін шектеусіз.

Энергетика секторы бойынша парниктік газдар шығарындылары

Парниктік газдардың шығарындылары төмендегі суретте берілген.



Сурет 1.2 – Энергетика секторынан парниктік газдар шығарындылары (IPCC бойынша), ктCO2экв

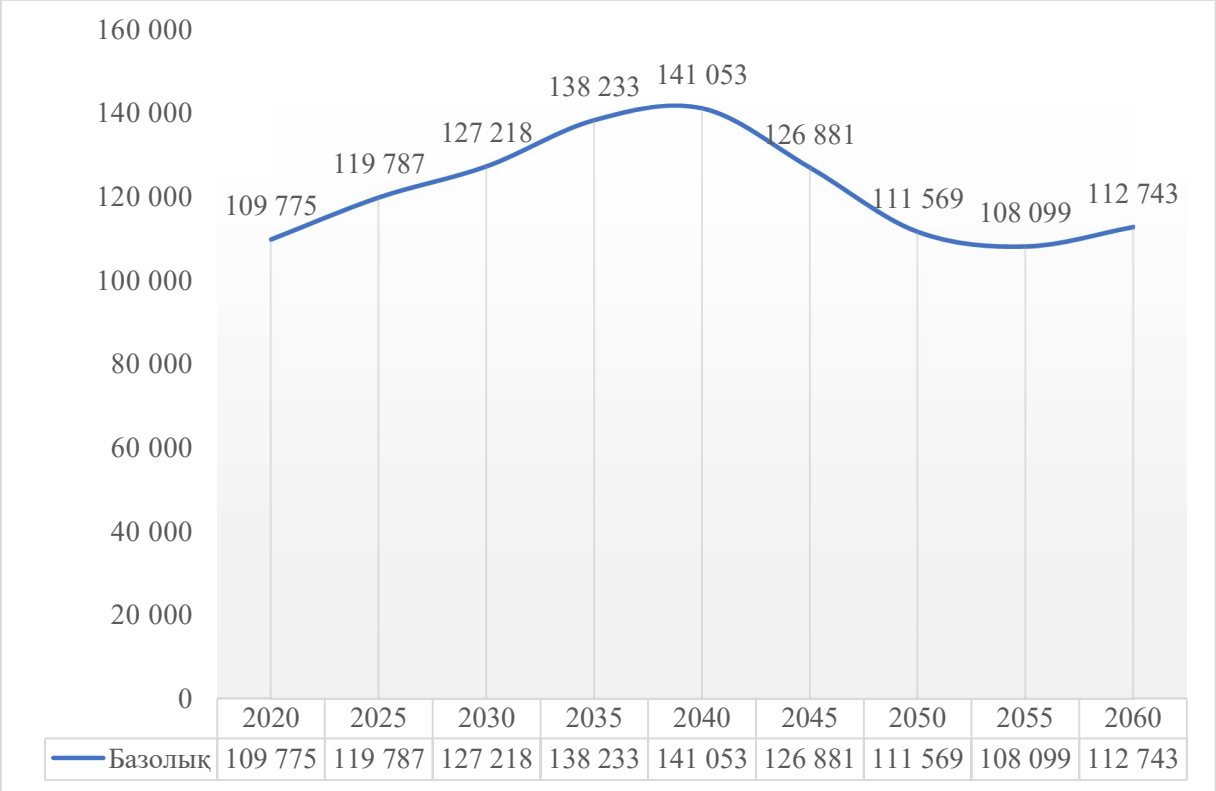
Базалық сценарийде шығарындылар 2040-2060 жылдар аралығында тұрақтандырумен 2060 жылға дейінгі бүкіл есептеу кезеңінде өсетінін графиктен көруге болады. Энергетика секторындағы парниктік газдар шығарындыларының деңгейі 2025 жылдан кейін 1990 жылғы деңгейге жетеді. Шығарындылар кезеңнің соңына қарай максималды деңгейге жетеді, 2060 жылға қарай парниктік газдар шығарындылары шамамен 381 миллион тонна CO2 экв болады.

Энергетика салаларының парниктік газдар шығарындылары

Жұмыстың осы бөлігінде энергетикалық салалардың шығарындылары IPCC классификациясына сәйкес салалық бөліністе ұсынылған.

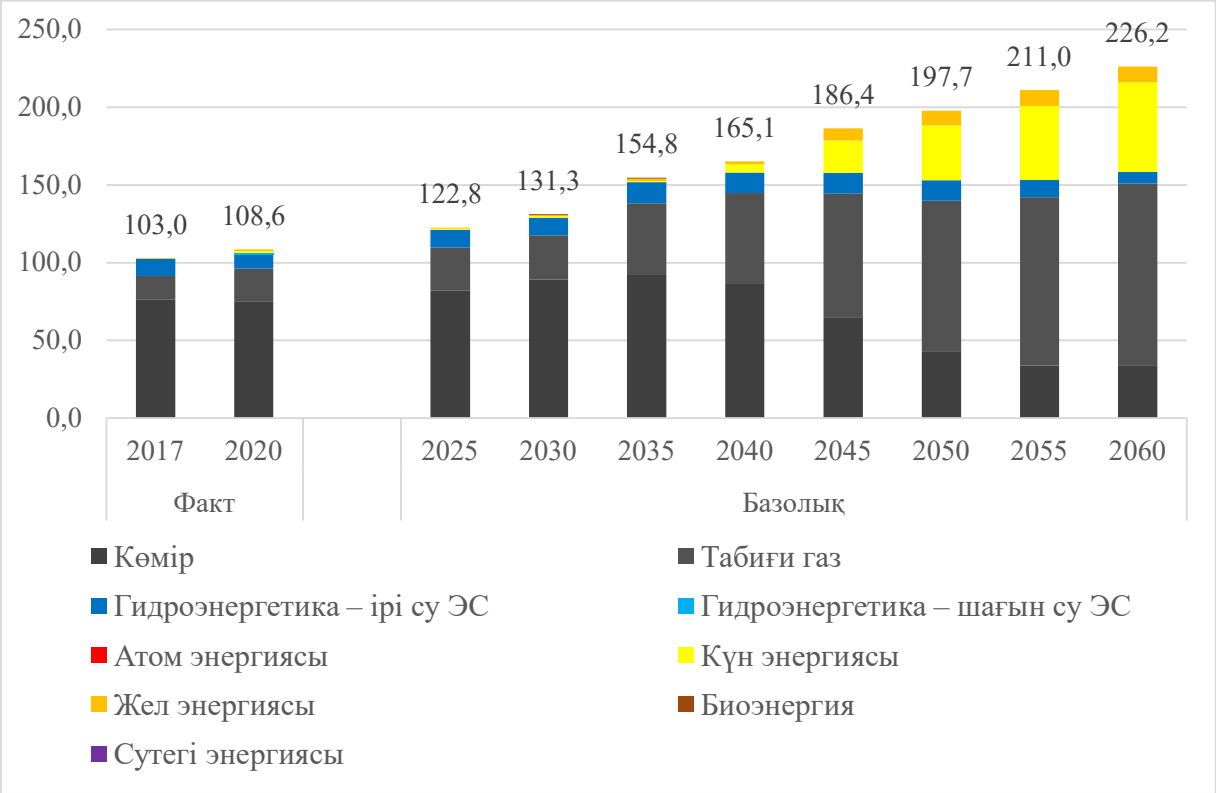
Жылу және электр энергиясын өндіру

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



Сурет 1.3 – Электр энергиясын өндіру секторындағы парниктік газдар шығарындылары, ктCO2экв

Электр энергиясын өндіру секторының парниктік газдар шығарындылары 2040 жылға дейін артады және одан кейін төмендейді. Бұл көмір қуаттарының құрылымынан шығып, оларды газ қуаттарымен және жаңартылатын энергия көздерімен алмастырумен байланысты.



Сурет 1.4 – Электр энергиясын өндіру, млрд кВт/сағ

Графиктен көрініп тұрғандай, Базалық сценарийде генерация біртіндеп артады және 2060 жылға қарай шамамен 2 есе артады. Бұл ретте жаңартылатын және баламалы энергия көздері маңызды рөл атқарады.

Кесте 1.2 – Электр энергиясын өндіру, млрд кВт/сағ

	Факт		**Базолық**				
	2017	2020	2025	2030	2040	2050	2060
Көмір	76.3	75.1	82.2	89.1	86.4	43.2	33.6
Табиғи газ	15.2	21.2	27.6	28.5	58.3	96.8	117.4
Гидроэнергетика – ірі су ЭС	11.2	9.1	11.2	11.2	13.3	13.3	7.4

	Факт		Базолық				
Гидроэнергетика – шағын су ЭС	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Атом энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Күн энергиясы	0.0	1.3	1.0	1.0	5.4	35.1	57.7
Жел энергиясы	0.3	1.1	0.8	0.8	1.8	9.5	10.0
Биоэнергия	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0
Сутегі энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Барлығы	103.0	108.6	122.8	131.3	165.1	197.7	226.2

Кесте 1.3 - Электр энергиясын өндіру құрылымы, %

	Факт		Базолық				
	2017	2020	2025	2030	2040	2050	2060
Көмір	74.1	69.1	67.0	67.9	52.3	21.8	14.8
Табиғи газ	14.7	19.5	22.5	21.7	35.3	48.9	51.9
Гидроэнергетика – ірі су ЭС	10.8	8.4	9.1	8.5	8.0	6.7	3.3
Гидроэнергетика – шағын су ЭС	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Атом энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Күн энергиясы	0.0	1.2	0.8	0.7	3.3	17.7	25.5
Жел энергиясы	0.3	1.0	0.7	0.6	1.1	4.8	4.4
Биоэнергия	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
Сутегі энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Барлығы	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ЖЭК үлесі	0.4	3.0	1.5	1.9	4.3	22.5	30.0

Өндіріс құрылымы көмірдің өндірістегі үлесі азайып келе жатқанын көрсетеді. Табиғи газдың үлесі тұрақты өсіп келеді және 2060 жылға қарай электр энергиясын өндірудің жартысына жуығына жетеді. 2060 жылға қарай жаңартылатын энергияның үлесі 30%-ға дейін артады.

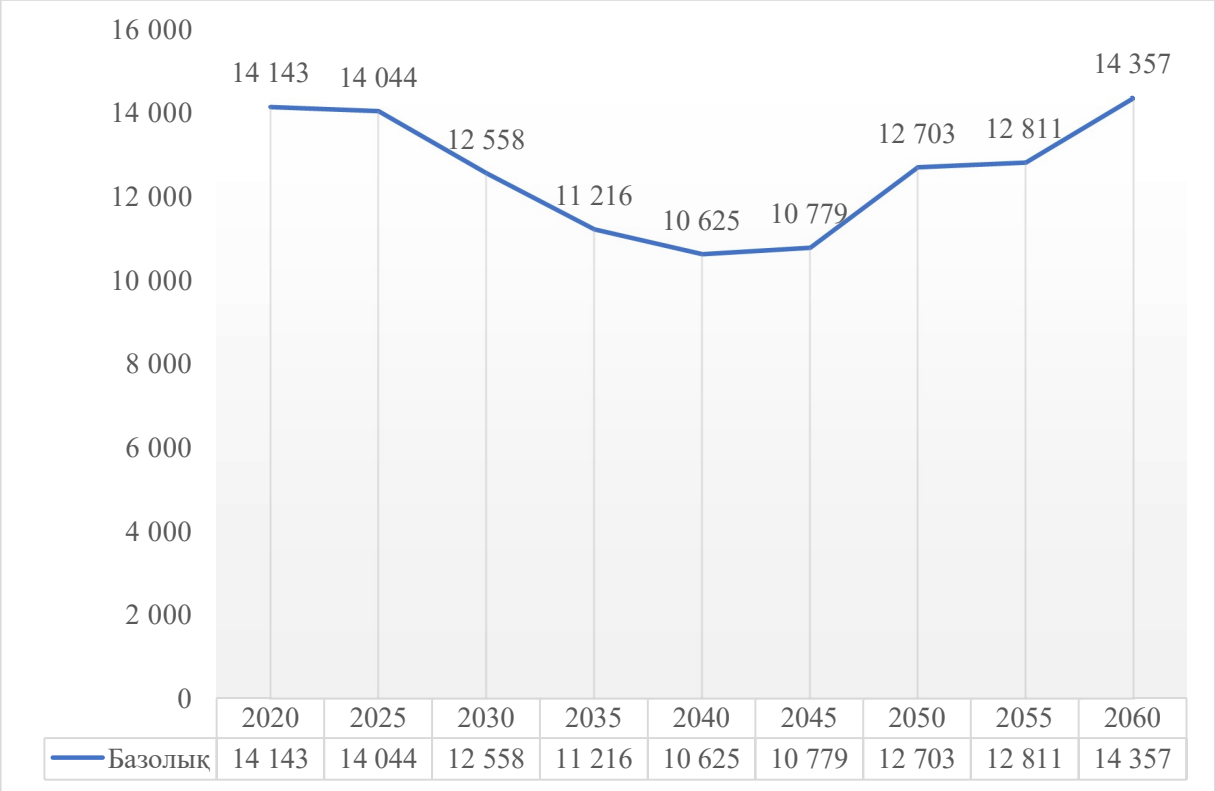
Кесте 1.4 – Электр станцияларының орнатылған қуаттары, ГВт

	Факт		**Базолық**				
	2017	2020	2025	2030	2040	2050	2060
Көмір	16.3	14.7	15.2	16.6	18.8	11.7	10.1
Табиғи газ	3.1	4.0	5.6	5.6	11.0	20.4	26.9
Гидроэнергетика – ірі су ЭС	2.6	2.8	2.6	2.6	3.1	3.1	1.7
Гидроэнергетика – шағын су ЭС	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Атом энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Күн энергиясы	0.1	0.9	0.6	0.6	3.2	20.4	33.6
Жел энергиясы	0.1	0.5	0.3	0.3	0.6	3.2	3.4
Биоэнергия	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2
Сутегі энергиясы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Барлығы	22.2	24.2	24.4	25.9	37.0	59.1	76.0

Кестеден көріп отырғанымыздай, жаңартылатын қуаттардың ұлғаюы орнатылған қуатты пайдалану факторларының төмен болуына байланысты электр станцияларының дәстүрлі түрлеріне қарағанда жалпы қуаттылықтың жоғарылауына әкеледі. Анықтамалық сценарийде қуаттар 2017 жылмен салыстырғанда 2060 жылға қарай 3,4 есе өседі.

Жылу өндіру секторында қазандықтардың шығарындылары ұсынылған, өйткені біріктірілген жылу және электр станцияларының шығарындылары электр

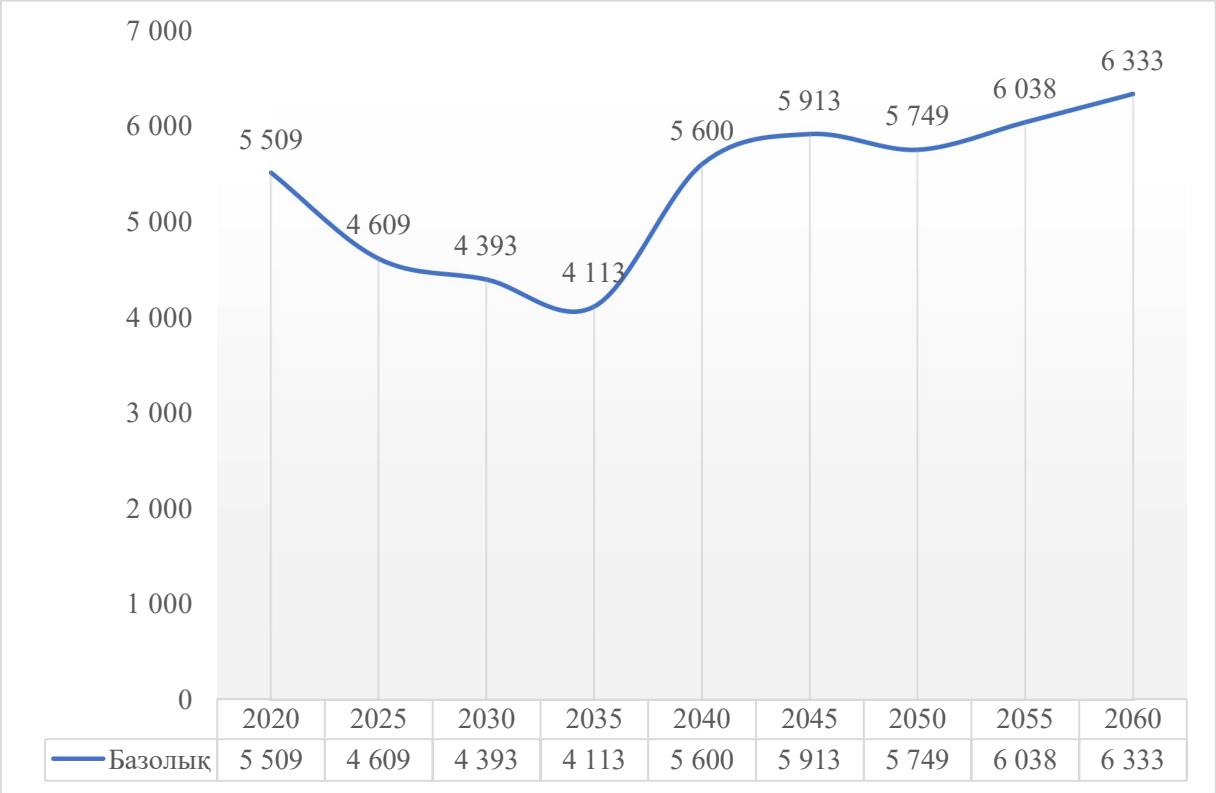
энергиясын өндіруге енгізілген. Төменде қазандықтардан шығатын парниктік газдар шығарындылары берілген. Көріп отырғанымыздай, парниктік газдар шығарындылары 2040 жылға дейін төмендейді, содан кейін бастапқы деңгейге дейін көтеріледі. 2040 жылға дейін төмендеу қазандық жүйелерінің энергия тиімділігін арттыруға байланысты, бірақ 2040 жылдан кейін парниктік газдардың ұлғаюына әкелетін сұраныстың артуы байқалады.



Сурет 1.5 – Жылу өндірісіндегі ПГ шығарындылары, ктCO2экв

Мұнай өңдеу секторы

Мұнай өңдеу кезіндегі парниктік газдардың шығарындылары төменде келтірілген. Шығарындылар 2035 жылғы анықтамалық сценарийде азаяды, содан кейін артады. Төмендеу экспортқа арналған мазуттың азаюымен, өнеркәсіпте анағұрлым энергиялық тиімді процестерде бірдей мазут шығынының артуы есебінен болды.

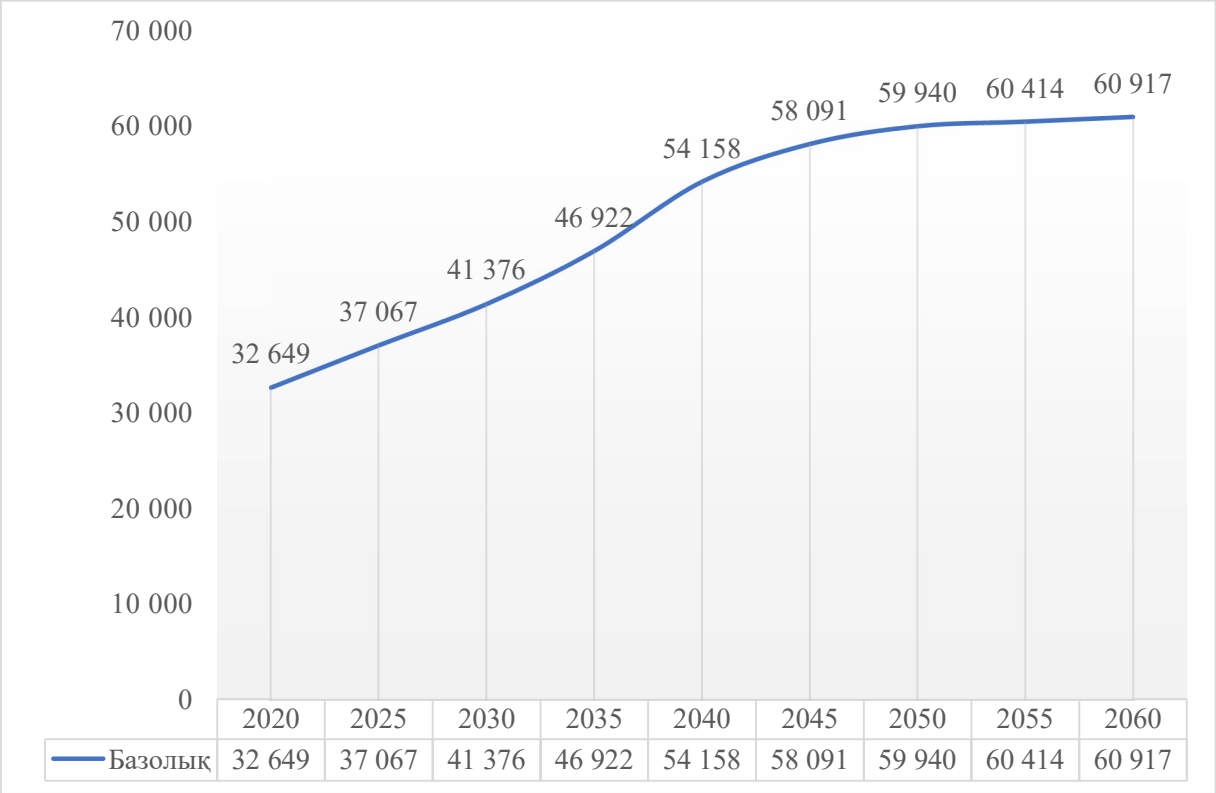


Сурет 1.6 – Мұнай өңдеудегі парниктік газдар шығарындылары, ктCO2экв

Өнеркәсіп және құрылыс секторы

Өнеркәсіп пен құрылыстың парниктік газдар шығарындылары төменде келтірілген.

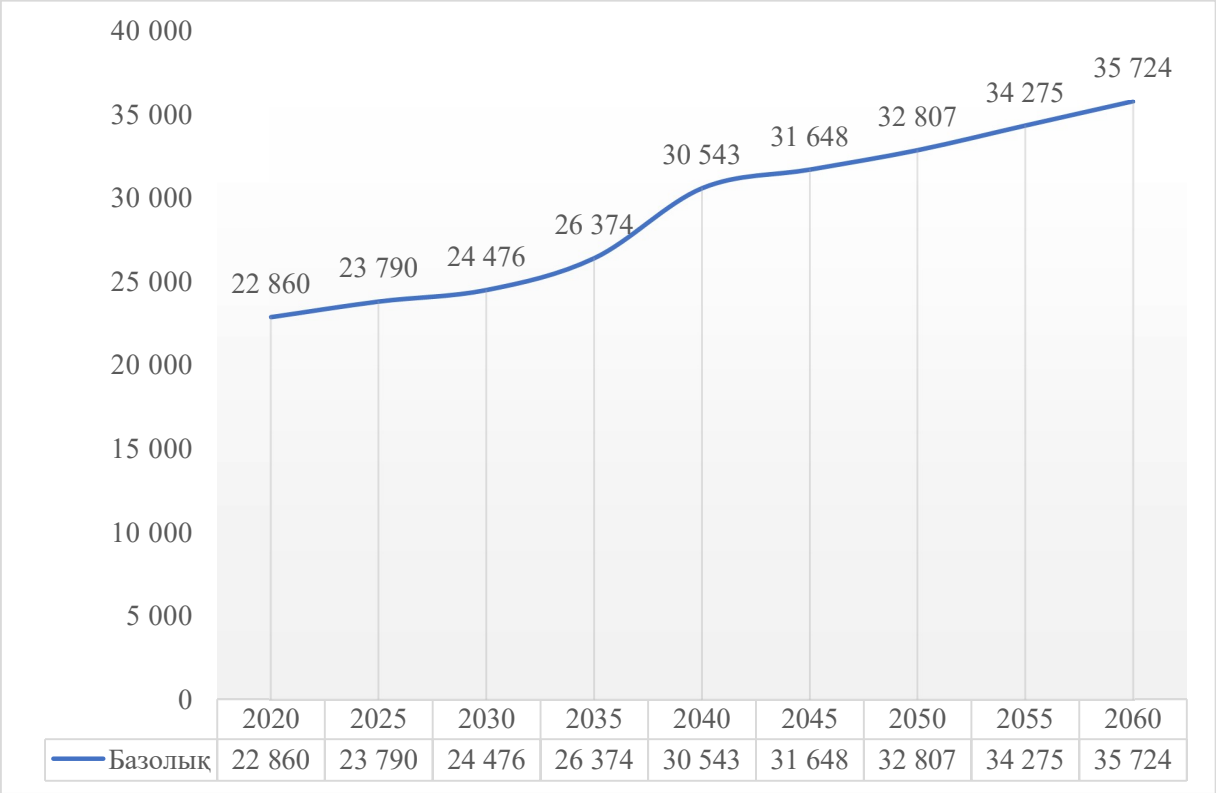
Суреттен көріп отырғанымыздай, өнеркәсіп пен құрылыс секторынан парниктік газдар шығарындылары Анықтамалық сценарийде өсуде, өйткені бұл экономиканың өсуіне және сәйкесінше энергия тұтынудың өсуіне байланысты. 2060 жылға қарай парниктік газдар шығарындылары екі есе дерлік артады, өсу қарқынының айтарлықтай төмендеуі және соңғы онжылдықта тұрақтандыру.



Сурет 1.7 – Өнеркәсіптегі парниктік газдар шығарындылары, ктCO2экв

Көлік секторы

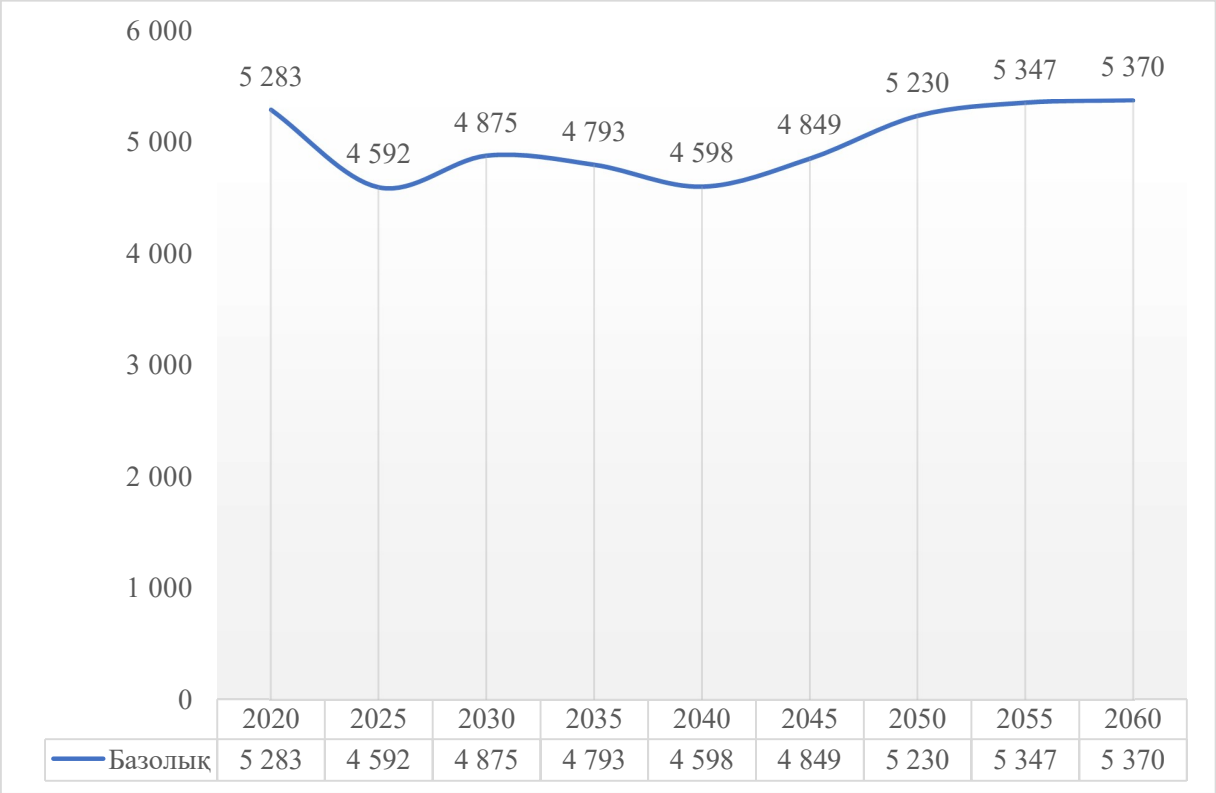
Экономикалық өсу мен жүк және жолаушылар тасымалына сұраныстың әсерінен парниктік газдардың негізгі шығарындылары өсуде.



Сурет 1.8 – Көлік секторындағы парниктік газдар шығарындылары, ктCO_2экв

Коммерциялық сектор

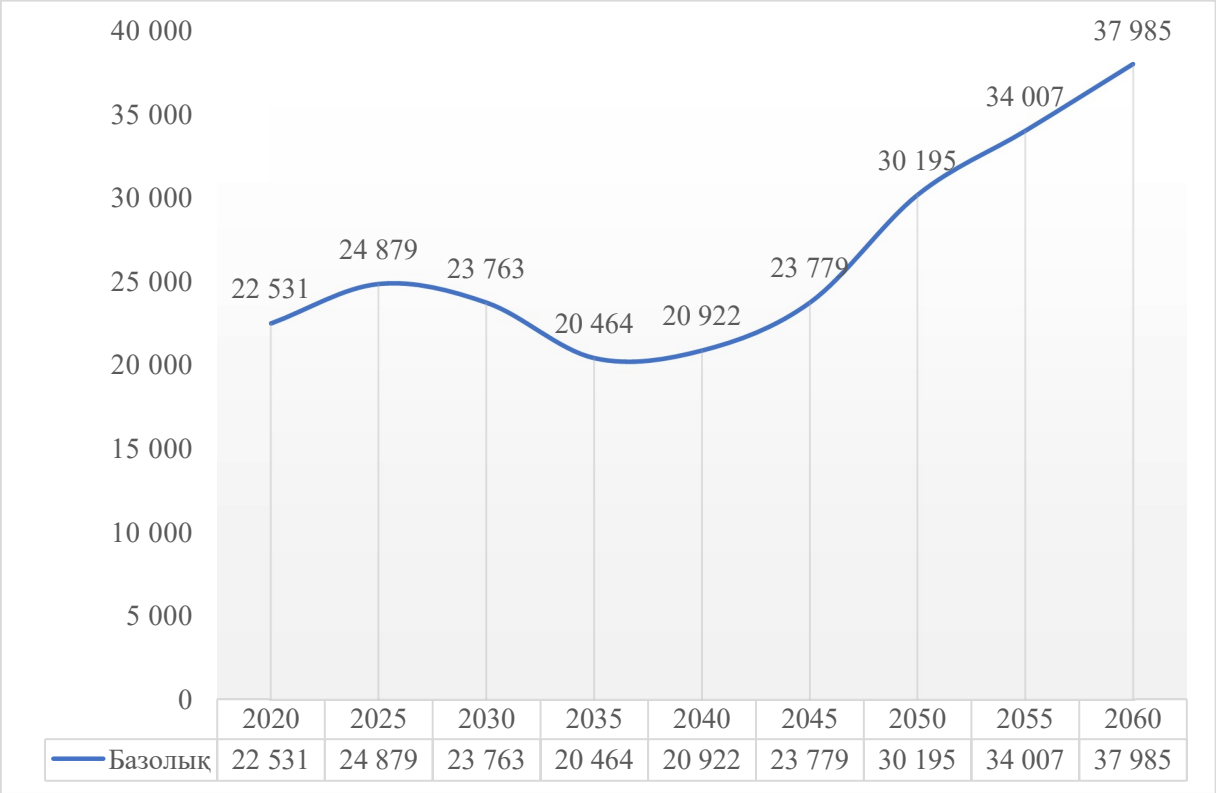
Коммерциялық сектордың парниктік газдар шығарындылары төменде келтірілген. Технологиялар мен электрлендірудегі энергия тиімділігінің артуына байланысты коммерциялық сектордан парниктік газдар шығарындылары азаюда. Бұл парниктік газдар шығарындыларын бір деңгейде тұрақтандыруға мүмкіндік береді.



Сурет 1.9 – Коммерциялық сектордан парниктік газдар шығарындылары, ктCO2экв

Халық (ғимараттар)

Төменде халық секторы (ғимараттар) бойынша парниктік газдар шығарындылары берілген. Бұл секторда парниктік газдар шығарындылары 2060 жылға қарай артады, бірақ 2025-2040 жылдары парниктік газдар шығарындыларының төмендеу 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.



Сурет 1.10 – Халық бойынша парниктік газдар шығарындылары, ктCO2экв

Ауыл шаруашылығы

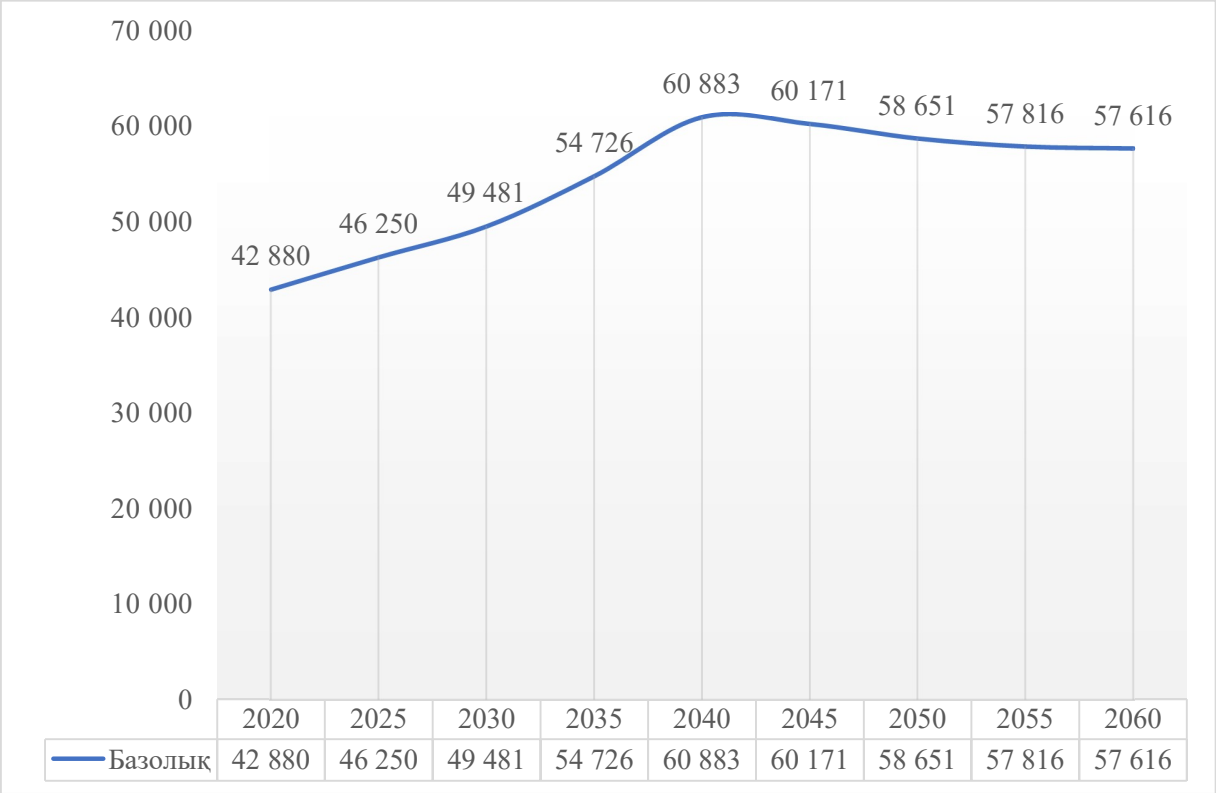
Ауыл шаруашылығының парниктік газдарының шығарындылары төменде келтірілген. Ауыл шаруашылығындағы парниктік газдар шығарындылары ел экономикасы үшін ең маңызды салалардың бірі ретінде саланың өсуіне және сәйкесінше ауыл шаруашылығы техникасында мұнай өнімдерін пайдаланудың өсуіне байланысты базалық сценарийде өсуде.

Сурет 1.11 – Ауыл шаруашылығындағы парниктік газдар шығарындылары, 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 ұсынылатын 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 кокс қолданатын қызметпен, сұйық түрі мұнай өнімдерінің көлемімен, ал газ тәрізді түрі жүйедегі табиғи газды пайдаланумен байланысты болды.

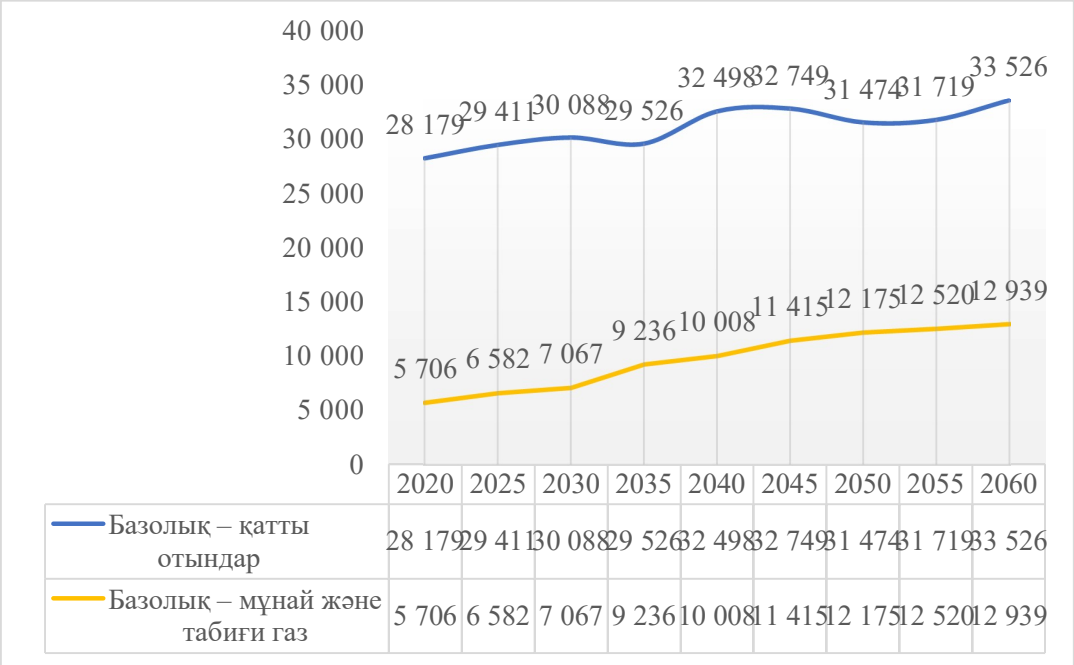
Осы сектор үшін алынған парниктік газдар шығарындылары төменде көрсетілген. Көріп отырғанымыздай, парниктік газдар шығарындылары 2040 жылға дейін өсуде, содан кейін кезеңнің соңына дейін біртіндеп төмендеу байқалады.



Сурет 1.12 – Сектордағы басқа парниктік газдар шығарындылары, ктCO2экв

Қашқын шығарындылар секторындағы парниктік газдар шығарындылары

Қашықтан шығарындылар секторының парниктік газдар шығарындылары басқа секторлардағы саясат пен шараларға байланысты. Шараларсыз сценарийде жанармайдың барлық түрлері сияқты бос шығарындылардың шығарындыларының ұлғаюы байқалады.



Сурет 1.13 – Бос шығарындылар секторындағы парниктік газдар шығарындылары, ктCO2экв

Бұл жұмыста TIMES энергетикалық жүйесінің моделін жаңарту жұмыстары жүргізілді және жаңартылған модель негізінде базалық сценарийді есептеу жүргізілді.

Алынған нәтижелерге сәйкес базалық сценарийдегі парниктік газдар шығарындылары барлық болжамды кезең ішінде артады. Электр энергиясын өндіру секторында парниктік газдар шығарындылары табиғи газ және жаңартылатын энергия көздері үлесінің ұлғаюына байланысты кезең соңында баяулаумен артады. Орнатылған қуаттылық ЖЭК үшін белгіленген қуатты пайдалану коэффициенттерінің төмендеуіне байланысты генерацияға қарағанда көбірек өседі. Жылу өндіру секторында парниктік газдар шығарындылары бүкіл кезең ішінде өсуде. Мұнай өңдеуден түсетін парниктік газдар шығарындылары 2035 жылға дейін азайып, кейін өсуде. Төмендеу экспортқа арналған мазуттың азаюымен, өнеркәсіпте анағұрлым энергиялық тиімді процестерде бірдей мазут шығынының артуы есебінен болды.

Өнеркәсіп пен құрылыс секторындағы парниктік газдар шығарындылары есептік кезеңнің соңына қарай баяулаумен бүкіл кезең ішінде тұрақты өсуде және экономикалық өсумен тікелей байланысты.

Экономикалық өсумен және жүк және жолаушылар тасымалына сұраныспен байланысты көлік секторының парниктік газдар шығарындылары.

Технологиялар мен электрлендірудегі энергия тиімділігінің артуына байланысты коммерциялық сектордан парниктік газдар шығарындылары азаюда. Бұл парниктік газдар шығарындыларын бір деңгейде тұрақтандыруға мүмкіндік береді.

Халық секторында (ғимараттарда) 2060 жылға қарай парниктік газдар шығарындылары ұлғаюда, бірақ 2025-2040 жылдар аралығында парниктік газдар шығарындыларының төмендеу 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.

Ауыл шаруашылығындағы парниктік газдар шығарындылары базалық сценарийде ел экономикасы үшін маңызды салалардың бірі ретінде өнеркәсіптің өсуіне және сәйкесінше ауыл шаруашылығы машиналарында мұнай өнімдерін пайдаланудың өсуіне байланысты өсуде.

«Басқа» секторында парниктік газдар шығарындылары 2040 жылға дейін өсуде, содан кейін кезеңнің соңына дейін біртіндеп төмендеу байқалады.

Қашықтан шығарындылардан болатын парниктік газдар шығарындылары басқа секторлардағы саясат пен шараларға байланысты. Базалық сценарийде отынның барлық түрлерінен бос шығарындылар шығарындыларының ұлғаюы байқалады.

2 SD жүйелік динамика моделі

2.1 Модель сипаттамасы

Жүйелік динамика моделі уақыт өте келе күрделі жүйелердің сызықты емес мінез-құлқына негізделген және қорларды, ағындарды, ішкі кері байланыс тізбектерін және уақыт кідірістерін біріктіреді. Жүйелік динамика жүйелік ойлауды өзара әрекеттесуді сандық түрде толықтырады және жүйенің өзін қалай ұстайтыны туралы уақытқа байланысты идеяны дамытады. Бұл тәсіл мінез-құлық өзгеретін күрделі мәселелерді білдіретін және модельдейтін компьютерлік модельдерді құруға бағытталған. Бұл модельдер аз байқалатын қатынастарды, динамикалық күрделілікті, кідірістерді және өзара әрекеттесудің күтпеген салдарын анықтайды.

Ол әлеуметтік, экономикалық және экологиялық көрсеткіштерді қамтиды және тікелей, жанама және индукцияланған экономикалық және әлеуметтік шығындар мен салалық дамудың әртүрлі жолдарынан түсетін пайданы біріктіреді.

Vensim динамикалық кері байланыс модельдерін жасау, талдау және орау үшін қолданылады. Бағдарлама бірнеше айнымалы және миллиондаған модельдерді жасай және модельдей алады. Онда көптеген кіріктірілген функциялар бар, оның ішінде пайдаланушы анықтаған Lookups, енгізу үлгілері, логикалық операторлар, кездейсоқ сандар генераторлары, үздіксіз және дискретті кідірістер, тегістеу және болжау, сонымен қатар реттелетін макростар және сыртқы функциялар.

Жүйелі динамикада ауыл шаруашылығы, тұрғын үй секторы, көмір өндіру және пайдалану, көлік және қалдықтарды басқару сияқты секторлар қарастырылды.

2.2 Қазақстандағы тұрғын үй қорының жай-күйі

Тұрғын қй қоры секторы парниктік газдар шығарындыларының маңызды көздерінің бірі болып табылады, 2018 жылы CO2 ұлттық жиынтық шығарындыларының 8% құрайды (БҰҰ КӨНК, 2020). Бүгінгі күні тұрғын үй секторының үлесіне Қазақстандағы электр энергиясын жалпы түпкілікті тұтынудың 43,5% - ы тиесілі, осылайша ғимараттар секторы өнеркәсіп секторын (Ұлттық статистика бюросы) ығыстыра отырып, көлемі бойынша бірінші тұтынушы болды.

Дерек көзі – stat.gov.kz

Сурет 2.1 – Салалар бойынша соңғы электр энергиясын тұтыну

Қазақстанның климаты шұғыл континенталды болып табылады және оған температураның ауытқуының үлкен амплитудасы тән, бұл ұзақ суық қыс пен ыстық жаз кезінде көрінеді. Мұның бәрі ғимараттарды жылыту және салқындату үшін энергияға деген жоғары сұранысқа әкеледі.

Бұдан басқа, ғимараттар секторында энергияны пайдалану және парниктік газдар шығарындылары жылумен жабдықтау, сумен жабдықтау және су бұру

саласындағы коммуналдық қызметтердің болуымен және тиімділігімен тығыз байланысты. Мысалы, орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйесіне Қазақстан қалаларындағы энергия тұтынудың 50% - дан астамы келеді. Бүгінгі күні жылу желілерінің шығындары жеткізілетін энергияның 30%-ын құрайды. Желілерді жөндеуге және ауыстыруға айтарлықтай қажеттілік бар.

Ұлттық статистика деректері бойынша тұрғын үй қоры 387,7 млн.шаршы метрді құрайды, оның 97,9% - ы жеке меншікте және 2,1% - ы мемлекеттік меншікте.

ҚР Ұлттық экономика министрлігі Статистика комитетінің деректері бойынша көп пәтерлі тұрғын үйлердің (КПТҮ) жалпы саны 310 810 бірлікті құрайды, оның ішінде қалалық елді мекендерде 130 526 бірлік, ауылдық елді мекендерде 180 284 бірлік. Жергілікті атқарушы органдардың (ЖАО) деректері бойынша Қазақстанда барлығы 54 474 КПТҮ бар, оның ішінде авариялық жағдайда тұрған 860 КПТҮ тіркелген, бұл жалпы санының 1,6% - ын құрайды және күрделі жөндеуді талап ететін 2 541-і ескірген жағдайда немесе 4,6% - ы КПТҮ жалпы санының 18 525-ін немесе 34% - ын құрайды.

Қазіргі заманғы энергетикалық стандарттарға сай келмейтін тұрғын үйлердің үлесі өте жоғары. Қазақстанда инвестициялар тарту үшін, оның ішінде тұрғын үй қоры үшін энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру саласында қажетті шаралар қабылданды.

2012 жылы "Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру туралы" ҚР Заңы қабылданды, онда жобаланатын және салынатын (реконструкцияланатын, күрделі жөнделетін) үйлер, құрылыстар, ғимараттар Қазақстан Республикасының энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру туралы заңнамасының талаптарына сәйкес келуі тиіс.

Энергия тиімділігінің талап етілетін сыныбы құрылыс (реконструкциялау, күрделі жөндеу) жобасын әзірлеуге тапсырыс берушінің тапсырмасында көрсетіледі және құрылысы (реконструкциялау, күрделі жөндеу) аяқталған объект

пайдалануға берілгеннен кейін жылжымайтын мүлікке құқықтарды тіркеу кезінде салынған және пайдалануға берілген объектінің техникалық паспортында көрсетіледі.

Қолданыстағы үйлердің, құрылыстардың, ғимараттардың энергия тиімділігі сыныбы және оны қайта қарау энергия аудитін жүргізу қорытындылары бойынша уәкілетті орган айқындайтын тәртіппен белгіленеді және үйдің, құрылыстың, ғимараттың техникалық паспортында көрсетіледі.

Қазақстанда жаңа және қайта жаңартылатын ғимараттарды жобалау және пайдалану кезінде олар энергия тиімділігінің келесі сыныптарына сәйкес келуі тиіс (ҚР ҚН сәйкес 2.04-04-2011 «Ғимараттардың жылу қорғанысы»).

Кесте 2.1 – Тұрғын үй және қоғамдық ғимараттардың энергетикалық тиімділік сыныптары.

Сыныпты белгілеу	**Энергетикалық тиімділік сыныбының атауы**	**Ғимаратты жылытуға және желдетуге арналған энергетикалық тиімділік көрсеткішінің есептік (нақты) мәнінің нормативтік мәнінен ауытқу шамасы, %**
Жаңа және қайта жаңартылатын ғимараттарды жобалау және пайдалану кезінде		
A++ A+ A	Өте жоғары	-60 төмен -50-ден -60-қа дейін -40 -тен -50-ге дейін
B+ B	Жоғары	-30 -тен -40-қа дейін -15-тен -30-ға дейін
C+ C C-	Қалыпты	- 5-тен - 15-ке дейін +5-тен -5-ке дейін +15-тен + 5-ке дейін
Қолданыстағы ғимараттарды пайдалану кезінде		
D	Төмендетілген	+ 15,1-ден + 50-ге дейін
E	Төмен	+50-ден астам

Статистика деректері бойынша 2015 жылдан бастап 2019 жылға дейін 3 311 ғимарат пайдалануға берілді, оның ішінде тұрғын үй ғимараттары - 1 592 бірлік, оның ішінде 56-сы өте жоғары А класына сәйкес келеді, 241 тұрғын үй жоғары (В) класына сәйкес келеді және 1 295 бірлік қалыпты (С) класына жатады.

Бұған дейін "Қазақстандық тұрғын үй - коммуналдық шаруашылықты жаңғырту және дамыту орталығы" АҚ жүргізген энергия аудиті шеңберінде 960 КПТҮ және 145 әлеуметтік сала объектілері тексерілді. Талдау нәтижелері тұрғын үй секторында энергия тұтынудың жоғары екендігін көрсетеді. Зерттелген ғимараттардың негізгі бөлігі "Д-Е"энергия тиімділігі класына сәйкес келеді.

Орташа алғанда, зерттелген үйлер бойынша ғимараттарды жылытуға жылу энергиясын тұтыну деңгейі жылына 270 кВтс/м2 құрайды, бұл орташа еуропалық 100-120 кВтс/м2 көрсеткіштерден айтарлықтай жоғары. Ғимараттардың энергия тиімділігінің төмендігінің негізгі себептері климаттық жағдайлар және ғимараттардың жылу оқшаулауының жеткіліксіз болуына байланысты жоғары шығындар болып табылады.

Энергия тиімділігін арттыру және энергия үнемдеуді арттыру мақсатында бағдарлама шеңберінде есепке алу аспаптарын орнату бойынша іс-шаралар жүргізілуде. Нәтижесінде, ел бойынша 2015-2020 жылдар ішінде 9825 жалпыүйлік жылу энергиясын есептеу құралдарын орнату қаржыландырылды.

Тұрғын үй - коммуналдық дамудың 2020-2025 жылдарға арналған "Нұрлы жер" мемлекеттік бағдарламасымен 2025 жылға қарай республика бойынша 100% -ға қол жеткізе отырып, үйге ортақ жылу және су есептеу аспаптарымен жарақтандыру деңгейі бойынша жыл сайынғы нысаналы көрсеткіш белгіленген. ЖАО ақпаратына сәйкес елдің тұрғын үй қорын аспаптандыру деңгейі 71,1%-ды құрайды. Тұрғын үй қорын 100% аспаптандыру үшін жылу мен суды есептеудің үйге ортақ 23 207 бірлігін орнату қажет.

Қазақстандық электр энергетикасының өзекті проблемалары жабдықтардың тозуы, тариф қалыптастыру, маневрлік қуаттың тапшылығы, электр энергиясын

өндіруге жұмсалатын отынның жоғары үлестік шығысы болып қалуда. 2015 жылғы сәуірде қабылданған инфрақұрылымды дамытудың 2015-2019 жылдарға арналған "Нұрлы жол" мемлекеттік бағдарламасында: "Қазақстанда электр желілерінің тозу деңгейі шамамен 60% - ды құрайды. Тұрғын үй-коммуналдық сектордың тозуын төмендету жөніндегі проблеманы шешу үшін жылумен, сумен жабдықтау және су бұру жүйелерін жаңғырту (реконструкциялау және салу) жөніндегі шаралар кешені қабылдануда. Мемлекеттік бағдарламада "жылумен, сумен жабдықтау және су бұру желілерінің тозуын төмендету" индикаторы 2025 жылға қарай 57% - дан 47% - ға дейін қарастырылған. Сонымен қатар, халықтың өсуіне және тұрғын үй қорын жан басына шаққанда ұлғайту қажеттілігіне байланысты таяудағы бес жылда тұрғын үй ғимараттарының қорын 32% - ға ұлғайту жоспарланып отыр.

Қазақстандағы құрылыс секторы экономиканың ірі секторларының бірі болып табылады. Осы сектордың үлесіне жыл сайын жалпы ішкі өнімнің 6% - на дейін келеді. Құрылыс жұмыстарының нақты көлем индексі жыл сайынғы өсімді көрсетеді. 2018 жылдың қорытындысы бойынша индекс - 104,6%, 2019 жылы – 113,2%, 2020 жылы – 111,6%.

Жұмыспен қамту тұрғысынан құрылыс секторы шамамен 641 мың жұмыс орнын қамтамасыз етеді. Республиканың жұмыспен қамтылған халқының жалпы көлемінде құрылыс саласында жұмыспен қамтылғандардың үлесі 2021 жылы 7,3% - ды құрады. Тұрғын үй құрылысының көлемі шамамен 8% орташа жылдық өсіммен оң трендті көрсетеді. Соңғы үш жылда жалпы алаңы шамамен 45,5 млн. шаршы метр тұрғын үй пайдалануға берілді, оның ішінде:

2019 жылы – 13,1 млн шаршы метр;

2020 жылы – 15,3 млн шаршы метр;

2021 жылы – 17,1 млн шаршы метр.

2.3 Модельдеуге арналған деректер мен деректер көздерін енгізу

Бұл модель себептік қатынастардың салалық диаграммаларын (CLD) құру, сондай-ақ қорлар мен ағындар моделін құру арқылы жасалды. Барлық деректер мен алынған ақпарат жергілікті мүдделі тараптармен келісілді.

Салалық модель үшін пайдаланылатын негізгі деректер көздері: ҚР Ұлттық статистика бюросы, Қазақстанның экологиялық қызметінің нәтижелілігіне үшінші шолу, Қазақстанның парниктік газдарды түгендеу жөніндегі ұлттық есеп, Қазақстан есептілігінің жалпы форматының кестесі (CRF). Нәтижелерді түсіндіру үшін пайдаланылған негізгі параметрлер TIMES нәтижелерінен алынды.

SD моделінде модельдің кіріс деректері ретінде екі негізгі фактор қолданылды - халық саны және ЖІӨ. Бұл әртүрлі салалық модельдердің тиімділігі халыққа да, ЖІӨ-ге де тікелей әсер етпейтінін білдіреді. Бұл модель гибридті және модельдің SD нәтижелері ЖІӨ-ді эндогенді есептейтін есептелген жалпы тепе-теңдік моделінің (ЕЖТ) деректерімен байланысты. Екі көрсеткіш бойынша Тарихи деректер ҚР Ұлттық статистика бюросынан алынды, халық санының болжамы "БҰҰ-ның Әлемдік демографиялық перспективаларынан" алынды, ЖІӨ болжамы ЕЖТ моделінен алынды.

Елдік аймақтар бойынша бөлу

Модель елдің әртүрлі бөліктеріндегі ауа-райының әртүрлі жағдайларын қамту үшін аймақтарға бөлінген. Жүйелік-динамикалық модельде қолданылатын төрт географиялық аймақ қарастырылды. Төменде елдің әр аймағында қарастырылған облыстарға шолу берілген.

Кесте 2.2 - Өңірлерді елдің төрт аймағы бойынша біріктіру

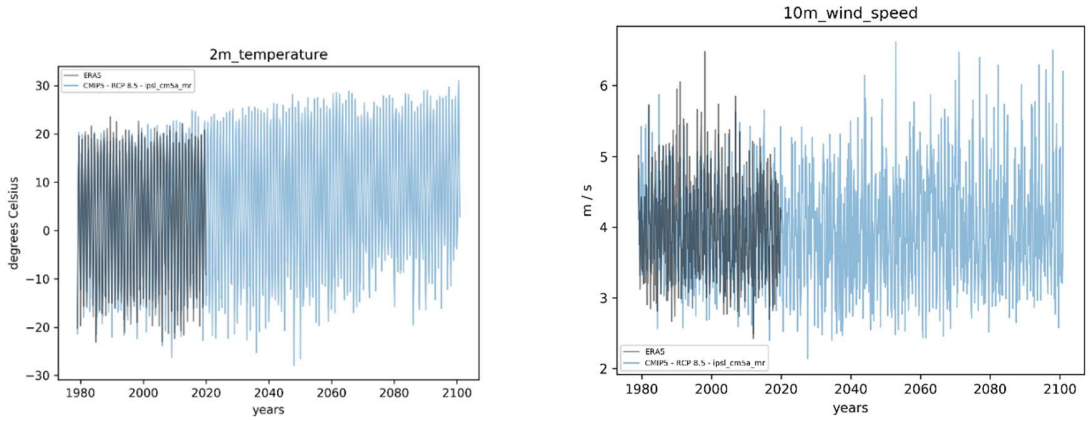
Аймақ түрі	Қамтылатын аумақтар
1-аймақ	• Ақмола облысы • Қостанай облысы • Павлодар облысы • Солтүстік Қазақстан облысы • Шығыс Қазақстан облысы • Нұр-Сұлтан қаласы
2-аймақ	• Ақтөбе облысы • Алматы облысы • Атырау облысы • Батыс Қазақстан облысы • Қарағанды облысы • Алматы қаласы
3-аймақ	• Қызылорда облысы • Маңғыстау облысы
4-аймақ	• Жамбыл облысы • Шымкент қаласы

Бұл аймақтарда Оңтүстік Қазақстан мен Түркістан облысы қарастырылмаған. Vensim моделіндегі аймақтың әр түрі үшін барлық мәліметтер төменгі индекстер ретінде қолданылады. Төменгі индекстер-бұл Vensim функциясы, ол әр түрлі өзгермелі кіші топтар үшін бірдей құрылымдық компоненттерді пайдалануға мүмкіндік береді (мысалы, ғимараттың түрі, ел аймағы, орналасқан жері бойынша ғимараттардан CO2 тікелей шығарындылары), олар әр аймақтың өнімділігін модельдеу үшін пайдаланылады.

Климат туралы деректер

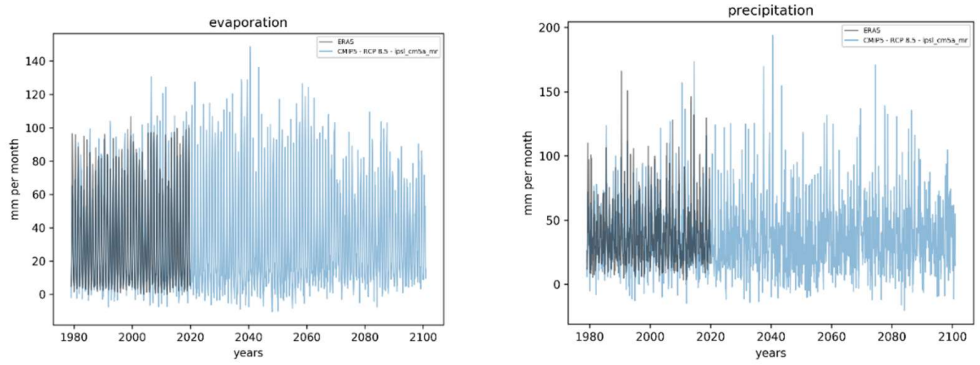
Әрбір аймақ бойынша климат деректерін калибрлеу Copernicus климаттық деректер базасының негізінде жүргізіледі. Бұл деректер базасы бірнеше климаттық модельдерден алынған және бірнеше RCP (Репрезентативті шоғырлану траекториясы) сценарийлері үшін тарихи (ERA5 дерекқоры) және болжамды (CMIP 5 деректер базасы) геоференцияланған деректерді қамтиды. Төменде әрбір орын үшін пайдаланылатын деректер берілген.

Көкшетау - 1 аймақ



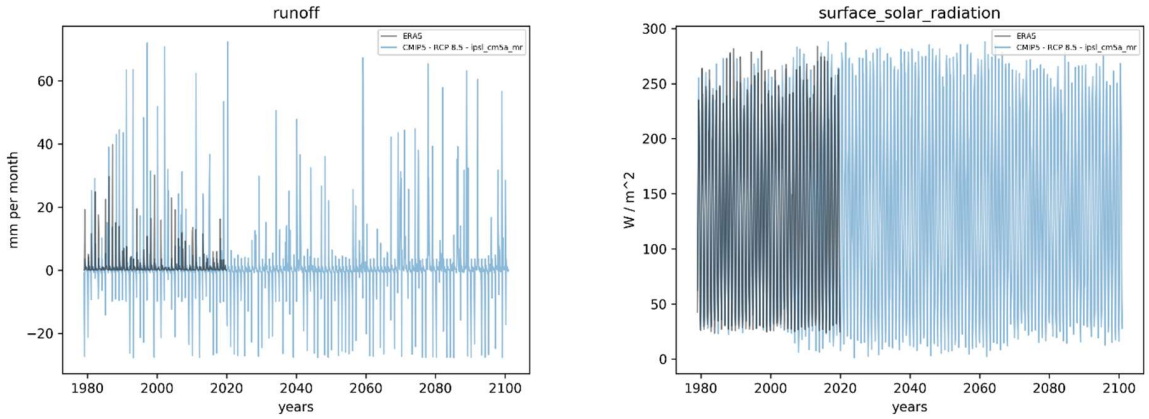
Сурет 2.2 – Желдің температурасы мен жылдамдығы туралы деректер.

Ауа температурасы, желдің жылдамдығы, х – жылдар, у – Цельсий бойынша градус, м/с



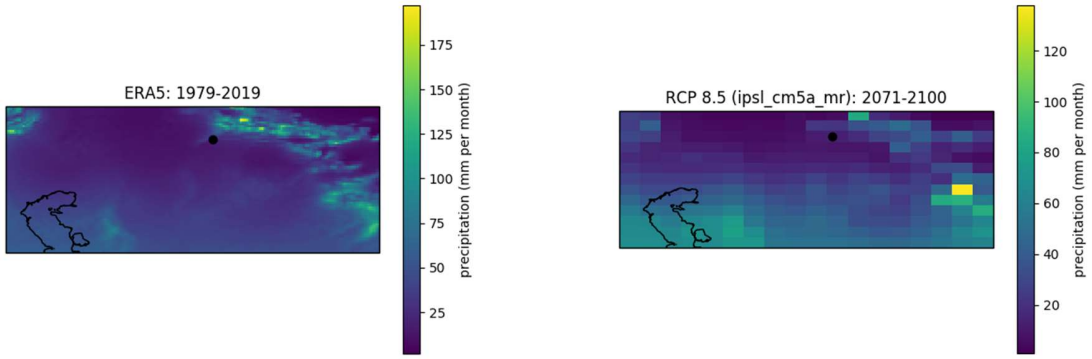
Сурет 2.3 - Булану және жауын-шашын туралы деректер.

Булану, жауын-шашын, х – жыл, у – мм/ай.



Сурет 2.4 - Ағынды және беткі күн радиациясы туралы деректер.

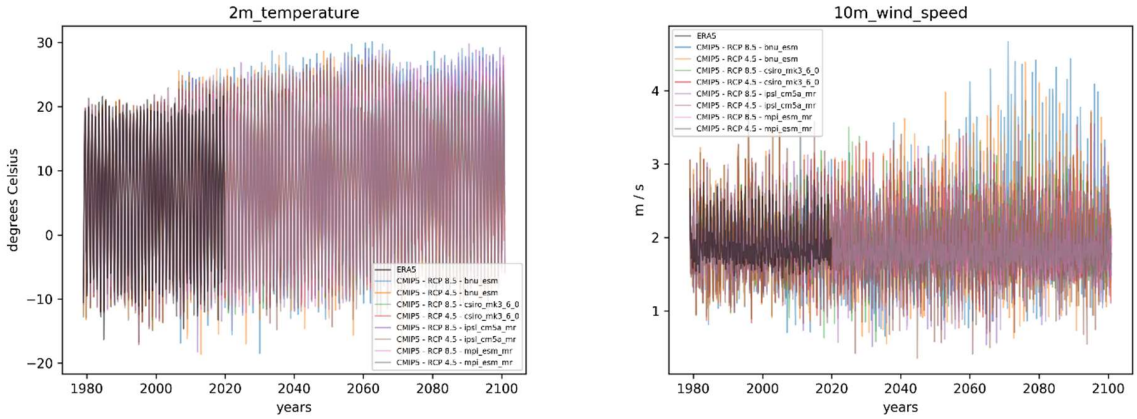
Ағын, беткі күн сәулесі, х – жыл, у – мм/ай, Вт/м2



Сурет 2.5 - Көкшетау қаласы бойынша жауын-шашын және болжамды РКП 8.5.

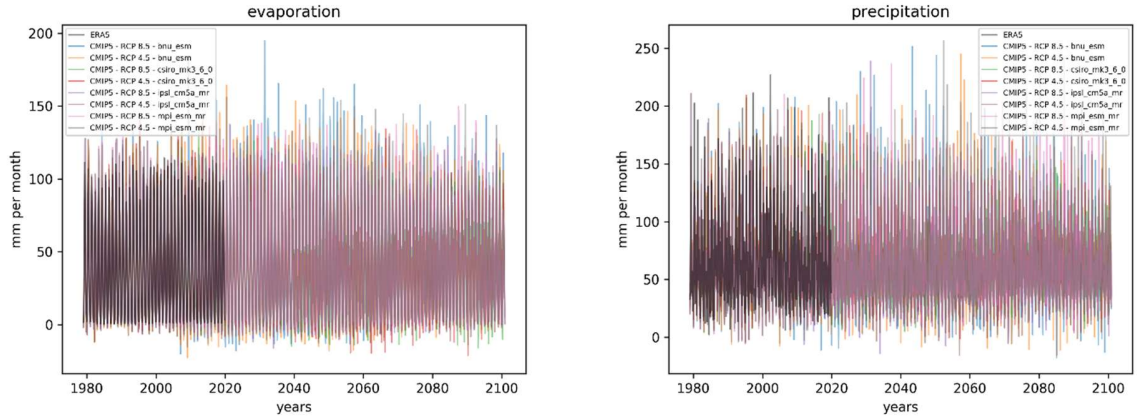
у - жауын-шашын, мм/ай

Алматы – 2 аймақ



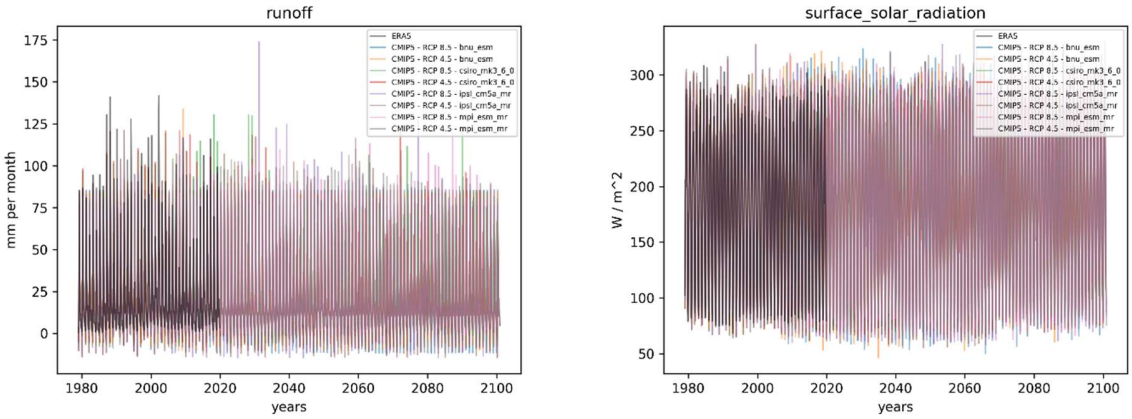
Сурет 2.6 - Желдің температурасы мен жылдамдығы туралы деректер.

Ауа температурасы, желдің жылдамдығы, x – жылдар, y – Цельсий бойынша градус, м/с



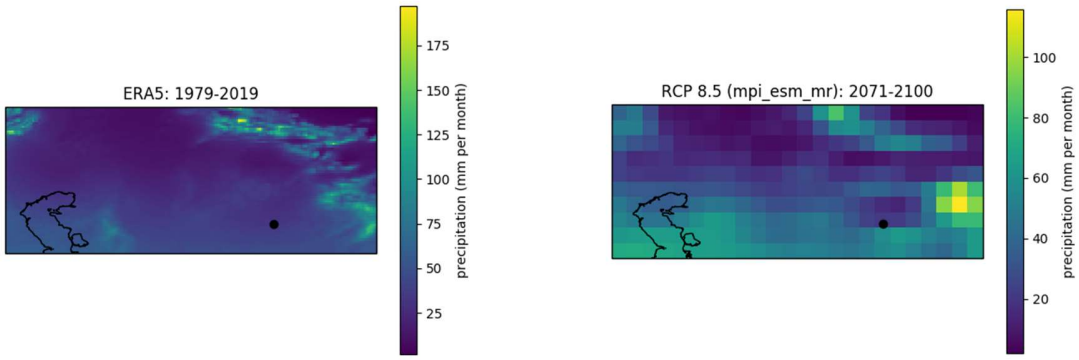
Сурет 2.7 – Булану және жауын-шашын туралы деректер.

Булану, жауын-шашын, x – жыл, y – мм/ай.



Сурет 2.8 - Ағынды және беткі күн радиациясы туралы деректер.

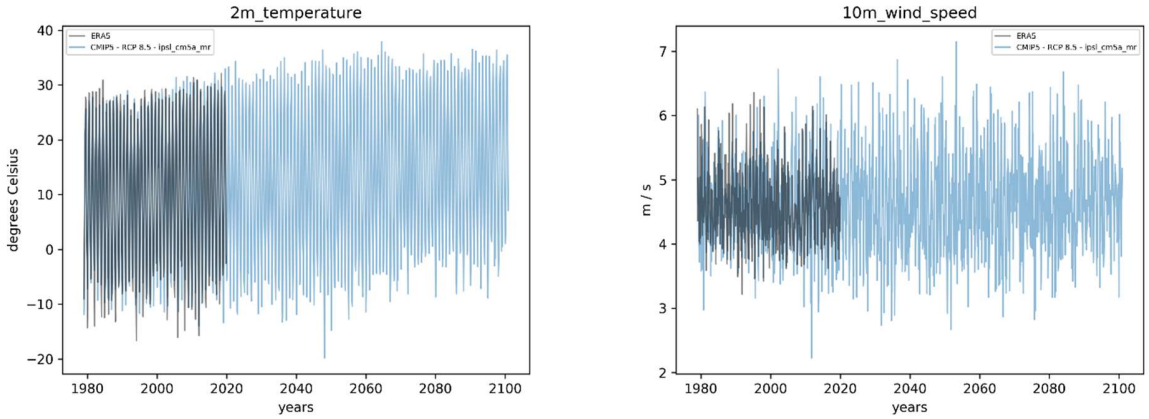
Ағын, беткі күн сәулесі, х – жыл, у – мм/ай, Вт/м2



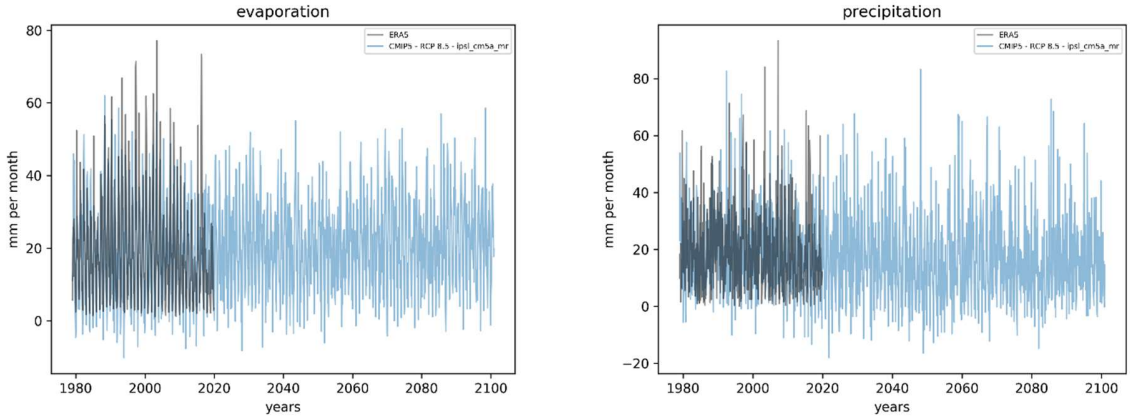
Сурет 2.9 - Алматы қаласы бойынша жауын-шашынның және болжамды РКП 8.5 деректері.

у - жауын-шашын, мм/ай

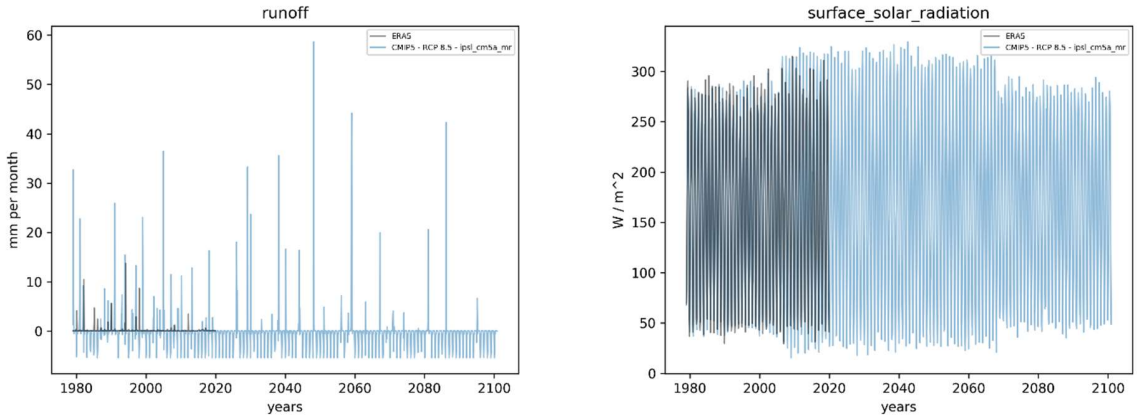
Құлсары — 3-аймақ



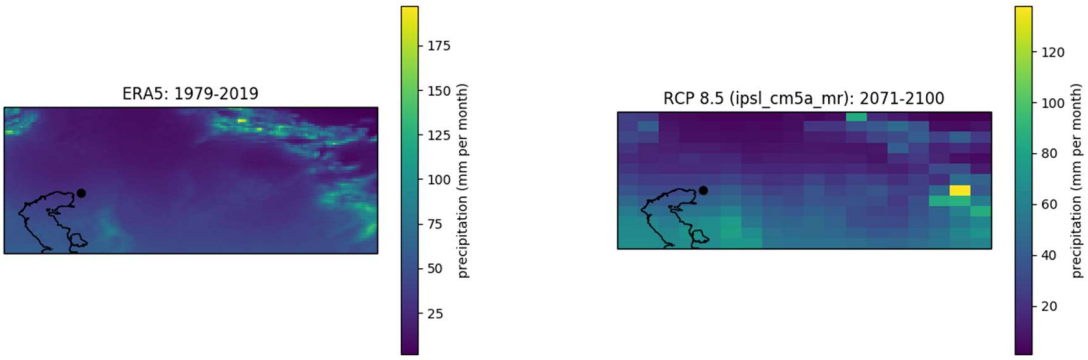
Сурет 2.10 - Желдің температурасы мен жылдамдығы туралы деректер. Ауа температурасы, желдің жылдамдығы, х – жылдар, у – Цельсий бойынша градус, м/с



Сурет 2.11 - Булану және жауын-шашын туралы деректер. Булану, жауын-шашын, х – жыл, у – мм/ай.

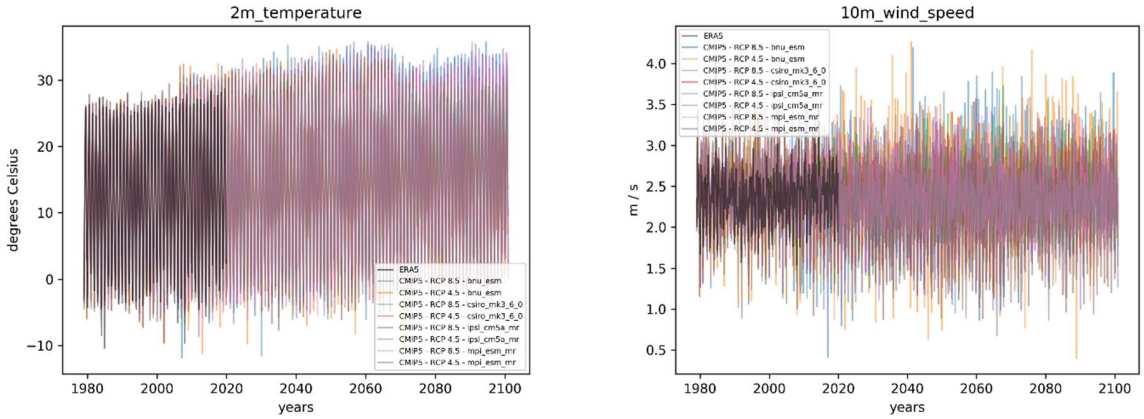


Сурет 2.12 - Күннің ағынды және беткі радиациясы туралы деректер. Ағын, беткі күн сәулесі, х – жыл, у – мм/ай, Вт/м2

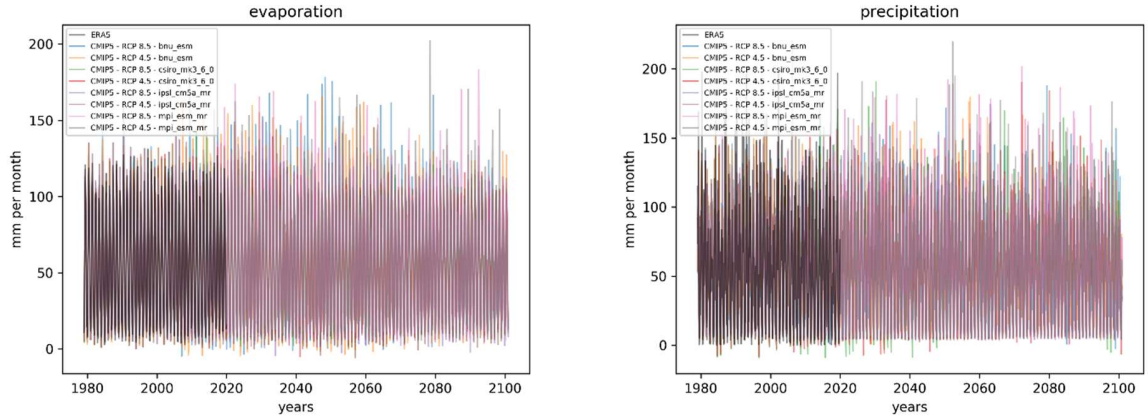


Сурет 2.13 – Құлсары бойынша жауын-шашынның және болжамның деректері 8.5. у - жауын-шашын, мм/ай

Шымкент – 4 аймақ

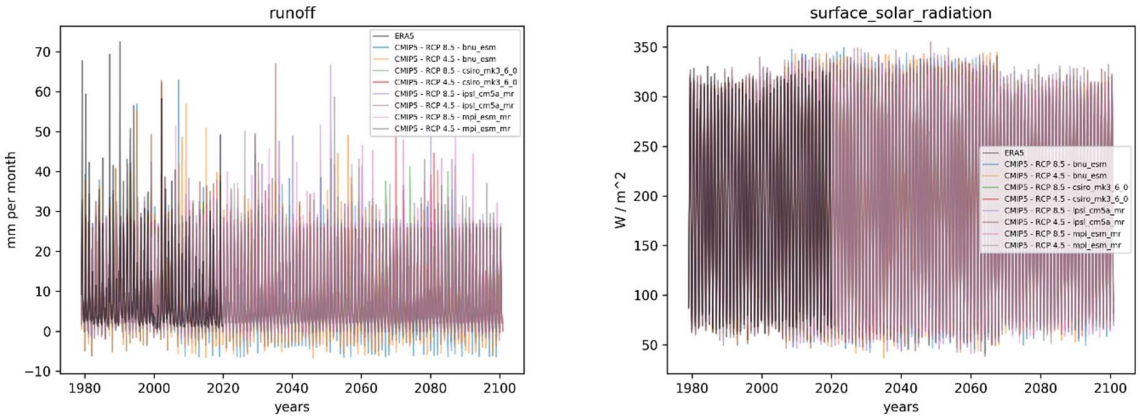


Сурет 3.14 – Желдің температурасы мен жылдамдығы туралы деректер.1 Ауа температурасы, желдің жылдамдығы, x – жылдар, y – Цельсий бойынша градус, м/с



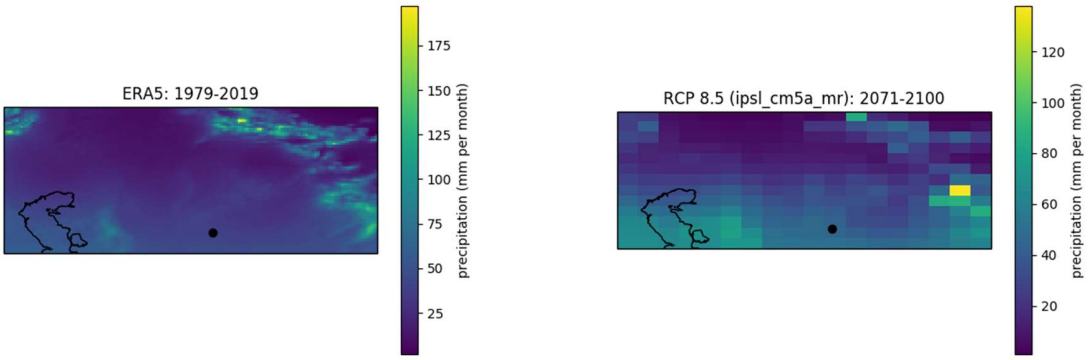
Сурет 3.15 - Булану және жауын-шашын туралы деректер.

Булану, жауын-шашын, x – жыл, y – мм/ай.



Сурет 3.16 - Күннің ағынды және беткі радиациясы туралы деректер.

Ағын, беткі күн сәулесі, х – жыл, у – мм/ай, Вт/м2



Сурет 3.17 - Шымкент қаласы бойынша жауын-шашын туралы деректер және РКП 8.5 болжамы.

у - жауын-шашын, мм/ай

3.4. Әдіснама

Жоғарыда айтылғандай, жүйелі динамикада ауыл шаруашылығы секторы, көлік секторы, ТКШ секторы және қалдықтар секторы қарастырылды.

2.18-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.

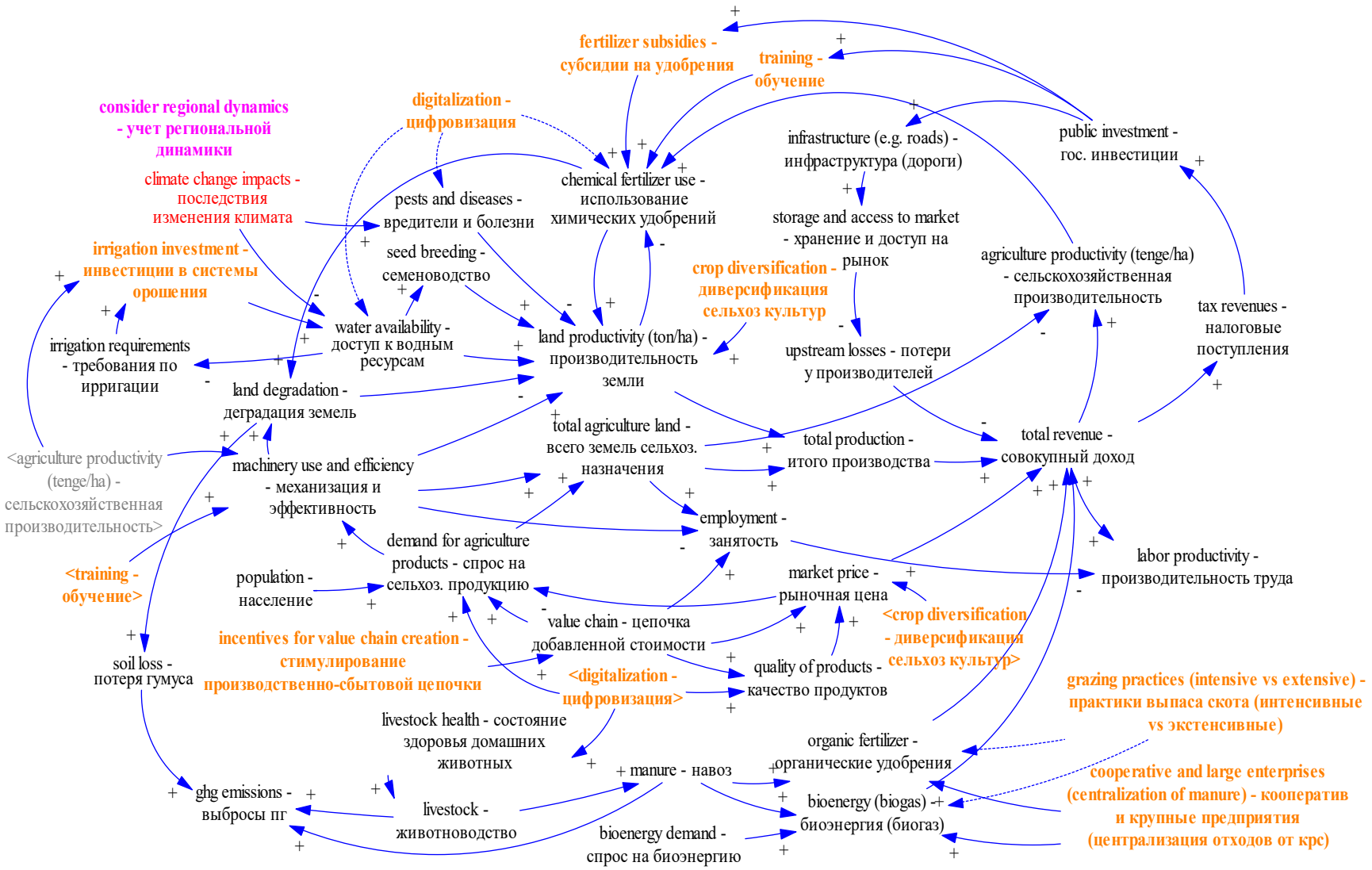
Механикаландыру жердің өнімділігіне бірқатар басқа факторлармен қатар әсер етеді:

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

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.

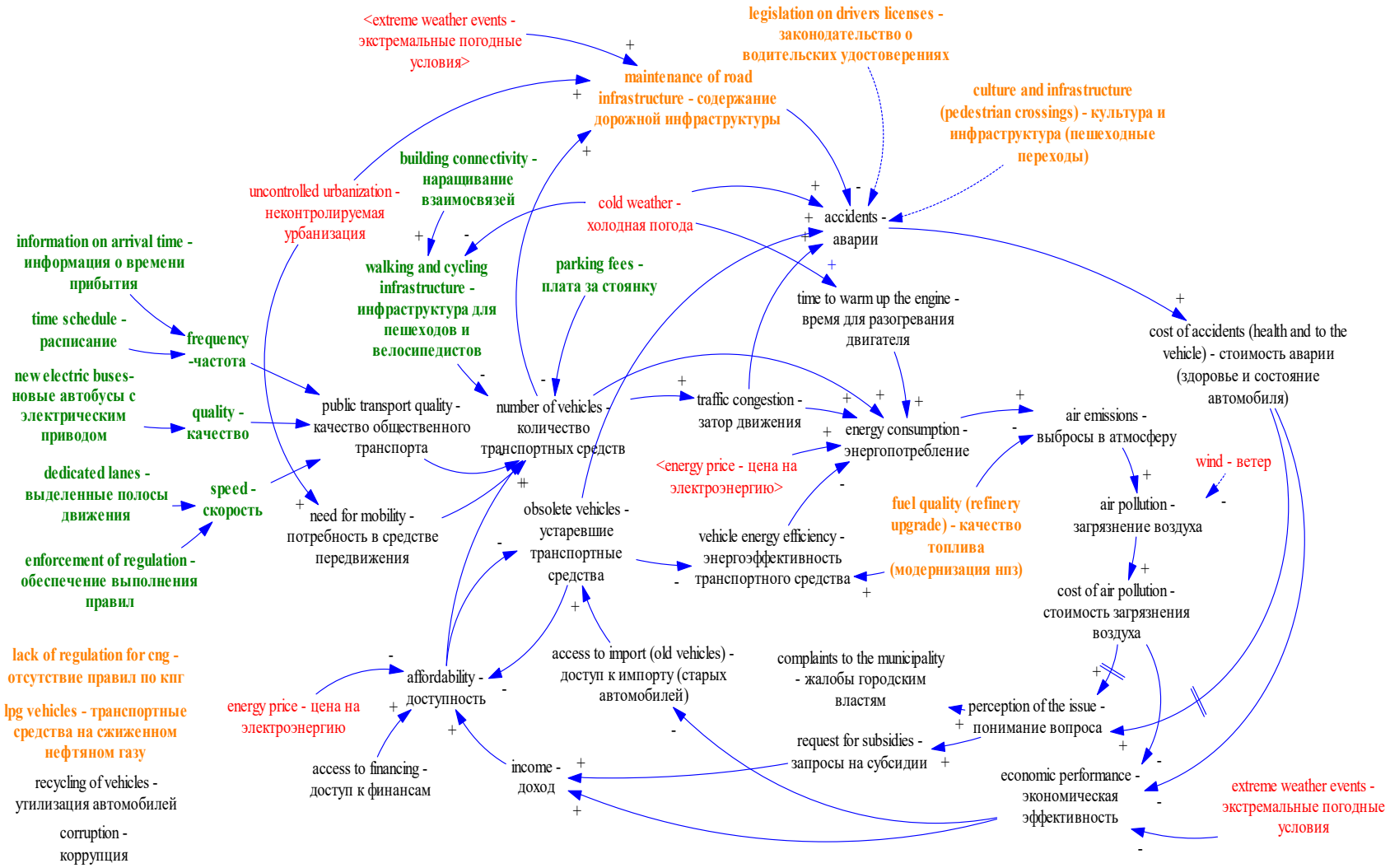
Көлік құралдарын пайдалануды азайту үшін қалалық жерлерде тұрақ ақысын енгізу қажет. Бұл қоғамдық көлікті пайдалану арқылы синергияны тудырады.

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);

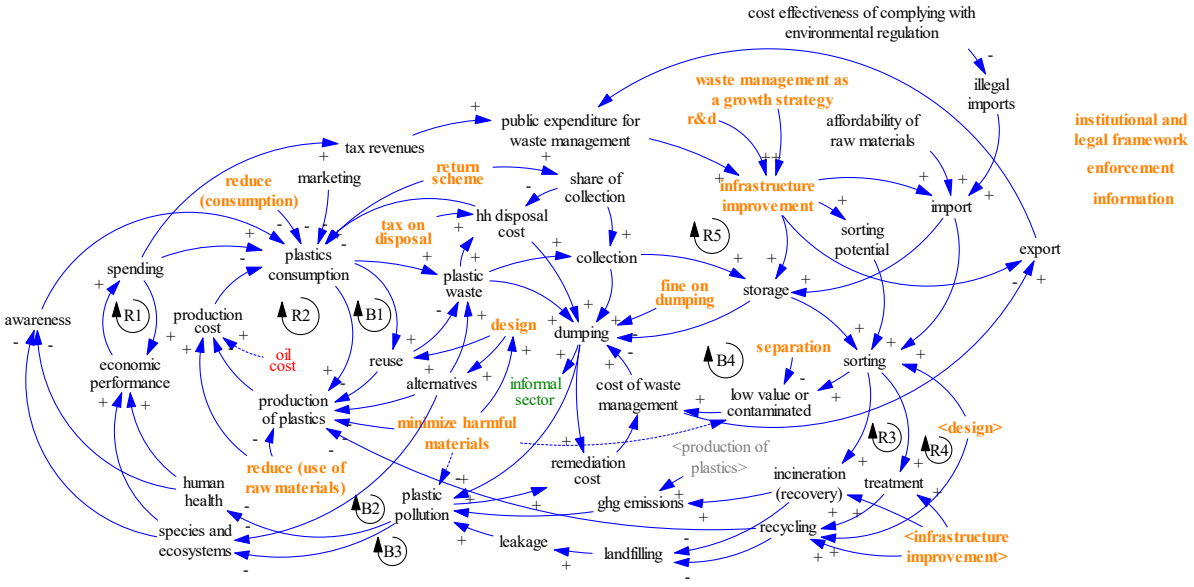
- Қозғалыс жылдамдығы, мысалы, тек автобустар мен мүмкін таксилерге арналған арнайы жолақтардың арқасында.

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 2.19 - Себеп-салдарлық байланыс схемасы / көлік секторының жүйелік картасы

Қалдықтар секторының динамикасы 3.20-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 2.20 - Себеп-салдарлық байланыс диаграммасындағы қалдықтарды талдау

Бұл салалық модель ғимараттың түріне және географиялық аймаққа байланысты құрылыс шығындарын болжау үшін жасалды. Барлық өнімділік көрсеткіштері барлық ғимараттар үшін және әр географиялық аймақ үшін шаршы метрге ($м^2$) есептеледі. Тиімділіктің негізгі көрсеткіштері сонымен қатар жылу шығындарын, электр энергиясын тұтынуды және жұмыспен қамту және табыс, ауаның ластануы және парниктік газдар шығарындылары сияқты құрылыспен байланысты нәтижелерді де көрсетеді.

«Әдеттегідей бизнес» сценарийі (BAU немесе базалық) экономикалық дамудың гипотетикалық жолын сипаттайды, модель Қазақстанда декарбонизацияны күшейтуге бағытталған елеулі технологиялық өзгерістерсіз

немесе саясат шараларсыз іске қосылады. Бұл сценарийді экономиканың даму болжамы (яғни ең шынайы даму) деп емес, керісінше, түрлі саяси сценарийлердің нәтижелерін салыстырудың бағдары және үкіметтің саяси іс-әрекеттеріне серпін ретінде түсіну керек. Базалық сценарий Қазақстанда байқалатын тарихи үрдістерді болашаққа экстраполяциялайды және қазіргі уақытта қолданыстағы саясат бүкіл кезең ішінде жалғасатын болады деп болжайды. Декарбонизация бойынша қосымша күш-жігер жұмсалмайды, 2030 және 2050 жылға нақты мақсаттар белгіленбеген.

Қазақстанда тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық секторы парниктік газдар шығарындыларының ең ірі көздерінің бірі болып табылады және осыған байланысты шығарындыларды азайту үшін аса маңызды болып табылады. Тұрғын және тұрғын емес ғимараттардан шығатын шығарындылар энергияны коммерциялық және мемлекеттік сектор мен үй шаруашылықтарының пайдалануымен, яғни электр энергиясын, жылуды тұтынумен және бастапқы энергияны тікелей пайдаланумен (мысалы, тамақ дайындауға, жеке жылытуға және т.б.) байланысты.

Қазіргі уақытта құрылыс қорын жаңғырту және кеңейту, сондай-ақ ғимараттардың энергия тиімділігін арттыру Қазақстанның дамуының басым бағыттарының бірі болып табылады. Сондықтан базалық сценарийдің өзінде ғимараттардан ПГ шығарындыларының айтарлықтай азаюы күтілуде.

2.3-кестеде тұрғын үй-коммуналдық салада қолданылатын төменгі индекстер мен олардың технологиялары келтірілген.

Кесте 2.3 – Тұрғын үй-коммуналдық саласы үшін модельде пайдаланылатын төменгі индекстер

Төменгі индекс	**Қарастырылып отырған технологиялар**
Жылумен жабдықтау технологиялары	• Табиғи газбен жылыту • Көмірмен жылыту • Дизельді жылыту • Төмен әлеуетті жылумен жылыту • Биомассамен жылыту • Электр жылыту • Сұйытылған газбен жылыту
Ғимарат түрі	• Көппәтерлі тұрғын үй • Жеке
Орналасқан жері	• Қала • Ауыл
Аймақ	• 1 - 4 аймақтар

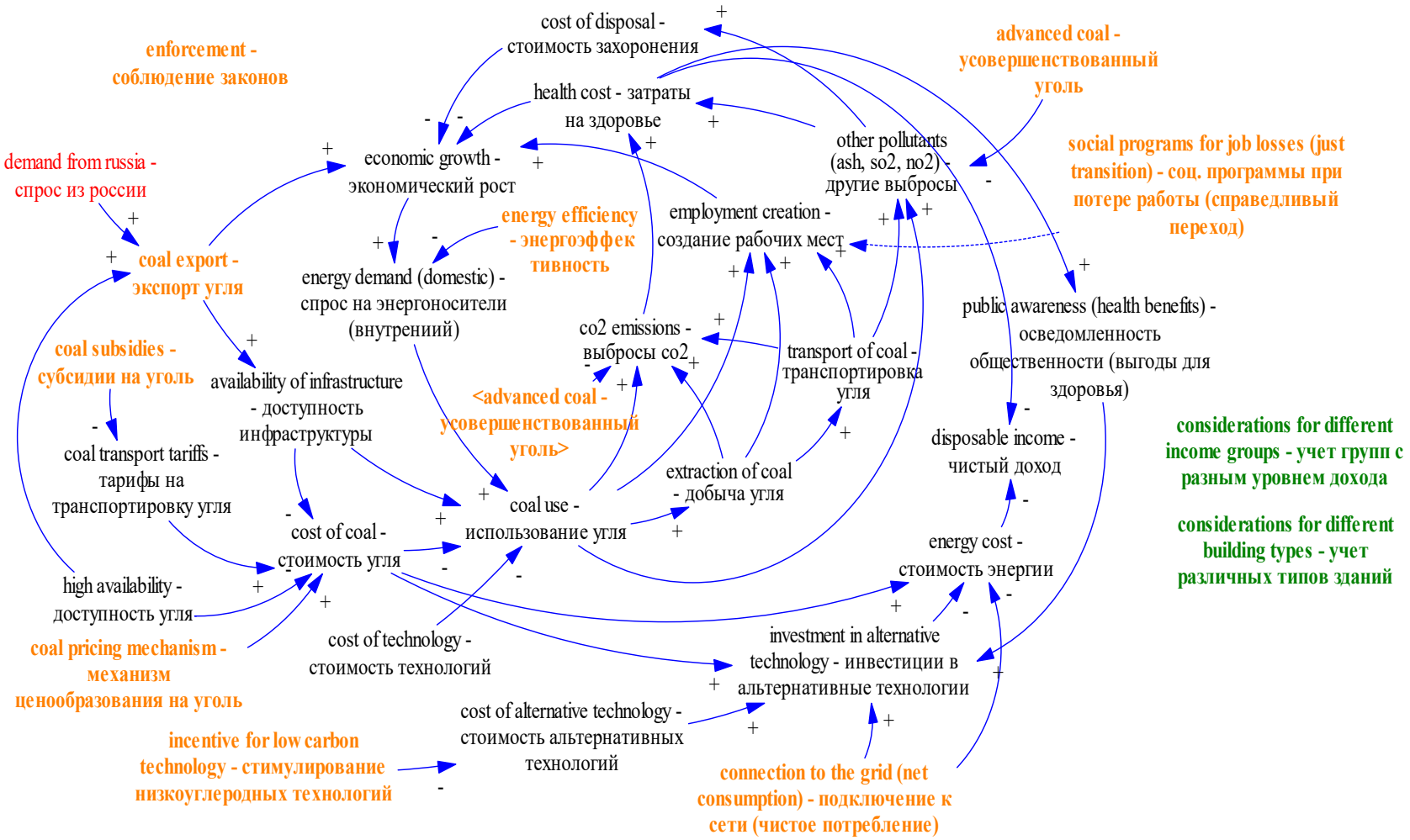
Төменде базалық сценарий үшін әзірленген тұрғын үй секторы үшін себеп-салдарлық байланыстың диаграммасы келтірілген. Жағылатын отыннан табиғи газ, күн және жел энергиясы сияқты баламалы энергия көздеріне көшу мүмкіндігі қарастырылды.

Қазақстан көмірдің орасан зор қорына ие, бұл өз кезегінде оның төмен құнына байланысты және бұл оны басқа технологиялармен (мысалы, күн энергетикасы) салыстырғанда бәсекеге қабілетті етеді. Бұдан басқа, елімізде көмір өндіру және тасымалдау үшін барлық инфрақұрылым дамыған және жұмыс істейді, яғни ТКШ секторында көмірді тұтыну қосымша шығындарды талап етпейді. Бұдан басқа, көлік шығындарын төмендету үшін көмірге субсидиялар беріледі. Технологиялар (мысалы, көмір плиталары) құны бойынша қол жетімді, өйткені көп жағдайда бұл

жетекші технологиялар емес. Осы себептерге байланысты, көмір бұрынғыдай Қазақстанның тез өсіп келе жатқан қалалық аудандарында кеңінен қолданылады. Көмірді пайдалану көрсеткіштері көптеген және әр түрлі:

- Біріншіден, меншікті үлкен қорлар көмірдің қолжетімділігін айқындайды, ал бұл көмір экспортымен бірге экономикалық өсуге ықпал етеді. Бұл электр энергиясының төмен шығындарымен, сондай-ақ өндіріс және тасымалдау секторында жұмыс орындарын құрумен (энергияға деген сұраныспен күшейтуші цикл құру) байланысты.
- Екінші жағынан, бірнеше жанама әсерлер пайда болады (олардың барлығы тепе-теңдік циклдерін жасайды). Оларға CO2 шығарындылары және басқа да ластаушы заттар (күл, сынап, қорғасын, күкірт диоксиді және әртүрлі ауыр металдар) өндіріс, тасымалдау және жану нәтижесінде пайда болады және мұның бәрі адам денсаулығына әсер етеді.
- Сонымен қатар, бұл жанама әсерлер теріс экономикалық әсер етеді: кәдеге жарату шығындары (мысалы, күл) және денсаулық сақтау экономикалық өсуге теріс әсер етеді. Екінші жағынан, бұл шығындарды басқа экономикалық субъектілер көтереді (мысалы, мемлекет және үй шаруашылықтары, егер бұл денсаулық сақтау шығындарына қатысты болса), яғни қолда бар кірістер азаяды.

Сондай-ақ, көлік субсидиялары, шығындарды көрсетпейтін көмір бағасының тетігі (төмен бағаны ұстап тұру үшін) сияқты қолданыстағы саясатқа байланысты көмір нарықта үстем жағдайға ие екендігі талқыланды. Нәтижесінде ықтимал алмастырғыштар үшін тең жағдай жасау және қосымша инвестицияларды ынталандыру үшін субсидияларды алып тастау және бағаның айқын механизмі қажет болады. Сондай-ақ, жаңа инфрақұрылымды құру үшін әр түрлі кірісі және әр түрлі инвестициялық әлеуеті бар әртүрлі топтарды ескеру қажет; ғимараттардың әр түрлі түрлері (мысалы, мемлекеттік немесе жеке, меншік немесе жалға алу); және әртүрлі географиялық жағдайлар (мысалы, қалалық немесе ауылдық), сонымен қатар энергетикалық инфрақұрылымның қол жетімділігі мен құны.



Сурет 3.21 – ТКШ секторы үшін себеп-салдарлық байланыстардың схемасы (CLD)

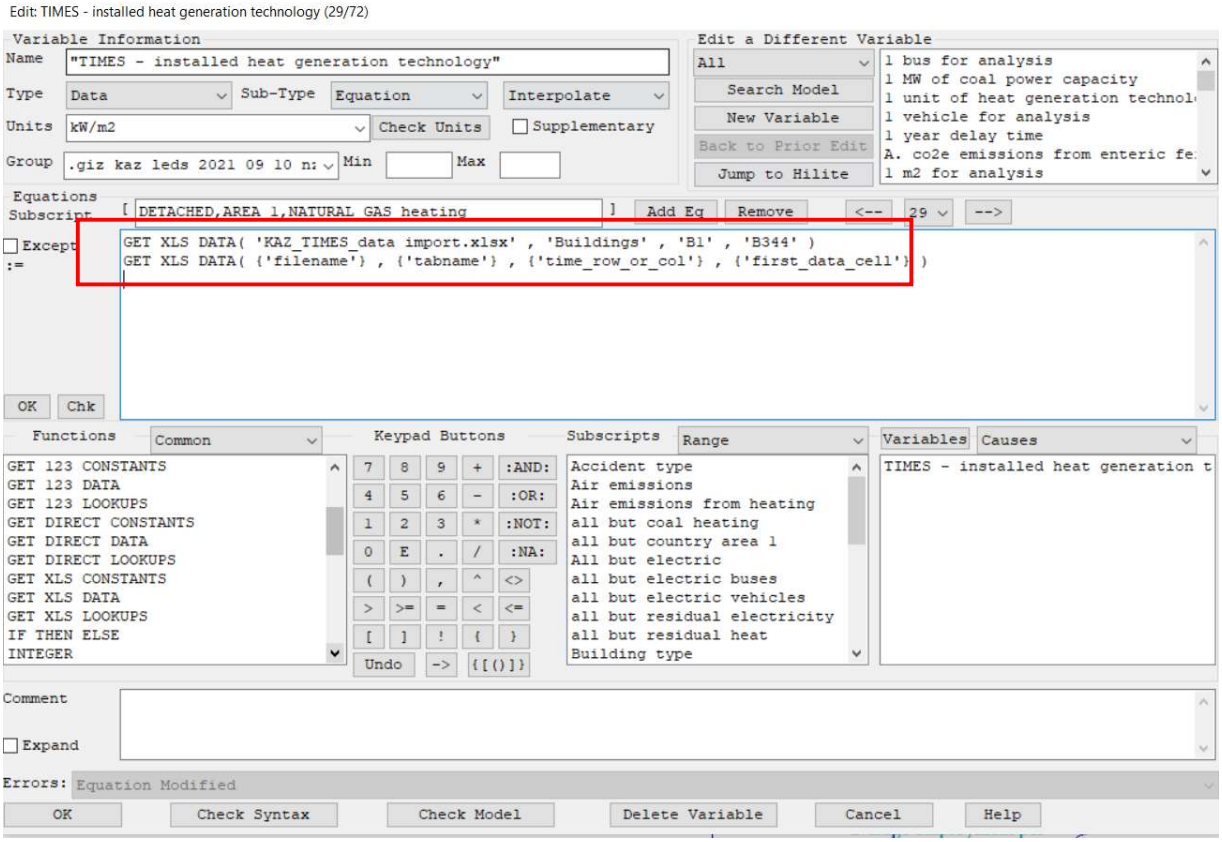
Excel кестесінен Параметрлерді тікелей импорттау үшін модельге деректерді енгізудің негізгі құралы-GET XLS DATA функциясы. Бұл функция деректерді импорттауға мүмкіндік береді, осылайша VENSIM TIMES моделінен алынған параметрлер мен нәтижелердің кедергісіз интеграциялануын қамтамасыз ету үшін барлығын Excel кестесінен тікелей оқиды. Бұл функция келесі айнымалылар үшін пайдаланылды:

- Жалпы тұрғын үй ауданы $м^2$
- Орнатылған жылыту технологиялары
- 1 $м^2$ үшін қажетті жылыту технологиясы
- Орнатылған жылыту технологияларының ағымдағы үлесі
- 1 м жылытуға жұмсалатын энергияны тұтыну
- Отын көзінің түрі бойынша м-ге орташа қалдық энергия тұтыну

Табиғи газбен жылу өндірудің белгіленген технологиясы бойынша деректерді импорттау үшін, мысалы, 1-аймақтағы жеке ғимарат үшін келесі теңдеу қолданылады:

TIMES — орнатылған жылыту технологиясы [ЖЕКЕ ҮЙ, 1 АЙМАҚ, ТАБИҒИ ГАЗБЕН жылыту]= GET XLS DATA ('KAZ_TIMES_data импорт.xlsx', 'Ғимараттар', 'B1', 'B344')

Дәл осындай операция жылу өндірудің барлық басқа технологиялары, елдің аймақтары мен ғимараттардың типтері үшін төменгі индекстерді қолдана отырып, импорттың жеке теңдеуі арқылы жүзеге асырылады. Төмендегі суретте теңдеудің модельдегі бейнесі, онда деректер Excel кестесінен импортталады, тиісті мәліметтер көрсетілген Парақ, "уақыт" жолы, яғни B1 және импортталатын уақыт қатарының бірінші ұяшығы көрсетілген.



Сурет2 .22 - Vensim орнатылған жылу технологиясы

Бұл тәсіл сонымен қатар көптеген түрлі параметрлерге әсер ететін бірдей модельдермен бірнеше итерацияны орындау үшін пайдалы. Excel-ден деректерді импорттау жоғарыда көрсетілген барлық айнымалылар үшін қолданылады.

2.4.1 Тұрғын үй ауданына және ғимараттар құрылысына сұраныс

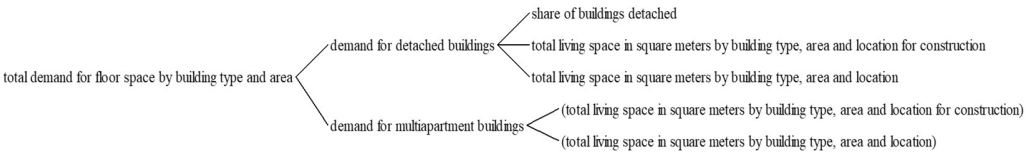
Модель тұрғын үй ауданына деген сұранысты және болашақта жаңа алаңдар салу қажеттілігін көрсетеді. М2 қорлары қалаған және нақты ауданға байланысты өзгереді, біріншісі халықтың санына және жан басына шаққандағы аудан коэффициентіне байланысты.

Қажетті аудан = халық саны* ҚАРАСТЫРЫЛАТЫН АЙМАҚТАР ҮШІН ЖАН БАСЫНА ШАҚҚАНДАҒЫ АУДАН * БОЛАШАҚ СҰРАНЫСТЫ БОЛЖАУҒА АРНАЛҒАН КОЭФФИЦИЕНТ

Түзету коэффициенті болашақта талап етілетін ауданның моделіне сәйкес келу үшін қолданылады, сонымен қатар құрылыс уақытымен анықталады. 2020 жылдан кейін тұрғын үйдің өсу қарқыны жан басына шаққандағы тұрғын үйдің өсуіне еліктейді, бұл әлеуметтік динамика туралы әртүрлі сценарийлік болжамдарды тексеруге мүмкіндік береді (мысалы, үй шаруашылығының ауданы). Тұрғын үйге сұраныс елдің төрт ауданына және ғимараттың екі түрлі түріне бөлінеді, олар ғимараттың ауданы бойынша үлесін (индекс: елдің ауданы) және ғимараттың түрі мен ауданы бойынша ғимарат алаңының үлесін (индекс: ғимараттың түрі және елдің ауданы) пайдаланады. Бөлу төменгі индекстер арқылы жүреді, яғни барлық аудандардағы ауданға жалпы сұраныс келесі теңдеуді қолдана отырып, төрт аймаққа және пәтерлердің екі түріне бөлінеді:

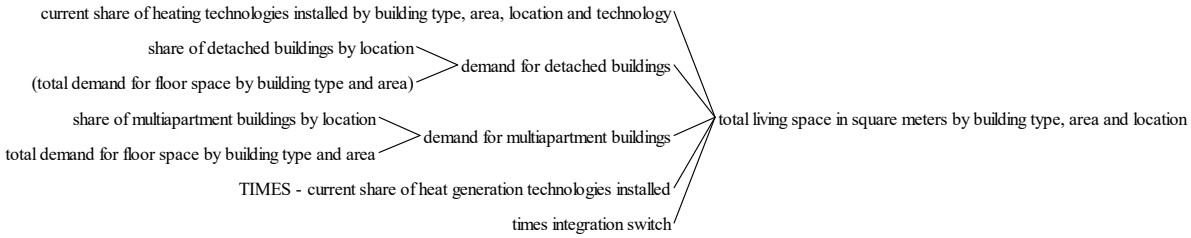
ғимарат түрі және аймақ бойынша алаңға жалпы сұраныс [ғимарат түрі, ел аймағы] =
IF THEN ELSE (times integration switch=1,
"TIMES – тұрғын ауданға жалпы сұраныс" * АЙМАҚТАР БОЙЫНША ҮЙ-ЖАЙЛАР ҮЛЕСІНІҢ КЕСТЕСІ [ел аймағы] (Time) * ғимараттар типі бойынша үй-жайлар үлесінің кестесі [ғимарат түрі, ел аймағы] (Time), ауданға сұраныс * АЙМАҚТАР БОЙЫНША ҮЙ-ЖАЙЛАР ҮЛЕСІНІҢ КЕСТЕСІ [ел аймағы] (Time) * Үй-жайлар үлесінің кестесі ғимарат түрі бойынша [ғимарат түрі, ел аймағы] (Time)

2.23-суреттегі пайдалану ағашы жеке және көп пәтерлі ғимараттарға сұранысты есептеу үшін ғимараттың түрі мен ауданы бойынша бөлінген тұрғын үйге жалпы сұраныстың қалай қолданылатынын көрсетеді. Орналасқан жері бойынша көп пәтерлі және жеке ғимараттардың үлесі тұрғын үй ауданын ғимарат түрі бойынша ауылдық және қалалық тұрғын үй аудандарына бөлетін орналасу индексі қолданылады.



Сурет 2.23 - Пайдалану ағашы- Тұрғын үй ауданына жалпы сұраныс

2.24-суретте ғимараттың түрі, ауданы және орналасқан жері бойынша бөлінген шаршы метрдегі жалпы тұрғын ауданды есептеу үшін қолданылатын айнымалылар көрсетілген. Орнатылған жылу технологияларының үлесі жылу өндірісінің индекстік технологияларын қосу үшін қолданылады. Бұл қосымша индекс жылу өндіру технологиясына сәйкес әр түрлі ғимараттар үшін шаршы метрге есептеу кезінде сәйкестікті қамтамасыз ету үшін қолданылады.



Сурет 3.24 - Пайдалану ағашы-ғимараттың түрі, ауданы және орналасқан жері бойынша шаршы метрдегі жалпы тұрғын үй ауданы

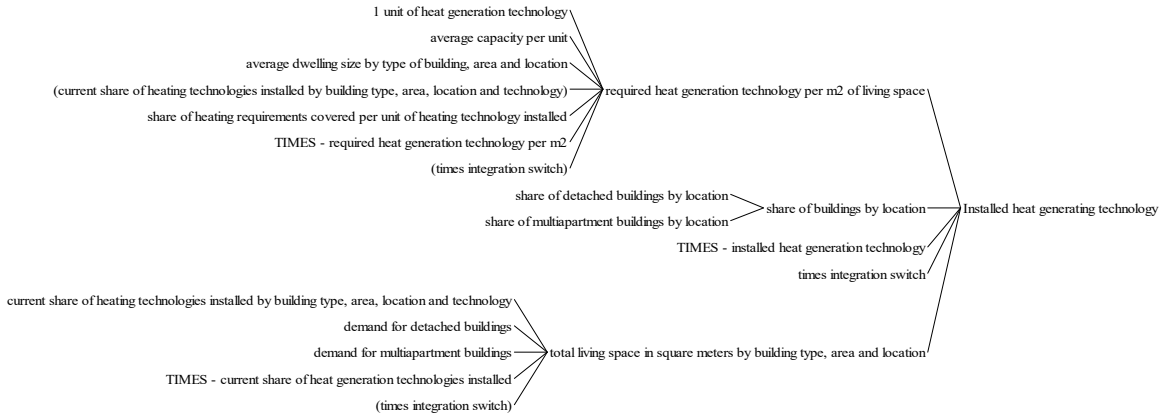
Үлгідегі құрылыс нормасы жалпы тұрғын үй алаңының белгіленген кідіріс функциясын пайдалана отырып есептеледі. Тұрғын үй алаңына деген пенальти сұранысы өткен жылдың мәнін көрсетеді. Өткен жылғы тұрғын үй алаңына деген сұранысты ағымдағы жылғы тұрғын үй алаңына сұраныстан алу төменде келтірілген теңдеуде көрсетілгендей, тұрғын үй алаңының таза өзгерісін береді.

"ғимараттың түрі, аймағы және орналасқан жері бойынша шаршы метрдегі жалпы тұрғын үйдің өзгеруі" [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиясы] = ("ғимарат түрі, аймақ және орналасқан жері бойынша шаршы метрдегі жалпы тұрғын үй ауданы"[ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиясы] - "жалпы тұрғын ауданды ғимарат түрі, аймақ және орналасқан жері бойынша шаршы метрмен кешіктіру" [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиясы])/"КЕШІКТІРУ МЕРЗІМІ 1 ЖЫЛ"

1 жыл кідіріс уақытына бөлу өлшем бірліктерінің консистенциясы үшін қажет, себебі тұрғын үй ауданының өзгеруі жылына шаршы метр бірлігі бар ағынды ауыспалы болып табылады.

3.4.2. Жылумен жабдықтау технологиялары

Белгіленген жылыту технологиялары тұрғын үй алаңының жалпы қажеттілігін, ғимараттың түріне, ауданына, орналасқан жеріне және шаршы метрге жылыту қажеттілігіне байланысты белгіленген жылыту технологияларының үлесін пайдалана отырып, модельде көрсетіледі. Есептеу үшін қолданылатын айнымалылар төменде 2.25-суретте көрсетілген.



Сурет 2.25 - Себеп-салдарлық байланыстар ағашы - орнатылған жылыту технологиялары

1 $м^2$-қа қажетті жылу технологиясының ауыспалы мәні технология түрі бойынша және ғимараттың әр түрі, ел аймағы және орналасқан жері үшін

ғимараттың орташа мөлшеріне байланысты тұрғын үйдің 1 шаршы метрін жылытуға қажетті бірліктердің санын бағалайды.

1м^2 үшін қажетті жылу технологиясы [ғимарат түрі,ел аймағы,орналасқан жері,жылу технологиялары] =

IF THEN ELSE (times integration switch=1),

"TIMES-м^2 қажетті жылыту технологиясы" [ғимарат түрі, ел аймағы, жылыту технологиялары] / 1000,

ZIDZ ("ЖЫЛЫТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ 1 БІРЛІГІ" [жылыту технологиясы]* БІР БІРЛІККЕ ОРТАША ҚУАТ,БЕЛГІЛЕНГЕН ЖЫЛЫТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ БІРЛІГІНЕ ҚАНАҒАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖЫЛУ СҰРАНЫСЫНЫҢ ҮЛЕСІ [жылыту технологиясы]) / "ҒИМАРАТ ТҮРІ, АЙМАҚ ЖӘНЕ ОРНАЛАСҚАН ЖЕРІ БОЙЫНША ТҰРҒЫН ҮЙДІҢ ОРТАША МӨЛШЕРІ"[ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері]* " ОРНАТЫЛҒАН ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ҮЛЕСІ ғимарат түрі,ел аймағы, орналасқан жері және жылыту технологиясы бойынша "[жылыту технологиялары]

Жоғарыда сипатталғандай, ғимараттың түрі, аймағы, орналасқан жері бойынша шаршы метрдегі жалпы тұрғын үй алуданына көбейту ғимараттың тиісті түрлерінде, аймақтарында және орналасқан жерлерінде орнатылған жылу тораптарының (жылу шығаратын қондырғылардың) жалпы санын береді.

Белгіленген жылыту технологиясының (жылу өндірісінің) ауыспалы мәні күрделі салымдарды, пайдалану және техникалық қызмет көрсету шығындарын және жылу өндіру технологияларынан жұмыспен қамтуды есептеу үшін пайдаланылады. Күрделі салымдар жылу өндіру технологияларындағы жыл сайынғы өзгерістерді жылу жабдығының бірлігіне орташа күрделі шығындарға көбейту арқылы есептеледі. Технологияның жыл сайынғы өзгеруі тұрғын үйге жалпы сұраныстың таза өзгеруін есептеу үшін қолданылатын тұжырымдамаға ұқсас белгіленген кідіріс функциясын қолдана отырып есептеледі.

"жылытудың күрделі шығындары, ғимарат түрі, аймақ және орналасқан жері және жылыту технологиясы" [ғимарат түрі,ел аймағы,орналасқан жері,жылыту технологиясы] = max (0, жылу шығаратын технологияны орнату [ғимарат түрі,ел аймағы,орналасқан жері,жылыту технологиясы]) * ЖЫЛЫТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНА ЖҰМСАЛАТЫН КҮРДЕЛІ ШЫҒЫНДАР [жылыту технологиясы]+ жылыту технологиясын ауыстыру [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиясы]) * м^2 жылыту технологиясына жұмсалатын жыл сайынғы күрделі шығындар тұрғын үй ауданы және пайдалану жылы [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиясы])

Жылу өндіру технологиясын алмастыру коэффициенті күрделі салымдарға қосылады, бұл қондырғының қызмет ету мерзімі аяқталғаннан кейін ол сол отын көзін пайдаланатын қондырғымен ауыстырылады деген болжамға негізделген. Ауыстыру коэффициенті жылу өндіру үшін орнатылған технологиялық қондырғылардың санын жылу өндіру технологиясының орташа қызмет ету мерзіміне бөлу арқылы есептеледі.

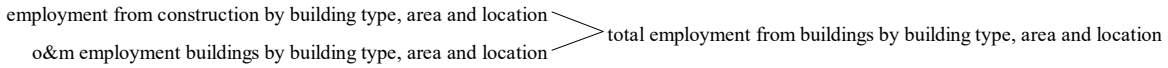
Жылытудың пайдалану шығындары қазіргі уақытта орнатылған жылу өндіру технологияларын жылу өндірудің әр технологиясы үшін орташа жылдық пайдалану шығындарына көбейту арқылы есептеледі.

"ғимарат түрі, аймақ және орналасқан жері бойынша жылыту пайдалану және техникалық қызмет көрсету шығындары" [ғимарат түрі,ел аймағы,орналасқан жері,жылыту технологиясы] = орнатылған жылыту технологиясы [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиясы] * "ЖЫЛЫТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ТИПІ БОЙЫНША ПАЙДАЛАНУ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ЖЫЛДЫҚ ШЫҒЫНДАР КЕСТЕСІ"[жылыту технологиялары](Time)

2.4.3 Жұмыспен қамту және еңбек кірістері

Модель тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық саласындағы ғимараттарды салуға және күтіп ұстауға, жылу өндіру технологияларын орнатуға байланысты жұмыспен қамту және еңбек табыстарын көрсетеді. Ғимараттарды салу мен қызмет

көрсетудегі жалпы жұмыспен қамтуды есептеу үшін пайдаланылатын айнымалылар:



Сурет 3.26 - Ғимараттарды салу мен қызмет көрсетудегі жалпы жұмыспен қамтудың себеп-салдарлық ағашы

Құрылыстағы жұмыспен қамту жалпы тұрғын үй ауданының таза өзгерісін (= құрылыс қарқыны) шаршы метрдегі құрылыстағы орташа жұмыспен қамту коэффициентіне көбейту арқылы есептеледі. Әр түрлі ғимараттарда құрылған жұмыспен қамтуды бөлу үшін теңдеуге жылу өндіру технологиясының үлесі қосылады.

"ғимарат түрі, аймақ және орналасқан жері бойынша құрылыстағы жұмыспен қамту"[ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиялары] = ғимараттар құрылысының жалпы жылдамдығы * құрылыстағы орташа жұмыспен қамтылу $м^2$ * "TIMES-орнатылған жылыту технологияларының ағымдағы үлесі "[ғимарат түрі, ел аймағы, жылыту технологиялары]

Саладағы жұмыспен қамту бұл жалпы тұрғын үй алаңын бір шаршы метрге пайдалану және техникалық қызмет көрсету саласындағы орташа жұмыспен қамту коэффициентіне көбейте отырып, ұқсас тәсілді пайдалана отырып есептеледі.

ғимарат түрі, аймағы және орналасқан жері бойынша ғимараттар секторында пайдалану және техникалық қызмет көрсетуде жұмыспен қамту " [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиялары] =
"ғимарат түрі, аймақ және орналасқан жері бойынша шаршы метрдегі жалпы тұрғын үй ауданы "[ғимарат түрі, ел аймағы, жылыту технологиялары] * "пайдалану және техникалық қызмет көрсетуде м2-қа орташа жұмыспен қамту"

Жылыту технологияларын, күн фотоэлектрлі және СВС-қуатын орнату мен пайдалануға беруден жұмыспен қамту дәл осындай тәсілді пайдалана отырып есептеледі. Мысал ретінде қондырғының күн фотовольтаикалық қуаттан жұмыс істеуін есептеу қондырғының коэффициентін көбейту және жылу технологияларын белгіленген қуаттың бірлігіне орташа жұмыспен қамту коэффициентіне ауыстыру арқылы келтірілген.

жылыту жүйелерін орнату саласындағы жұмыспен қамту [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиялары] =

(MAX (0,жылыту технологияларын орнату[ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиялары]) + жылыту технологияларын ауыстыру[ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиялары]) * БЕЛГІЛЕНГЕН ЖЫЛЫТУ ТЕХНИКАСЫНЫҢ БІРЛІГІНЕ ЖҰМЫСПЕН ҚАМТУДЫҢ ОРТАША ДЕҢГЕЙІ[жылыту технологиялары]

MAX функциясы бір технологияны екіншісіне ауыстырған кезде орын алуы мүмкін орнату аймағындағы теріс бос емес мәндердің алдын алу үшін қолданылады. Модельдің осы нұсқасында ескі технология процесте жойылады деген болжамға сүйене отырып, жылыту технологияларын орнатудан тек жұмыспен қамту ескеріледі.

Пайдалануға және техникалық қызмет көрсетуге арналған шығындар жылыту технологияларының белгіленген қуатын және белгіленген бірлікке арналған пайдалану және техникалық қызмет көрсету орташа коэффициентін пайдалана отырып есептеледі.

"жылыту жүйелерінің пайдалану және техникалық қызмет көрсетудегі жұмыспен қамту"[ғимарат түрі,ел аймағы,орналасқан жері,жылыту технологиясы] =

орнатылған жылыту технологиясы [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиясы] * "ЖЫЛЫТУ ТЕХНИКАСЫНЫҢ БІРЛІГІНЕ ПАЙДАЛАНУ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУДІ ЖҰМЫСПЕН ҚАМТУ" [жылыту технологиялары]

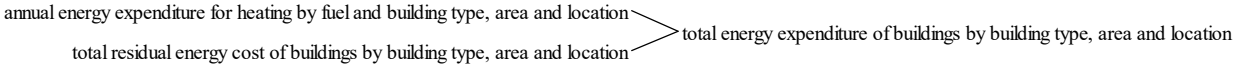
Жұмыспен қамтудың әртүрлі санаттарынан түсетін еңбек табысы әрбір қызмет түрі бойынша жылдық жұмыспен қамтуды орташа жалақыға көбейту жолымен есептеледі. Төменде жылыту жүйелерін монтаждау мен пайдаланудан түсетін еңбек кірісінің есебі келтірілген.

жылыту жүйелерін орнатудан және қызмет көрсетуден түскен еңбек табысы [ғимарат түрі,ел аймағы,орналасқан жері,жылыту технологиясы] =
жылыту қондырғысындағы жалпы жұмыспен қамту [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиясы] * жылыту қондырғысынан түсетін орташа еңбек табысы

Осыған ұқсас тәсіл жұмыспен қамтудың барлық басқа санаттары алған еңбек табысын есептеу үшін қолданылады.

3.4.5 Энергияға сұраныс және шығындар

Модельдегі энергияға деген сұраныс пен шығындар модулі жылытуға байланысты энергияға сұранысты, ғимараттардағы қалған (қалдық) энергияны тұтынуды және күн фотоэлектрлік генерациядан электр энергиясын ықтимал алып тастауды, сондай-ақ энергияны сатып алуға байланысты шығындарды ескереді. 2.27-суретте ТКШ секторында электр энергиясын жалпы тұтынуды есептеу үшін пайдаланылатын айнымалылар бейнеленген..



Сурет 2.27 – Ғимараттар секторындағы энергияның жалпы шығындарының себеп-салдарлық ағашы

ТКШ секторындағы энергия шығындары ғимараттарды пайдалану үшін энергияға деген таза сұранысты отынның тиісті құнына көбейту арқылы есептеледі. Ғимараттарды пайдалану үшін таза энергияға деген сұраныс орнатылған күн

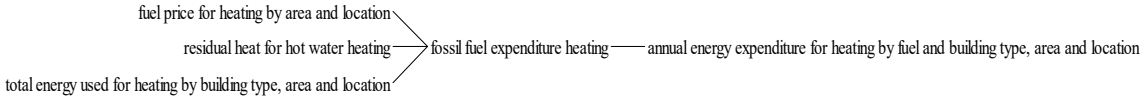
фотоэлектрлік қуатымен өндірілетін электр энергиясын ескереді және оны ғимараттарды пайдалану үшін электр энергиясының жалпы сұранысынан алып тастайды.

"ғимарат түрі, ауданы және орналасқан жері бойынша ғимараттарды пайдалану үшін энергияға таза сұраныс" [ғимарат түрі,ел аймағы,орналасқан жері,жылыту технологиясы] =
MAX ("ғимарат типі, аймағы және орналасқан жері бойынша ғимараттарды пайдалану үшін энергияға жалпы сұраныс"[ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, қалдық жылудан басқа барлығы], 0)

Энергияға қалдық сұраныс шаршы метрдегі жалпы тұрғын үй ауданын бір шаршы метрге энергияның қалдық тұтыну коэффициентіне көбейту арқылы есептеледі. Жылытудан энергияға сұранысты есептеу шаршы метрдегі жалпы тұрғын үй ауданына (жылу өндіру технологиясы бойынша) және әр түрлі жылыту технологиялары үшін шаршы метрге орташа энергия тұтынуға негізделген.

"ғимарат түрі, аймақ және орналасқан жері бойынша жылытуға арналған жалпы энергия тұтыну"[ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиялары] =
SUM ("ғимараттың түрі, аймағы және орналасқан жері бойынша шаршы метрдегі жалпы тұрғын ауданы" [ғимарат түрі, ел аймағы, жылыту технологиялары!] * м2 энергияны тұтыну"[ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиялары]

Жыл сайынғы жылу энергиясының шығындары жылытуға (электр энергиясын қоса) арналған қазбалы отынға жұмсалатын шығыстардың сомасын білдіреді. Олар жылу үшін отынды пайдалануға байланысты қазба отындары мен электр энергиясының шығындарына негізделген. 2.28-суретте жылуға арналған энергияның жалпы жылдық шығындарын есептеу үшін қолданылатын айнымалылар көрсетілген.



Сурет 2.28 – Жылыту үшін жыл сайынғы энергия шығындарының себеп-салдарлық ағашы

Энергияны тұтыну әр технология үшін жылу отыны бірлігінің орташа құнына көбейтіледі. Келесі теңдеу жылу үшін қазба отынының шығынын есептеу үшін қолданылады.

"ғимарат түрі, ауданы және орналасқан жері бойынша жылыту үшін пайдаланылатын жалпы энергия" [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиясы] +Ыстық суды жылытуға арналған қалдық жылу [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиясы]) * аймақ пен орналасқан жері бойынша жылытуға арналған отын бағасы [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиялары]

Жылыту үшін электр энергиясының құны жыл сайынғы жылу энергиясының шығындарында ескерілетіндіктен, екі есе есепке алмау үшін ғимарат түрі бойынша бөлінген ғимараттар секторындағы электр энергиясының құнынан алынады.

3.4.6 Шығарындылар

Ғимараттар секторынан CO2 шығарындылары ғимараттарды пайдалану үшін энергияны пайдалануға байланысты шығарындыларды және жылыту үшін отынды пайдалануға байланысты шығарындыларды ескереді. Энергияны тұтыну нәтижесінде CO2 шығарындылары ғимараттардың таза энергия тұтынуын TJ-ге CO2 орташа шығарындыларына көбейту арқылы есептеледі.

ғимараттардың энергияны тұтынуынан co2 шығарындылары [ғимарат түрі,ел аймағы,орналасқан жері,қалдық энергияны тұтыну] =
("ғимарат түрі, аймағы және орналасқан жері бойынша ғимараттарды пайдалану үшін энергияға таза сұраныс" [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, қалдық жылудан басқа барлығы]) *

қалдық энергияны тұтыну үшін TJ жылу отынына co2 орташа шығарындылары [қалдық жылудан басқа]

Жылытудан CO2 шығарындылары жылытуға арналған энергияны тұтыну (отын түрлері бойынша) және жылытуға арналған TJ отынына CO2 шығарындыларының орташа мөлшері негізінде есептеледі. Отынға бөлінген жылытудан CO2 жалпы шығарындыларының теңдеуі келесідей:

отын түрі бойынша жылытудан CO2 шығарындылары [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиялары] =
"ғимарат түрі, аймақ және орналасқан жері бойынша жалпы энергия шығыны"[ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиялары] * ТДЖ ЖЫЛЫТУ ОТЫНЫНА CO2 ОРТАША ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫ [жылыту технологиялары]

Тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық секторынан CO2-нің жалпы тікелей шығарындылары ғимараттың түріне, аймағына, орналасқан жеріне және жылу өндіру технологиясына бөлінген-бұл пайдалану мақсаттары үшін энергияны пайдаланудан CO2 шығарындыларының және жылыту үшін отынды пайдаланудан CO2 шығарындыларының мөлшері.

Жылытуға арналған энергияны жалпы тұтыну жылыту үшін отынды пайдалану нәтижесінде атмосфераға шығарылатын ластаушы заттардың мөлшерін есептеу үшін қолданылады. Жылудан атмосфераға шығарындылар индексі әр түрлі ластаушы заттарды бөлек есептеу үшін қолданылады.

"түрі, аймағы, орналасқан жері және технологиясы бойынша ауаны ластайтын заттардың жылдық көлемі" [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиялары, жылытудан атмосфераға шығарындылар] =
"ғимарат түрі, аймақ және орналасқан жері бойынша жылытуға арналған энергияны жалпы тұтыну" [ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері, жылыту технологиялары] * ЛАСТАУШЫ ТҮРІ БОЙЫНША ЖЫЛЫТУ ОТЫНЫНЫҢ ТДЖ-ДАҒЫ АУАНЫ ЛАСТАҒЫШТАРДЫҢ

ОРТАША КӨЛЕМІНІҢ КЕСТЕСІ [жылыту технологиялары, жылытудан атмосфераға шығарындылар](Time)

Содан кейін ауаның ластануының жылдық құны ластаушы заттардың әр түрлі көлемін олардың тиісті денсаулық сақтау шығындарына тоннаға көбейту арқылы есептеледі.

CO2 шығарындылары мен ауаның ластануынан басқа, жылудан көмірге деген жылдық қажеттілік көмірден тыныс алу жолдарының ауруларының санын және соған байланысты шығындарды, көмір өндіруге байланысты жұмыспен қамтуды және жылытуға көмірге деген сұранысқа байланысты ұшатын күлді кетіру шығындарын есептеу үшін қолданылады. Бұл есептеулер үшін тек " көмірмен жылыту" төменгі индексі қолданылады.

Тыныс алу аурулары саны Ахметовтың (2014) ұзақ мерзімді зерттеуі нәтижесінде алынған параметрлерін қолдана отырып бағаланды.

"ғимараттар секторы үшін көмір өндіруге байланысты көмірге байланысты тыныс алу аурулары" [ғимарат түрі,ел аймағы,орналасқан жері,КӨМІРМЕН ЖЫЛЫТУ] = "ғимарат секторындағы көмірдің шығыны, ғимарат түрі, ел аймағы және орналасқан жері бойынша тоннада"[ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері,КӨМІРМЕН ЖЫЛЫТУ] * ӨНДІРІЛГЕН КӨМІРДІҢ ТОННАСЫНА ТЫНЫС АЛУ ОРГАНДАРЫНЫҢ АУРУЛАРЫНЫҢ ОРТАША САНЫ

Содан кейін тыныс алу органдарының ауруларының саны тыныс алу органдарының ауруларын емдеуге байланысты денсаулық сақтаудың мемлекеттік шығындарын есептеу үшін қолданылады, бұл жалпы ғимараттың түріне, аймағына және орналасқан жеріне байланысты көмірмен байланысты тыныс алу ауруларының қоғамдық құнын береді.

Ғимараттарда көмірді пайдалануға байланысты жұмыспен қамту ғимараттардағы көмірдің жылдық тұтынылуын (тоннаға қайта есептегенде) орташа

жұмыспен қамту коэффициентіне өндірілген көмірдің тоннасына көбейту жолымен есептеледі. Көмір өндірумен байланысты еңбек табысы жұмыс орындарын құруды көмір өндіру секторындағы орташа жылдық жалақыға көбейту жолымен есептеледі.

Көмірмен жылытуға байланысты күлдің пайда болуы ТДЖ-де көмірмен жылытуға жұмсалатын энергия шығынын және пайдаланылған көмір энергиясының ТДЖ-де күлдің пайда болуының орташа коэффициентін қолдану арқылы есептеледі.

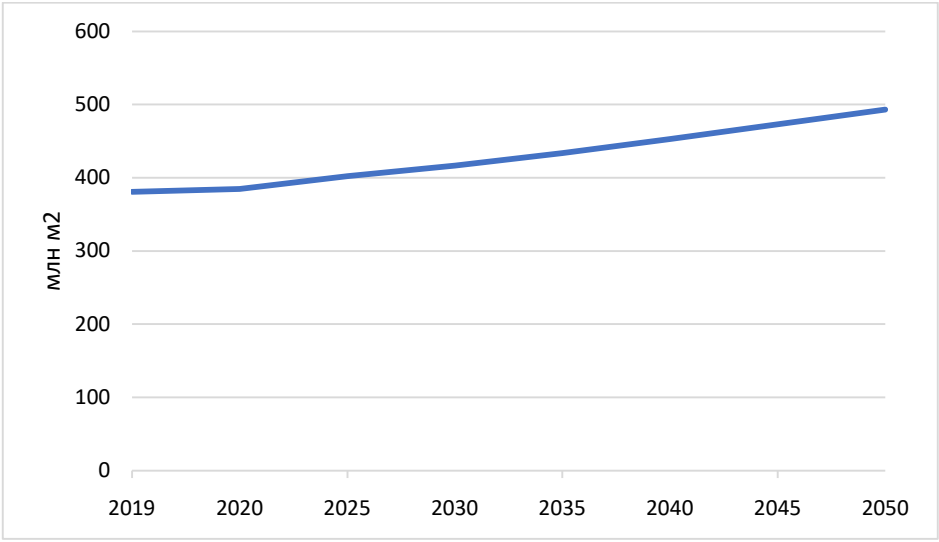
"ғимарат түрі, ел аймағы және орналасқан жері бойынша ғимараттарды жылытудан күлдің пайда болуы"[ғимарат түрі,ел аймағы,орналасқан жері,КӨМІРМЕН ЖЫЛЫТУ] = "ғимарат түрі, ел аймағы және орналасқан жері бойынша тдж-дағы ғимараттар секторындағы көмірдің энергия шығыны"[ғимарат түрі, ел аймағы, орналасқан жері]*ТДЖ-да КҮЛДІҢ ПАЙДА БОЛУЫ

Содан кейін күлді шығару құны күлді шығарудың орташа құны есебінен пайда болған күлдің жылдық мөлшерін көбейту жолымен есептеледі.

2.5 Жүйелік динамиканы модельдеу нәтижелері

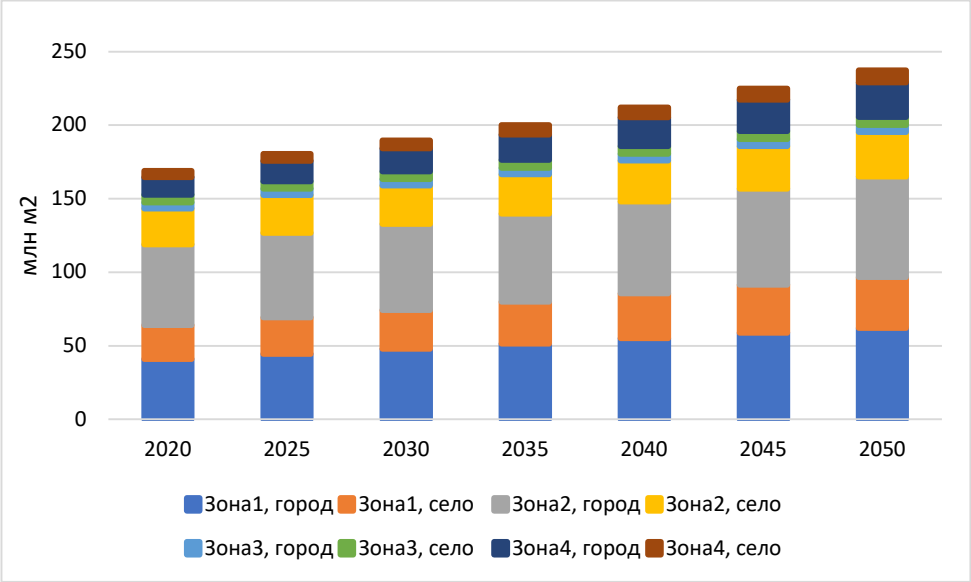
2.5.1 Тұрғын үй ауданына және ғимараттар құрылысына сұраныс

2.29-суретте тұрғын үй аудандарына жалпы сұраныс тенденциясы көрсетілген. Базалық сценарийде тұрғын үйге сұраныс бірдей қарқынмен өсуде. 2020 жылдан 2050 жылға дейінгі кезеңде тұрғын үй аудандарына жалпы сұраныс 108 миллион шаршы метрге артады, бұл 2020 жылмен салыстырғанда 28,05 % - ға артады.

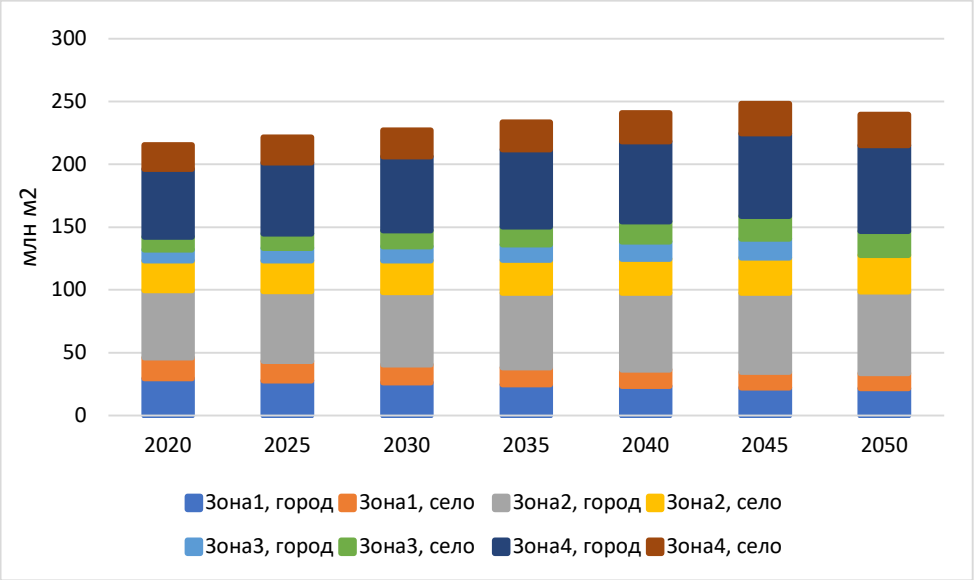


Сурет 2.29 - Тұрғын үй ауданына жалпы сұраныс

Базалық сценарийде жеке және көппәтерлі ғимараттарға сұраныс елдік аймақтар бойынша 2.30 және 2.31 суреттерде көрсетілген.



Сурет 2.30 – Аймақтар бойынша көппәтерлі ғимараттарға сұраныс



Сурет 2.31 – Аймақтар бойынша жекелеген ғимараттарға сұраныс

3.5.2 Жылу энергиясын өндіру технологиялары

Көп пәтерлі және жеке ғимараттар үшін жылу технологиясының дамуы TIMES моделімен болжанады және орнатылған жылу технологиясының үлесі GET XLS DATA деректер функциясы арқылы SD моделіне енгізіледі.

2.4-кестеде TIMES-тен алынған 2050 жылы орнатылған жылу технологияларының үлесі көрсетілген (және осы жерде ұсынылған нәтижелерді алу үшін импортталған).

Кесте 2.4 - 2050 жылы орнатылған жылыту технологияларының үлесі

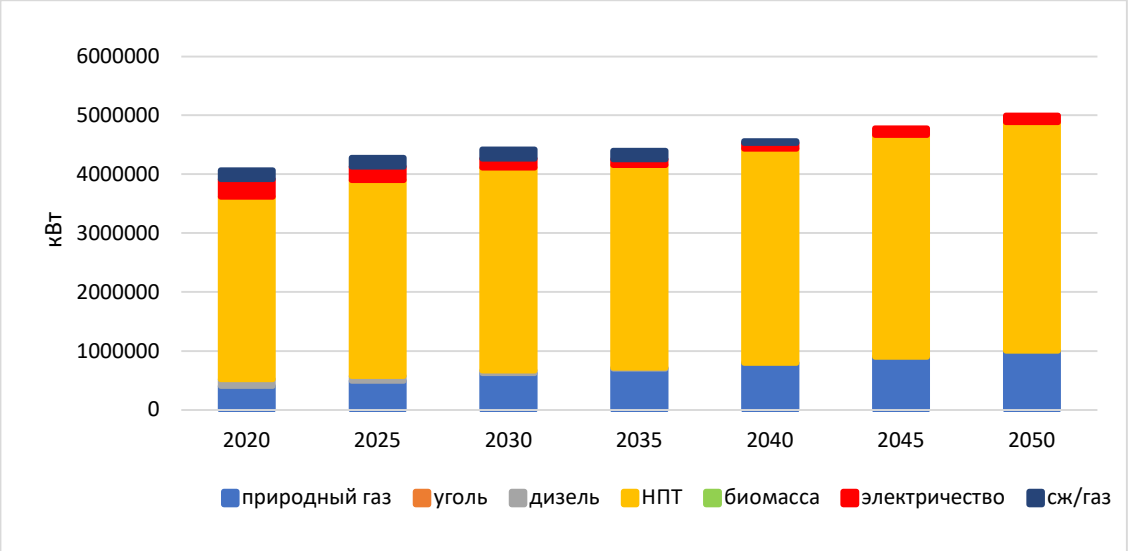
Ғимарат түрі	**Аймақ**	**Жылыту технологиясы**	**2050 жылы орнатылған технологиялардың үлесі (аймақтар бойынша)**
Көп пәтерлі ғимараттар			
Пәтер	1-аймақ	Көмір	0,0%
Пәтер	1-аймақ	ДИЗЕЛЬ	0,0%
Пәтер	1-аймақ	ЭЛЕКТР	0,2%
Пәтер	1-аймақ	Табиғи газ	18,9%
Пәтер	1-аймақ	ТӘЖЖ	80,9%
Пәтер	1-аймақ	БИО	0,0%
Пәтер	1-аймақ	Сұйытылған газ	0,0%
Пәтер	1-аймақ	ГЕО	0,0%
Пәтер	1-аймақ	H2G	0,0%
Пәтер	2-аймақ	Көмір	0,0%
Пәтер	2-аймақ	ДИЗЕЛЬ	0,0%
Пәтер	2-аймақ	ЭЛЕКТР	2,1%
Пәтер	2-аймақ	Табиғи газ	20,1%
Пәтер	2-аймақ	ТӘЖЖ	77,8%
Пәтер	2-аймақ	БИО	0,0%
Пәтер	2-аймақ	Сұйытылған газ	0,0%
Пәтер	2-аймақ	ГЕО	0,0%
Пәтер	2-аймақ	H2G	0,0%
Пәтер	3-аймақ	Көмір	0,0%

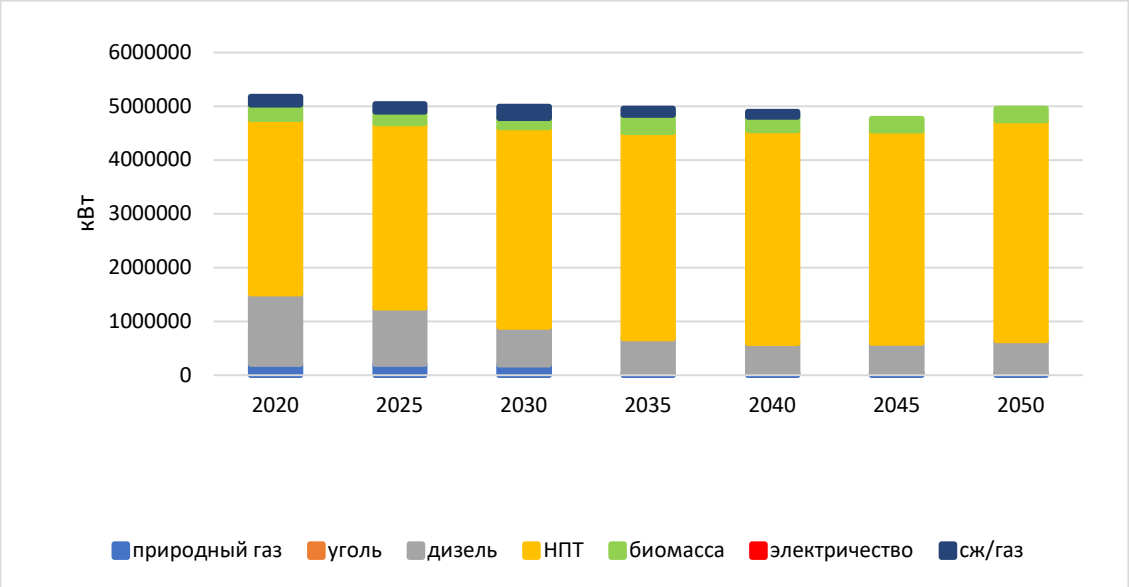
Пәтер	3-аймақ	ДИЗЕЛЬ	0,0%
Пәтер	3-аймақ	ЭЛЕКТР	4,3%
Пәтер	3-аймақ	Табиғи газ	64,6%
Пәтер	3-аймақ	ТӘЖЖ	19,7%
Пәтер	3-аймақ	БИО	0,0%
Пәтер	3-аймақ	Сұйытылған газ	11,4%
Пәтер	3-аймақ	ГЕО	0,0%
Пәтер	3-аймақ	H2G	0,0%
Пәтер	4-аймақ	Көмір	0,0%
Пәтер	4-аймақ	ДИЗЕЛЬ	0,0%
Пәтер	4-аймақ	ЭЛЕКТР	3,8%
Пәтер	4-аймақ	Табиғи газ	46,4%
Пәтер	4-аймақ	ТӘЖЖ	49,8%
Пәтер	4-аймақ	БИО	0,0%
Пәтер	4-аймақ	Сұйытылған газ	0,0%
Пәтер	4-аймақ	ГЕО	0,0%
Пәтер	4-аймақ	H2G	0,0%
Жеке ғимараттар			
Жеке	1-аймақ	Көмір	63,5%
Жеке	1-аймақ	ДИЗЕЛЬ	0,0%
Жеке	1-аймақ	ЭЛЕКТР	0,1%
Жеке	1-аймақ	Табиғи газ	36,4%
Жеке	1-аймақ	ТӘЖЖ	0,0%
Жеке	1-аймақ	БИО	0,0%

Жеке	1-аймақ	Сұйытылған газ	0,0%
Жеке	1-аймақ	ГЕО	0,0%
Жеке	1-аймақ	H2G	0,0%
Жеке	2-аймақ	Көмір	8,8%
Жеке	2-аймақ	ДИЗЕЛЬ	0,0%
Жеке	2-аймақ	ЭЛЕКТР	0,8%
Жеке	2-аймақ	Табиғи газ	90,5%
Жеке	2-аймақ	ТӘЖЖ	0,0%
Жеке	2-аймақ	БИО	0,0%
Жеке	2-аймақ	Сұйытылған газ	0,0%
Жеке	2-аймақ	ГЕО	0,0%
Жеке	2-аймақ	H2G	0,0%
Жеке	3-аймақ	Көмір	97,8%
Жеке	3-аймақ	ДИЗЕЛЬ	0,0%
Жеке	3-аймақ	ЭЛЕКТР	2,2%
Жеке	3-аймақ	Табиғи газ	0,0%
Жеке	3-аймақ	ТӘЖЖ	0,0%
Жеке	3-аймақ	БИО	0,0%
Жеке	3-аймақ	Сұйытылған газ	0,0%
Жеке	3-аймақ	ГЕО	0,0%
Жеке	3-аймақ	H2G	0,0%
Жеке	4-аймақ	Көмір	0,0%
Жеке	4-аймақ	ДИЗЕЛЬ	0,0%
Жеке	4-аймақ	ЭЛЕКТР	1,6%

Жеке	4-аймақ	Табиғи газ	85,5%
Жеке	4-аймақ	ТӘЖЖ	0,0%
Жеке	4-аймақ	БИО	13,0%
Жеке	4-аймақ	Сұйытылған газ	0,0%
Жеке	4-аймақ	ГЕО	0,0%
Жеке	4-аймақ	H2G	0,0%

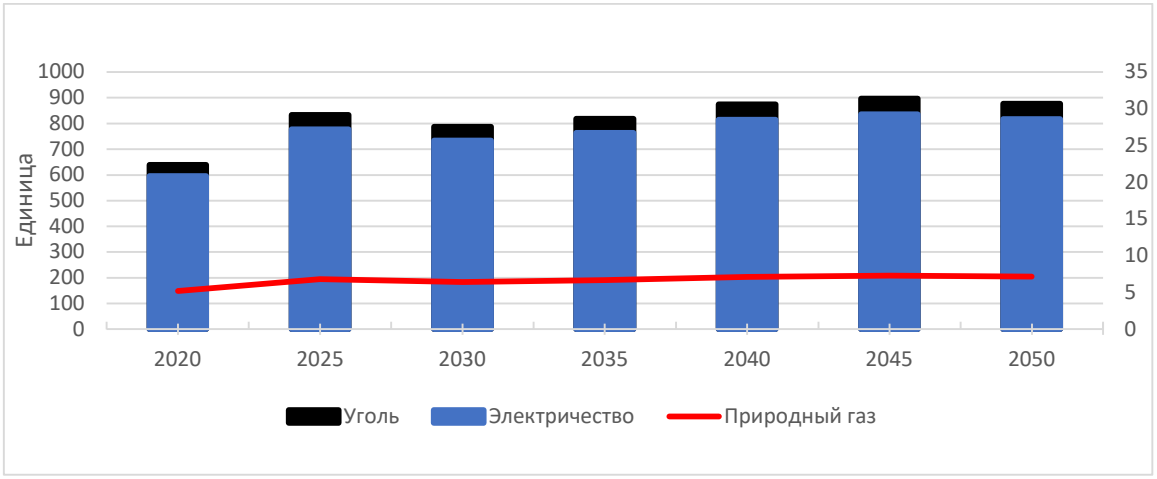
2-аймақтағы қалалық аудандардағы көп пәтерлі және жеке ғимараттар үшін орнатылған жылыту технологиялары BAU сценарийінде 3.32-суретте көрсетілген. Бұл ақпарат елдің барлық басқа аймақтары мен аудандары үшін қолжетімді. Базалық сценарийде технологияның барлық түрлері бойынша тұрақты өсу байқалады. Орнатылған жылу технологияларының үлесі толығымен TIMES нәтижелеріне негізделеді және жалпы тұрғын үй ауданының өзгеруі жылу жүйелерін орнату тұрғын үйдің жалпы көлеміне және орнатылған технологиялардың үлесіне байланысты болатындығына әкеледі.





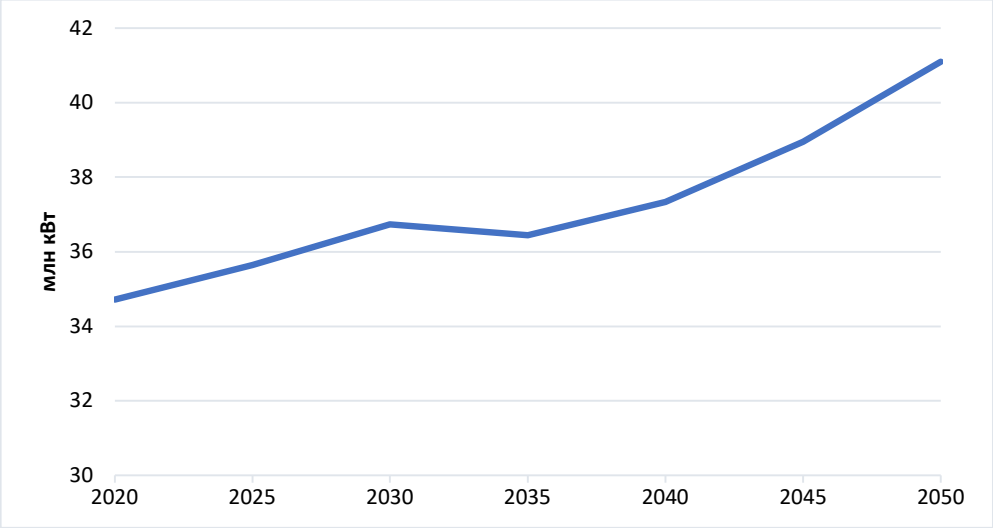
Сурет 2.32 – Көп пәтерлі және жеке ғимараттарда орнатылған жылыту технологиялары, 2-Аймақ, Қала.

1-аймақтың қалалары үшін BAU сценарийінде жылу жүйелерін орнату жылдамдығы 2.33-суретте көрсетілген. Негізгі сценарийде барлық үш технологияны орнату жылдамдығы 2020 жылдан 2050 жылға дейін аздап артады.



Сурет 2.33 – жылыту технологияларын орнату, көп пәтерлі үй, 1-Аймақ, Қала

Орнатылған жалпы жылу қуаты төмендегі 3.34 суретте көрсетілген. Ұзақ мерзімді перспективада, 2050 жылға қарай белгіленген қуат 41 млн кВт болады деп болжануда.



Сурет 3.34- жалпы орнатылған жылу қуаты

3.5.3. Жұмыспен қамту және еңбек кірістері

Жекелеген жылдар ішінде ғимараттарды салу мен оларға қызмет көрсетуге және жылу жүйелерін орнатуға байланысты болжамды жұмыспен қамту 3.5-кестеде келтірілген. Жылу жүйелеріндегі жұмыспен қамту белгіленген технологиялардың арақатынасындағы өзгерістер, сондай-ақ тиімді технологиялар есебінен жылу жүйелерін ауыстыру нәтижесінде өзгереді.

Кесте 3.5 – Санаттар бойынша құрылыспен байланысты жұмыспен қамту

Құрылысқа байланысты жұмыспен қамту	**Бірлік**	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**
Құрылыс және техникалық қызмет көрсету	Адам	444 398	390 480	377 026	467 679	471 823
Жылыту жүйелері	Адам	10 269	8 743	9 003	9 267	9 888
Ғимараттар секторындағы жұмыспен қамтудың жалпы көлемі	Адам	454 667	399 223	386 029	476 946	481 711

.5.4 Энергияға сұраныс және шығындар

Отын көздері бойынша бөлінген ғимараттар секторынан энергияға жалпы сұраныс төмендегі 3.6-кестеде келтірілген. BAU сценарийінде ғимараттар секторынан энергияға деген жалпы сұраныс 2020 жылы жылына 432 011 ТДж-дан 2050 жылы жылына 488 324 ТДж-ға дейін артады.

Кесте 2.61 – Тұрғын үйлерден энергияға жалпы сұраныс

Ғимараттар секторындағы энергияға жалпы сұраныс	**Бірлік**	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**
Табиғи газ	ТДж/жыл	133 990	152 091	173 019	182 292	191 547
Көмір	ТДж/жыл	105 649	89	79	61	72
Дизель	ТДж/жыл	0	0	3	0	0

Төмен әлеуетті жылумен жылыту	ТДж/жыл	108 534	114 909	115 703	142 576	158 348
Биомасса	ТДж/жыл	7 434	8 166	2 254	-3	7 868
Электр	ТДж/жыл	43 044	45 524	47 043	51 073	57 089
Сұйытылған газ	ТДж/жыл	33360	27 465	22 969	8 540	807
Геотермалдық	ТДж/жыл	0	0	0	0	0
H2G	ТДж/жыл	0	-1	461	5 366	0
Барлығы	**ТДж/жыл**	**432 011**	**437 888**	**440 624**	**451 012**	**488 324**

Бірнеше жылдар бойы жылытуға арналған энергияға деген жалпы сұраныстың нәтижелері төмендегі 3.7-кестеде келтірілген. BAU сценарийінде жылу энергиясына жалпы сұраныс 2020 жылы жылына 315,080 ТДж-дан 2050 жылы жылына 345,309 ТДж-ға дейін артады. Энергияға деген сұраныс құрылымына келетін болсақ, жалпы сұраныстың шамамен 50% - ы табиғи газға, көмірге және төмен әлеуетті жылуға тиесілі. 2050 жылға қарай табиғи газ, көмір және төмен әлеуетті жылу да басым болады, өйткені базалық сценарийде электр энергиясына сұраныстың біртіндеп, бірақ толық емес төмендеуі көзделеді.

Кесте 2.7 – Отынды жылытуға сұраныс

Жылумен жабдықтауға энергияға жалпы сұраныс	**Бірлік**	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**
Табиғи газ	ТДж/жыл	118 924	129 006	142 291	142884	150 441
Көмір	ТДж/жыл	98 381	84 734	77 169	62 016	73 942
Дизель	ТДж/жыл	0	0	3	0	0

Төмен әлеуетті жылумен жылыту	ТДж/жыл	82 827	85 260	84 185	106 458	111 468
Биомасса	ТДж/жыл	7 437	8 168	2 273	0	7 993
Электр	ТДж/жыл	1 860	2 259	1 696	478	674
Сұйытылған газ	ТДж/жыл	5 651	5 671	6 068	1 111	791
Геотермалдық	ТДж/жыл	0	0	0	0	0
H2G	ТДж/жыл	0	0	482	5 437	0
Барлығы	**ТДж/жыл**	**315 080**	**315 098**	**314 164**	**318 384**	**345 309**

Ғимаратты жылытуға арналған энергия шығындарының нәтижелері 3.8-кестеде келтірілген. Базалық сценарийде жылытуға арналған жалпы энергия шығындары 2020 жылы жылына 1 миллиард доллардан 2050 жылға қарай жылына 1,62 миллиард долларға дейін өседі.

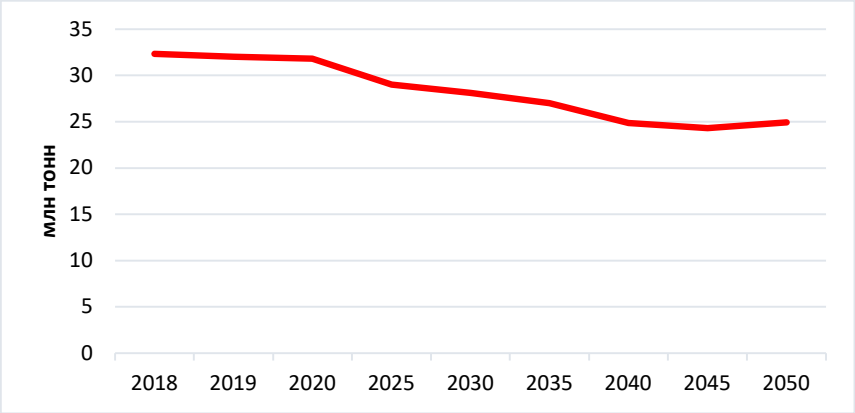
Кесте 3.8 – Жылумен жабдықтауға жұмсалатын энергия шығындары

Жылумен жабдықтауға жұмсалатын энергия шығындарының жалпы сомасы	**Бірлік**	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**
Табиғи газ	жылына млн. АҚШ долл.	286	353	504	514	533
Көмір	жылына млн. АҚШ долл.	146	128	137	103	121
Дизель	жылына млн. АҚШ долл.	9	0	0	0	0

Төмен әлеуетті жылумен жылыту	жылына млн. АҚШ долл.	494	519	745	691	900
Биомасса	жылына млн. АҚШ долл.	29	32	13	0	37
Электр	жылына млн. АҚШ долл.	23	29	26	10	8
Сұйытылған газ	жылына млн. АҚШ долл.	15	21	27	9	5
Геотермалдық	жылына млн. АҚШ долл.	0	0	0	0	0
H2G	жылына млн. АҚШ долл.	0	0	5	39	19
Барлығы	**жылына млн. АҚШ долл.**	**1 001**	**1 082**	**1 457**	**1 366**	**1 623**

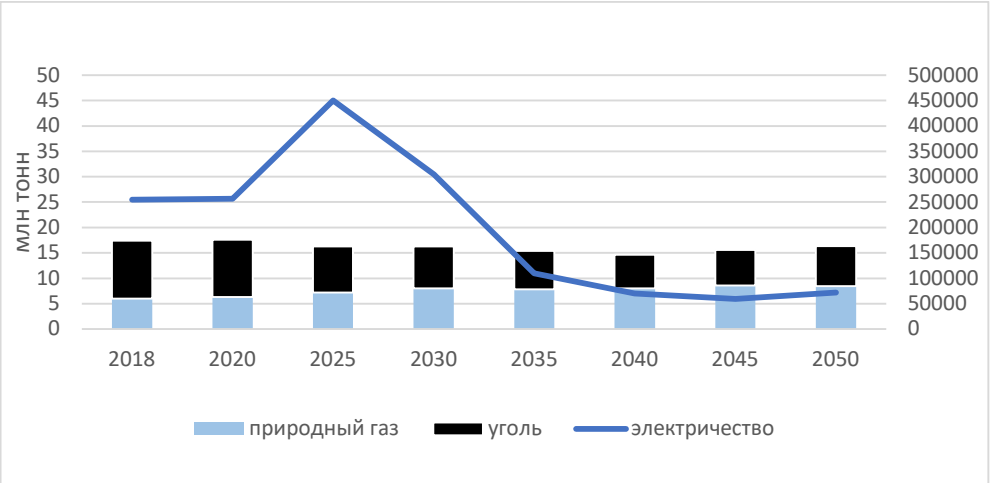
2.5.5 Шығарындылар

2.35-суретте ТКШ секторымен байланысты CO2 эквивалентінің жалпы шығарындыларының динамикасы көрсетілген.



Сурет 2.35 – CO2 эквиваленті шығарындыларының жалпы көлемі

Төменде отынның қарастырылған түрлері бойынша жылытуға арналған энергияны тұтынудан CO2 эквивалентінің шығарындыларының жалпы көлемі көрсетілген. 2020-2050 жылдар кезеңінде шығарындылар көлемі базалық сценарийге сәйкес біртіндеп төмендейді. 2050 жылы табиғи газ бен көмірдің шығарындылары жылына 8 млн тоннаны, электр энергиясынан жылына 0,72 млн тоннаны құрайды.



Сурет 2.36 – Отын түрі бойынша жылытудан CO2 эквиваленті шығарындыларының жалпы көлемі

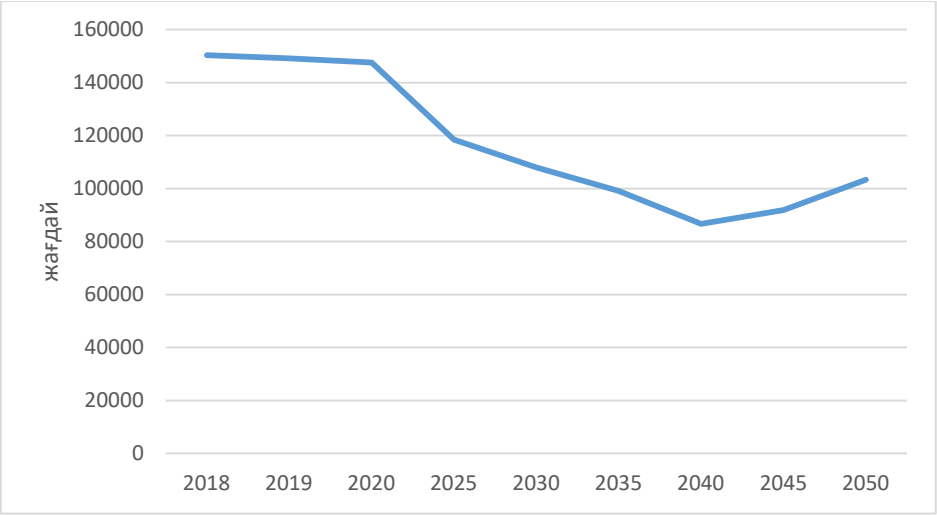
Ғимараттар секторынан CO2 эквивалентінің шығарындылары елдің аймағына, м2 және әр аймақтағы ғимарат түріне байланысты әр түрлі болады. Ғимараттар секторынан CO2 эквивалентінің жыл сайынғы болжамды шығарындылары аймақтар бойынша және жекелеген жылдар бойынша бөлінген 3.9-кестеде келтірілген.

Болжам бойынша, ғимараттардан жылыту 2020 жылдан 2050 жылға дейінгі кезеңде 1,07 млрд тонна шығарындыларды өндіреді.

Кесте 3.9 – елдің аймақтары бойынша ғимараттарды жылытудан CO2 эквивалентінің шығарындылары

Ғимараттар секторынан жылытуға CO2 эквивалентінің шығарындылары	**Бірлік**	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**
1-аймақ	млн. Тонна/жыл	7.45	6,87	5,66	3,61	6,51
2-аймақ	млн. Тонна/жыл	5.94	5,58	6	5	8,23
3-аймақ	млн. Тонна/жыл	1.24	1,6	2,24	3,54	5,25
4-аймақ	млн. Тонна/жыл	3.36	3,13	3,05	2,64	4,93

Модель негізінде көмірді тұтыну контекстінде тыныс алу аурулары жағдайларының саны бойынша талдау жүргізілді, ол төмендегі 3.35-суретте көрсетілген. Бұл көрсеткіш жылына 154129-дан 103330 жағдайға дейін төмендейді.



Сурет 2.37 – Көмірді пайдалану нәтижесінде тыныс алу ауруларының саны

2.5.6 Ғимараттар секторындағы шығындар мен пайдаларды талдау

Ғимараттар секторын экономикалық бағалау инвестициялар мен пайдалану және техникалық қызмет көрсету шығындарын, саясатпен негізделген қосымша пайданы және алдын алу шығыстарын ескере отырып, шығындар мен пайдаларды кешенді талдауды пайдалана отырып жүргізіледі. Ғимараттар секторы үшін шығындар мен пайданың кешенді талдауы 3.10-кестеде келтірілген. Ұсынылған мәндер 2020 жылдан 2050 жылға дейінгі кезеңдегі АҚШ долларындағы жиынтық сомалар болып табылады.

Нәтижелер көрсеткендей, энергияның жалпы құны 2020 2050 жылдар аралығында 33,06 миллиард долларды құрайды. 2020 жылдан 2050 жылға дейін жылытуға қажетті инвестициялар 0.74 миллиард АҚШ долларын құрайды, жылытуға бағытталған пайдалану және техникалық қызмет көрсету шығындары 0,68 миллиард АҚШ долларын құрайды, өйткені базалық сценарийде қосымша инвестициялар қарастырылмайды, мысалы NZE-де сияқты, декарбонизация арқылы. BAU сценарийінде жылытуға арналған энергияның болжамды құны 2020 жылдан 2050 жылға дейін 41миллиард АҚШ долларын құрайды.

Нәтижелерге сәйкес, жалпы алдын-ала әлеуметтік шығындар 2020 жылдан 2050 жылға дейін 31,56 миллиард АҚШ долларын құрайды. Алдын алу шығындарындағы ең үлкен үлесті 25,84 миллиард АҚШ долларын құрайтын көміртегі шығарындыларына байланысты алдын-ала әлеуметтік шығындар құрайды, одан кейін ауаның ластануына байланысты алдын-ала шығындар 5,7 миллиард АҚШ долларын құрайды.

Талдау көрсеткендей, негізгі сценарий бойынша іс-шараларды орындау кезінде қосымша пайда алдағы 30 жыл ішінде 75 миллион АҚШ долларын құрайды. Қосымша пайда құрылыс және қызмет көрсету арқылы алынған еңбек табысының нәтижесінде алынады.

Кесте 2.10 – Шығындар мен пайдаларды кешенді талдау

2020-2050 жылдардағы ғимараттар секторындағы шығындар мен пайдаларды талдау.	**Бірлік**	**Базалық сценарий**
Инвестициялар мен шығындар		
Ғимараттар	**жылына млн. АҚШ долл.**	**206 614**
Күрделі шығындар	жылына млн. АҚШ долл.	51 191
Пайдалану шығындары	жылына млн. АҚШ долл.	122 364
Энергия құны	жылына млн. АҚШ долл.	33 059
Жылыту технологиялары	**жылына млн. АҚШ долл.**	**42592**
Жылытуға жұмсалатын күрделі шығындар	жылына млн. АҚШ долл.	742
Жылытуға арналған пайдалану шығыстары	жылына млн. АҚШ долл.	682
Жылыту құны	жылына млн. АҚШ долл.	41 168
(1) Инвестициялар мен шығындар жиынтығы	жылына млн. АҚШ долл.	**249 206**
Әлеуметтік шығындар	жылына млн. АҚШ долл.	
Көміртегінің қоғамдық құны	жылына млн. АҚШ долл.	25 839

Ауаның ластануына байланысты шығындар (1-әдіс) Ауаның ластануының жалпы жылдық шығындары	жылына млн. АҚШ долл.	5 724
(2) Әлеуметтік шығындар жиынтығы	жылына млн. АҚШ долл.	**31 563**
Қосымша жеңілдіктер	жылына млн. АҚШ долл.	
Еңбек табысы	жылына млн. АҚШ долл.	**75 445**
құрылыс және қызмет көрсетуден	жылына млн. АҚШ долл.	73 846
жылыту жүйелерінен	жылына млн. АҚШ долл.	1 584
көмір өндіруден	жылына млн. АҚШ долл.	15
(3) Жалпы қосалқы жеңілдіктер	жылына млн. АҚШ долл.	**75 445**
(3) - (2) - (1) Таза интеграцияланған пайда (1-әдіс)	жылына млн. АҚШ долл.	
Тыныс алу органдары ауруларының әлеуметтік шығындары (2-әдістеме)	жылына млн. АҚШ долл.	708

3 Көмір секторы

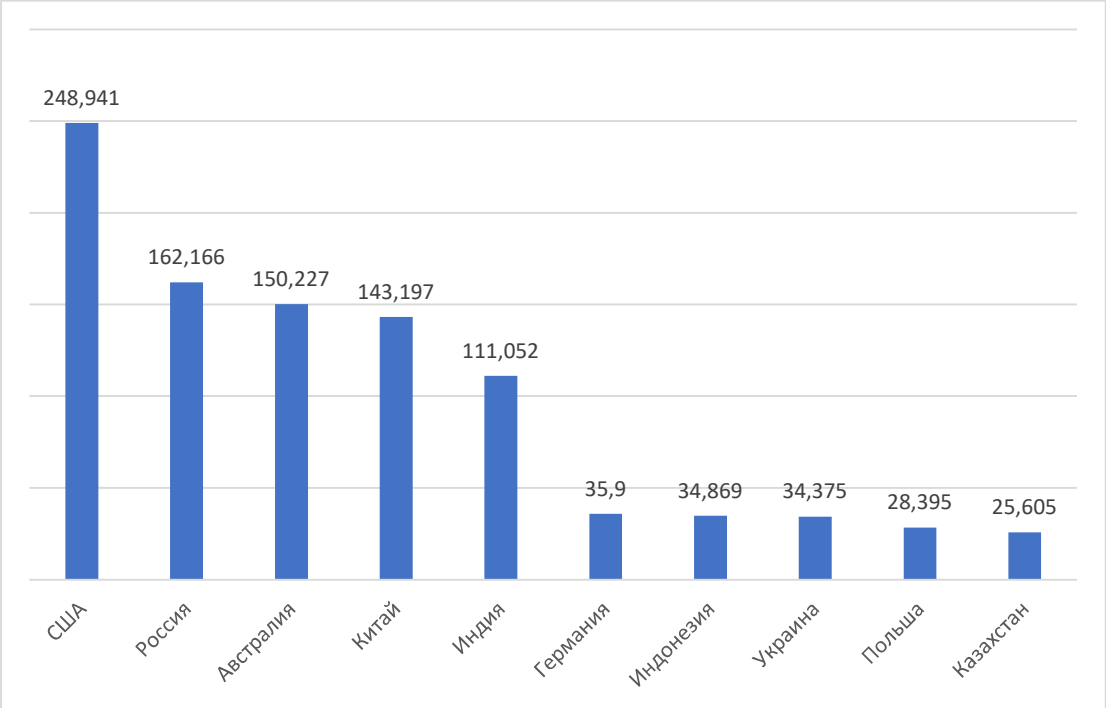
3.1 Қазақстандағы көмір секторын талдау

Қазақстанның көмір өнеркәсібі ел экономикасының маңызды салаларының бірі болып табылады.

Бүгінгі таңда Қазақстанның көмір өнеркәсібі отандық сектор мен халықтың отынға деген қажеттілігін толық қамтамасыз етіп, кокс өндіруді 100 пайыз, республика бойынша электр энергиясын өндіруді 74 пайыз жүктememен қамтамасыз етіп отыр. Дәл көмірдің арқасында еліміздегі электр энергиясы ТМД елдері мен әлемдегі ең арзан энергияның бірі болып табылады.

Дәлелденген көмір қоры бойынша Қазақстанон елдің қатарына кіреді.

British Petroleum (BP) жариялаған жыл сайынғы World Energy - 2021 статистикалық шолуына сәйкес, әлемдегі дәлелденген көмір қоры 1,074 трлн. тонна.Дүние жүзіндегі көмір қоры елдер бойынша (млрд тоннамен), оның ішінде Қазақстан 2021 жылы 3.1-суреттегі диаграммада көрсетілген.



3.1-сурет – Елдер бойынша дүние жүзіндегі көмір қоры (млрд тоннамен)

Қазақстан Республикасы әлемдік нарықта көмірді ең ірі өндірушілер мен экспорттаушылардың ондығына кіреді, ал қоры мен өндіру бойынша ТМД елдері арасында Ресей мен Украинадан кейін үшінші орында.

Дүние жүзіндегі ірі көмір өндіруші мемлекеттер («BP» бағалауы бойынша, Exajoules бойынша – энергетикалық бірлік) 4.1 кестеде көрсетілген.

3.1-кесте – Дүниежүзі елдеріндегі көмір өндіру (бағалау «BP», Exajoules – энергия бірліктері)

№	Ел атауы	Көмір өндіру (бағаланған «БР», экзажульде – энергия бірлігі)
1	Қытай	80.91
2	Индонезия	13.88
3	Үндістан	12.68

4	Австралия	12.42
5	АҚШ	10.71
6	Ресей	8.37
7	Оңтүстік Африка	5.97
8	Қазақстан	2.04
9	Польша	1.68
10	Колумбия	1.46

Көмір қоры бойынша Қазақстан жетекші елдердің ондығына кіреді және 25,605 млрд тоннаны құрайды. Барланған көмір қорының 90%-дан астамы Қазақстанның солтүстік-шығыс және орталық бөліктерінде шоғырланған.

Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігінің Ұлттық статистика бюросының мәліметі бойынша 2021 жылдың қаңтар-желтоқсан айларында Қазақстанда 111 742,4 мың тонна көмір өндірілді, бұл 2020 жылдың сәйкес кезеңімен салыстырғанда 109 227,6 пайызға артық. мың тонна).

3.2-кесте – 2020-2021 жылдары Қазақстандағы көмір өндіру

№ р/р	**Аймақ**	**қаңтар -желтоқсан,мың тонна**		**Δ, %**
		2020	**2021**	
1	Ақмола	50.9	488,0	958
2	Алматы	38.7	41.9	108
3	Жамбыл	84.7	113.5	134
4	Қарағанды	33 614.6	35 362.6	105
5	Павлодар	67 049,9	66 932.3	-99
6	Шығыс Қазақстан	8 388.8	8 804.1	105
	Қазақстан Республикасы бойынша барлығы	**109 227.6**	**111 742.4**	**102**

Елімізде 2021 жылдың қаңтар-желтоқсан айларында берілген көрсеткіштер бойынша 2020 жылдың сәйкес кезеңімен салыстырғанда елімізде көмір өндіру 2%-ға өскен.

2022 жылдың бірінші тоқсанында Қазақстан Республикасының көмір өндіруші кәсіпорындары 31,1 млн тонна тас көмір, қоңыр көмір және көмір концентраты өндірді, бұл бір жыл бұрынғыдан 7,4%-ға артық. Ақшалай есептегенде көмір өндіру 141 млрд теңгені құрады.

Қаңтар-ақпан айларында жалпы құны 120 млн долларды құрайтын 5,3 млн тонна тас көмір экспортталды, нақты көрсеткіште өсім 47,3% құрады, ақшалай алғанда бұл көрсеткіш бірден екі есеге өсті.

Көмір экспортының басым бөлігі ТМД елдеріне тиесілі: 61,2 млн долларға 3,7 млн тонна.Ресей негізгі импорттаушы болды: 3,3 млн тоннадан астам көмір – бір жыл бұрынғыдан 57,2%-ға артық. Үздік үштікке Қырғызстан мен Белоруссия да кірді.

ТМД-дан тыс елдерге 58,7 млн доллардың 1,6 млн тонна көмір жөнелтілді.Швейцария, Польша және Кипр қазақстандық өнімдердің негізгі импорттаушылары болды.

Ағымдағы жылдың наурыз айында республиканың өзінде баға 8,9%-ға өсті – бір тонна көмір 14,7 мың теңгеге дейін (33 доллар).

Өнеркәсіптік өндіріс индекстері 3.3 кестеде келтірілген.

3.3-кесте – Өнеркәсіп өндірісінің индекстері

Барлық сала	2021 жылғы қаңтар-желтоқсан 2020 жылға қарай,%	2022 жылдың қаңтары дейін	
		желтоқсан 2021,%	қаңтар 2021,%
Тау-кен және карьерлерді қазу	101.7	87.0	107.2
көмір өндіру	100.8	86.5	91.9
көмір өндіру (көмір концентратысыз)	100.9	83.4	91.1
шикі мұнай өндіру	100.3	99.2	112.6
табиғи газ өндіру	97.9	98.4	112.6
металл кендерін өндіру	104.2	75.4	98.5
темір рудасын өндіру	102.1	101.5	98.1
темірден басқа кендерді өндіру	104.6	70.6	98.6
басқа пайдалы қазбаларды өндіру	96.1	76.9	107.1
тау-кен өнеркәсібінде қызмет көрсету	104.3	28.7	106.6

Тау-кен өнеркәсібі және карьерлерді қазу саласында 2022 жылғы қаңтарда IPI 107,2%-ды құрады, бұл шикі мұнай мен табиғи газ өндірудің (112,6%), басқа да пайдалы қазбалардың (107,1%) және тау-кен қызметтерін көрсетудің (106,6%) өсуі есебінен болды.

Көмірдің төмен құны экспорт үшін де, мысалы, Қазақстан экономикасының бәсекеге қабілеттілігі үшін де стратегиялық мағынаға ие. Көмірдің төмен құны энергия шығындарын төмендетеді, бұл шын мәнінде қазақстандық компаниялар үшін жоғары табыс әкеледі. Екінші жағынан, көмірді ауыр пайдалану ауаның ластануын және денсаулық сақтау шығындарын арттырады, сонымен қатар жеке сектордағы қоршаған ортаны сақтау құнын арттырады.

Көмір секторының үлгісі көмір өнеркәсібін, көмірге байланысты шығындар мен пайдаларды, жұмыспен қамту, парниктік газдар шығарындылары және денсаулық нәтижелері сияқты әлеуметтік және экологиялық нәтижелерді

қарастырады. Көмір секторының үлгісі штат деңгейіндегі сценарийлерді имитациялайды, сектордың қалаған нәтижесіне қол жеткізу үшін төменгі белгілер пайдаланылмайды.

Бизнес-модель үшін 4 тенденция болжанады:

1) болжамдыболашақта көмір құнының өсуі, бұл шын мәнінде елдегі көмір мен электр энергиясын барлық сатып алушыларға әсер етеді;

2) экспорттық әлеуеттің төмендеуі ықтимал, бұл Ресеймен саудадан түсетін пайдаға әсер етеді;

3) 1 және 2 нәтижелерді болдырмау үшін субсидия түріндегі мемлекеттік көмек қажет;

4) Халықаралық сауда серіктестері (мысалы, ЕО) шекаралық көміртегі тарифі (СВА) сияқты саясаткерлердің көмегімен көміртекті көп тұтынатын салалар мен өнімдерді тиімсіз күйге келтіретін саясатты қабылдауы мүмкін.

Соңғы тенденция жеке сектордың кірістерінің қысқаруына, тиісінше, көмір мен электр энергиясының қымбаттауынан қысым көріп отырған пайданың төмендеуіне әкеледі.

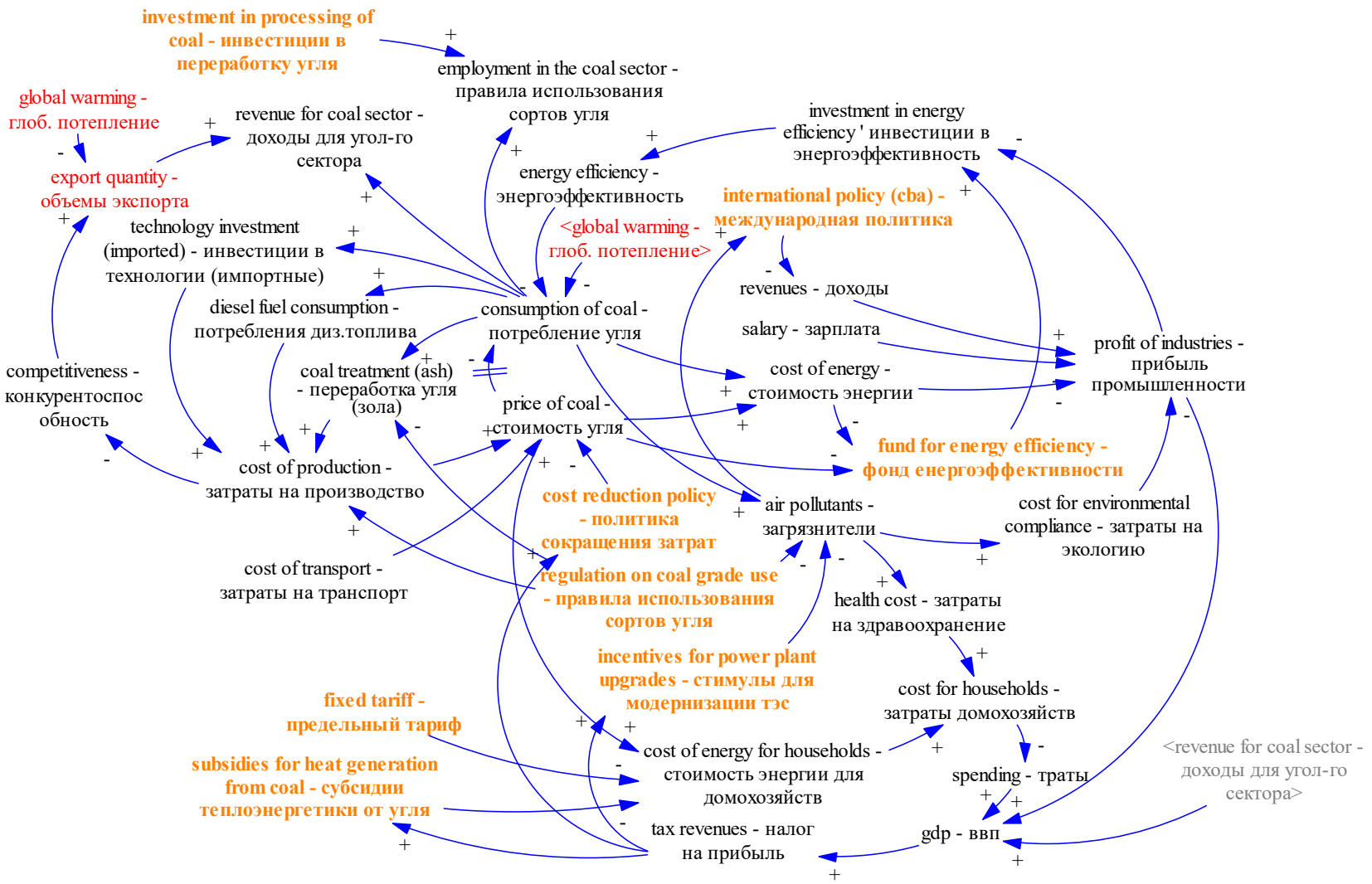
Осылайша, шығындардың өсуіне және халықаралық саясаттағы өзгерістерге байланысты бәсекеге қабілеттілік жоғалатын сценарий туындайды. Субсидияларды көбейту тек бірінші мәселені шешеді, екіншісін ушықтырады.

Денсаулық сақтаудың жаңа шешімдері де қажет (мысалы, көмір тұтынуды реттеу және ауаның ластануын азайтатын, бірақ көмірдің құнын көтеретін электр станцияларын жаңғырту), энергия тиімділігі қорын құру (мысалы, көмірдің құны төмендегенде, қор орта мерзімді перспективада энергия тиімділігін арттыруға инвестицияларды ынталандыру үшін құрылады) ашық бағаларды енгізе отырып (электр энергиясын өндіру сияқты отынның басқа түрлеріне жеке инвестицияларды ынталандыру үшін). Ақырында, көмір өндіру мен тасымалдауда дәстүрлі жұмыспен қамтудың төмендеуіне қарсы тұру үшін ішкі құн тізбегін кеңейту үшін өңдеуге

инвестициялау көзделеді (мысалы, газдандыру немесе сұйылту және энергия/химия өндірісі үшін).

3.2-сурет себеп-салдарлық диаграмма (көмір секторының жүйелік картасы).

Себептік цикл схемасы-бұл жүйенің барлық элементтері компоненттері және олардың өзара әрекеттесуі бар картасы. Өзара әрекеттесуді және, демек, кері байланыс ілмектерін түсіре отырып, себеп-салдарлық байланыс диаграммасы жүйенің құрылымын ашады. Жүйенің құрылымын біле отырып, жүйенің мінез-құлқын белгілі бір уақыт кезеңінің бағытына енгізу мүмкін болады.



3.2-сурет – Себептік байланыс схемасы (көмір секторының жүйелік картасы)

3.2 Модельдің құрылымдық сипаттамасы

Бұл бөлімде көмір өндірудің негізгі көрсеткіштері қалай анықталатыны және есептелетіні сипатталған. Үлгінің соңғы нұсқасы TIMES үлгісіндегі параметрлер мен нәтижелерді біркелкі біріктіру үшін Excel электрондық кестесінен параметрлерді тікелей импорттауға мүмкіндік беру үшін өзгертілді. Бұл келесі айнымалыларға қатысты:

- Көмір өндіру тарифтері
- экспортталатын көмір үлесі
- Көмір импорты
- электр энергиясын өндіру үшін көмірді тұтыну

Деректерді импорттау Vensim бағдарламасына Excel электрондық кестесінен деректерді оқуға мүмкіндік беретін GET XLS DATA функциясы арқылы орындалады. Экспортталатын көмірдің импорттық үлесі үшін келесі теңдеу тұжырымдалады:

TIMES – экспортталған көмір үлесі = XLS DATA АЛУ('KAZ_TIMES_data import.xlsx' , 'Coal' , 'B1' , 'B4')

GET XLS DATA функцияларын пайдалану SD моделінің параметрлерін TIMES нәтижелерімен толық сәйкестендіруге мүмкіндік береді. Онда деректер импортталатын электрондық кесте, сәйкес деректер тізімі бар парақ, «уақыт» жолы, яғни B1 және импортталған уақыт қатарының бірінші ұяшығы бар. Бұл тәсіл көптеген әртүрлі параметрлер әсер ететін бір үлгілерде бірнеше итерацияларды орындау үшін пайдалы.

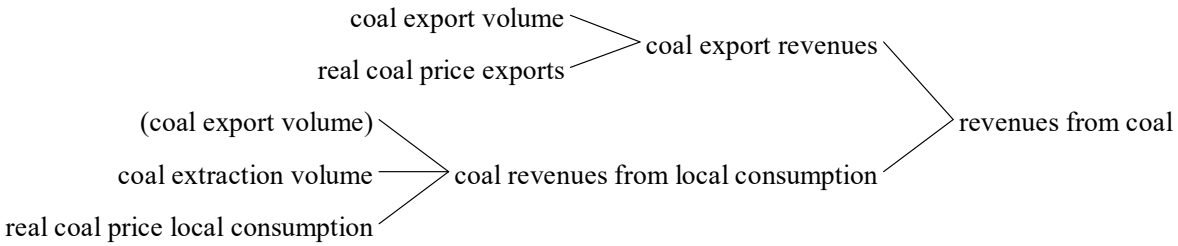
3.2.1 Көмір өндіру көлемі және салалық ЖІӨ

Модельде көмір өндіру экзогендік жолмен белгіленеді. Әртүрлі сценарийлер үшін ішкі сұраныс пен экспорттық әлеуетке негізделген болжамдар қолданылады. Отандық көмір тұтыну келесі теңдеу арқылы есептеледі:

ішкі көмір тұтыну = көмір өндіру - көмір экспорты + көмір импорты

кесте(уақыт)

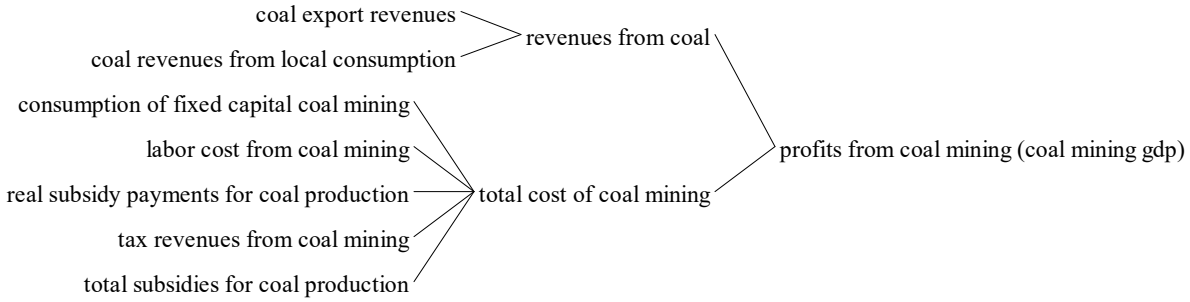
Көмірді сатудан түсетін түсімдер көмір экспорты мен ішкі тұтынуды тиісті көмір бағасына көбейту арқылы есептелетін экспорттық және ішкі кірістердің сомасы ретінде бағаланады. 4.3-суреттегі себеп-салдарлық байланыс ағашы көмірден түсетін табысты есептеу үшін пайдаланылатын айнымалыларға шолу жасайды.



3.3-сурет – Көмірден түсетін табыстың себептік ағашы

Көмір бағасы экспорт үшін де, ішкі тұтыну үшін де ұлттық статистикада (Қазақстан Республикасының Стратегиялық жоспарлау және реформалар жөніндегі агенттігінің Ұлттық статистика бюросы, 2021 жыл) көрсетілген тарихи сату бағаларына және ЭЫДҰ-дан алынған көмір тоннасына орташа субсидияға (2014) байланысты. Егер субсидиялар тоқтатылатын болса, баға пропорционалды түрде көтеріледі.

Көмір өндірудің ЖІӨ кіріс пен өндіріс шығындарының айырмасы ретінде есептеледі. Көмір өндірудің ЖІӨ есептеу үшін қолданылатын айнымалылар 3.4-суретте көрсетілген.



3.4-сурет Көмірден түсетін табыстың себептік ағашы

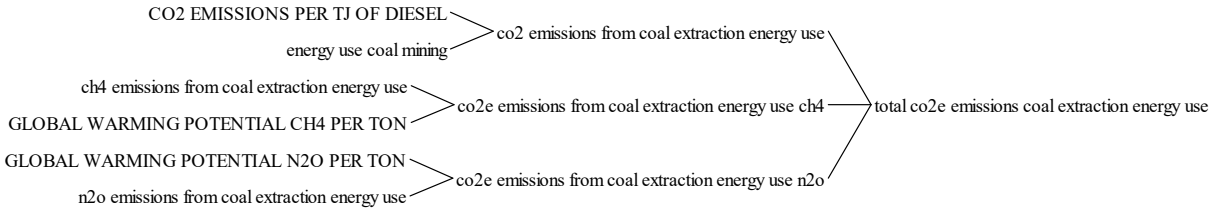
3.2.2 Энергияны тұтыну және шығарындылар

Көмір өндіру көмір секторында тау-кен өндіруге де, тасымалдауға да энергия тұтынудың негізгі қозғаушы күші болып табылады деп болжануда. Көмір өндіруге жұмсалатын энергия шығыны көмір өндіруді бір тоннаға орташа энергия шығынына көбейту арқылы есептеледі:

көмір өндірудегі энергия шығыны = өндірілген көмірдің көлемі * ӨНДІРІЛГЕН КӨМІР ТОННАСЫНА ОРТАША ЭНЕРГИЯ ТҰТЫНУЫ

Көмір өндіруге арналған энергияны тұтынуды кіріс ретінде пайдалана отырып, модель ҚРЭГжТРМ көбейткіштерін пайдаланып көмір өндіруден шыққан CO_2, CH_4 және N_2O шығарындыларын есептейді. CH_4 және N_2O үшін CO_2 эквивалентін алу үшін түрлендіру коэффициенті қолданылады. Көмір өндірудегі энергияны тұтынудан болатын жалпы CO_2 эквивалентті шығарындылары CO_2, CH_4 және N_2O-дан CO_2 эквивалентті шығарындыларының қосындысы болып табылады. Көмір өндіруден энергия тұтынудан болатын жалпы CO_2 эквивалентті шығарындыларын есептеу үшін пайдаланылатын

айнымалылар 3.5-суретте берілген.3.5-сурет - Көмір өндірудегі энергияны тұтынудың жиынтық CO2 эквивалентті шығарындыларының себептік ағашы



3.5-сурет - Көмір өндірудегі энергияны тұтынудың жиынтық CO_2 эквивалентті шығарындыларының себептік ағашы

Дәл осындай тәсіл көмірді тасымалдаумен байланысты CO_2 эквивалентті шығарындыларын есептеу үшін қолданылады. Модельдің тасымалдау бөлігінде көмірді учаскеде тасымалдау, көмірді пойызбен тасымалдау және көмірді автокөлікпен тасымалдау үшін энергия шығыны қарастырылады.

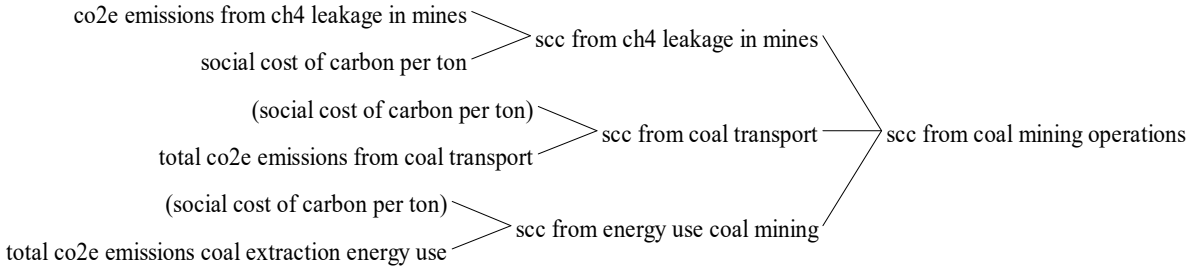
Объектіде көмір тасымалдау үшін энергияны тұтыну көмір өндіру көлемін объектіде көмір тасымалдау үшін орташа энергия тұтыну коэффициентіне көбейту жолымен есептеледі. Көмірді темір жол көлігімен де, жүк көлігімен де тасымалдау үшін орташа тасымалдау қашықтығы ескеріледі және энергия шығыны және онымен байланысты шығарындыларды бағалау үшін жүріп өткен километрге (поезд және жүк көлігімен) қашықтық пен энергия шығыны негізінде энергия шығыны есептеледі.

Көмірді темір жол көлігімен тасымалдау кезіндегі энергия шығынының мысалы:

көмірді темір жол көлігімен тасымалдауға арналған энергия шығыны = КӨМІРДІ ТЕМІР ЖОЛ КӨЛІГІМЕН ТАСЫМАЛДАУ ТЕМІРЖОЛ АРҚЫЛЫ ТОННА-КИЛОМЕТРГЕ ОРТАША ЭНЕРГИЯ ТҰТЫНУ * ТЕМІРЖОЛ АРҚЫЛЫ КӨМІРДІ ТАСЫМАЛДАУДЫҢ ОРТАША ҚАШЫҚТЫҒЫ

Көмірді тасымалдауға байланысты шығарындыларды есептеу үшін көмір өндірудегі энергияны тұтынудан шығарындыларды есептеудегідей тәсіл қолданылады. Өндіріс орнындағы тасымалдауға, сондай-ақ темір жол және жүк көліктерімен тасымалдауға арналған энергия шығыны тиісті шығарындылар көбейткішіне (CO_2, CH_4 және N_2O) көбейтіледі, содан кейін шығарындылар CO_2 эквивалентіне түрлендіріледі және қосылды.

Көмірмен байланысты шығарындылар көміртектің қоғамдық құнын (ККҚ) есептеу үшін пайдаланылады, Nordhaus (2017) сәйкес CO_2 эквивалентінің бір тоннасына 31 АҚШ доллары мөлшерінде. Көмір өндіруден, көмірді тасымалдаудан және шахталардан CH_4 ағуынан болатын сәйкес CO_2 эквивалентті шығарындылары CO_2 эквивалентінің тоннасына шаққанда ТАС-қа көбейтіледі. Көмір өндіру жұмыстарынан алынған жалпы ТЖК көмір өндіруден, көмірді тасымалдаудан және шахталардағы CH_4 ағуынан алынған ТҚР сомасы болып табылады және 3.6-суретте көрсетілген.



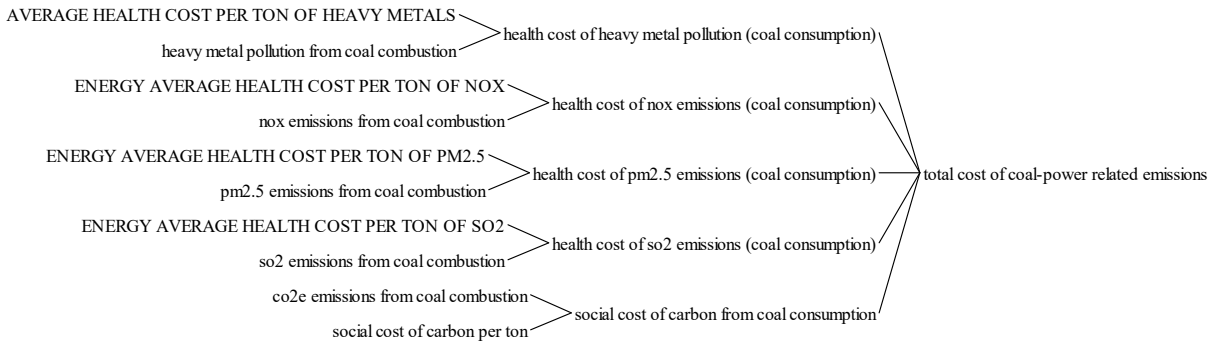
3.6-сурет – Көмір өндіруден алынатын көміртегінің әлеуметтік құнының себеп-салдар ағашы

3.2.3 Көмірдің денсаулыққа әсері

Көмірмен байланысты ауаның ластануынан денсаулық сақтау шығындары KAZ LEDS үлгісінде көмір өндірудің негізгі сыртқы факторы ретінде қарастырылады. Денсаулық сақтау шығындарын бағалау үшін үш түрлі әдіс қолданылады:

1) Шығарындыларды бағалау

1-тәсілдегі көмірдің денсаулық сақтау шығындары көмір өндіруге байланысты шығарындыларды шығарындылардың әрбір түрі үшін (CO_2 баламасы, $pm_{2,5}$, SO_2, NO_x) тоннаға есептелген көбейткішке көбейту арқылы есептеледі. 4.7-суретте көмірмен жұмыс істейтін электр энергиясының шығарындыларының жалпы құнын бағалау үшін қолданылатын айнымалыларға шолу берілген. Модельдегі ауыр металдардың ластануы есептеледі; алайда судың ауыр металдармен ластануының есептік мультипликаторын алу мүмкін болмады, сондықтан бұл шығындар барлық сценарийлерде нөлге тең.



3.7-сурет – Көмірмен жұмыс істейтін энергия шығарындыларына байланысты жалпы шығындардың себеп-салдар ағашы

2) Тыныс алу органдарының ауруларына байланысты денсаулық сақтау саласына мемлекеттік шығындар.

Екінші тәсіл көмірмен байланысты респираторлық аурулармен байланысты қоғамдық денсаулық сақтаудың таза шығындарын пайдаланады. Денсаулық сақтауға арналған мемлекеттік шығыстар Қазақстандағы инфекциялық емес аурулар бойынша Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының (2019) зерттеуінен алынды, ал жағдайлардың саны Ахметовтың деректері негізінде бағаланады (2014). Көмірмен байланысты респираторлық аурулар жағдайларының санын есептеу теңдеуі төменде келтірілген:

«көмір өндіруге байланысты респираторлық аурулар» = өндірілген көмір көлемі * Өндірілетін көмірдің бір тоннасына ТЫНЫС ЖОЛДАРЫ АУРУЛАРЫНЫҢ ОРТАША САНЫ

Содан кейін респираторлық аурулардың саны респираторлық аурулардың әрбір жағдайы үшін үкіметтің денсаулық сақтауға жұмсаған орташа шығындарына көбейтіледі. Аурулар санын бір жағдайға жұмсалған орташа шығынға көбейту тыныс алу жолдарының ауруларымен байланысты денсаулық сақтаудың жалпы жылдық шығындарын береді.

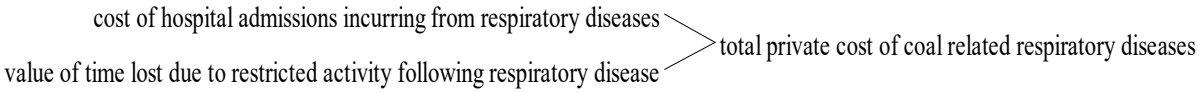
3) Өндірілген көмірдің тоннасына шаққандағы денсаулық сақтаудың орташа шығындары

Зубовтың (2007) айтуынша, көмірмен байланысты денсаулық сақтау шығындарын бағалаудың үшінші тәсілінде жыл сайынғы көмір өндірісі және денсаулық сақтау шығындарының тұрақты мультипликаторы қолданылады, оған Ахметов сілтеме жасайды (2014). 2007 жылы өндірілген көмірдің тоннасына денсаулық сақтау шығындары жан басына шаққанда 70,6 долларды құрады. 2007 жылы 15,57 миллион халықты есепке алғанда, көмірге байланысты денсаулық сақтау шығындары 2007 жылы шамамен 1,1 миллиард АҚШ долларын құрады. 2007 жылы көмір өндіруді ескере отырып (шамамен 99,1 млн. тонна), бұл өндірілген көмірдің бір тоннасына шамамен 11,09 АҚШ доллары көлеміндегі орташа шығынға балама. Осы тәсіл бойынша көмірдің денсаулық сақтау шығындары өндірілген көмірдің көлемін өндірілген көмірдің бір тоннасының орташа құнына көбейту арқылы есептеледі:

көмірді тұтынумен байланысты респираторлық ауруларға байланысты денсаулық сақтау шығындары = өндірілген көмір көлемі * ӨНДІРІЛГЕН КӨМІР ТОННАСЫНА ДЕНСАУЛЫҚ ШЫҒЫНЫ

Көмірмен байланысты респираторлық аурулардың жалпы жеке құнын есептеу үшін ауруханаға жатқызу және мүгедектік күндердің құны есепке

алынады. 3.8-суретте жеке шығындарды есептеу үшін пайдаланылатын айнымалыларды бейнелейтін себептік ағаш көрсетілген.



3.8-сурет – Көмірмен байланысты респираторлық аурулардың жалпы жеке шығындарының себеп-салдар ағашы

Ауруханаға жатқызу құны көмірмен байланысты респираторлық ауруларға байланысты ауруханаға жатқызудың жыл сайынғы санын ауруханаға жатқызудың орташа құнына (CE Delft, Infras & Fraunhofer ISI , 2011) жоғарыда келтірілген формула бойынша көбейту арқылы есептеледі:

респираторлық ауруларға байланысты госпитализация құны = респираторлық ауруларға байланысты жыл сайынғы госпитализация * ауруханаға жатқызудың орташа құны

Тыныс алу ауруларына байланысты еңбекке жарамсыздық уақыты жағдайлардың санын шектеулі белсенділік күндерінің орташа санына көбейту арқылы есептеледі (CE Delft, Infras & Fraunhofer ISI , 2011). Шектеулі жұмыс күндеріне байланысты жоғалған уақыт құны шектеулі қызмет күндерінің санын жоғалтқан өнімділіктің есептік сағаттарына және уақыт құнына көбейту арқылы есептеледі.

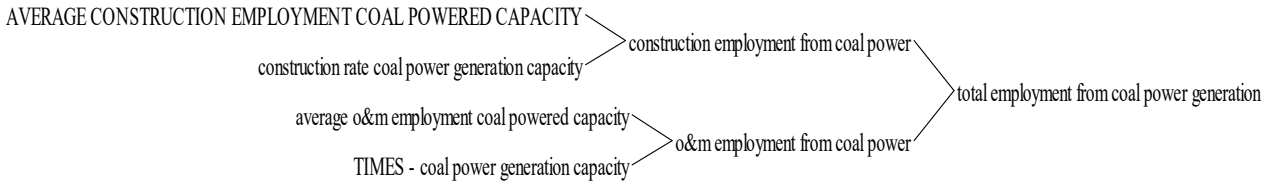
респираторлық аурудан кейін шектелген белсенділікке байланысты жоғалтқан уақыт құны = көмірмен байланысты респираторлық ауруға байланысты шектеулі белсенділік күндерінің саны* ЖОГАЛТЫЛҒАН ӨНІМДІ УАҚЫТТЫҢ БАСҚАН САҒАТтары * ОРТАША ШЫҒЫН

3.2.4 Көмір секторындағы жұмыспен қамту

KAZ LEDS көмір секторының моделі көмір өндірудегі жұмысты және көмірмен жұмыс істейтін электр энергиясын өндірудегі жұмысты қарастырады. Көмір өндірудегі жұмысбастылық өндірілген көмір көлемін өндірілген көмірдің тоннасына шаққандағы жұмыспен қамту коэффициентіне көбейту арқылы есептеледі:

Көмір өндірудегі жұмыспен қамтылу = көмір өндіру көлемі * ТОННА КӨМІР ӨНДІРУДЕГІ ЖҰМЫС КЕСТЕСІ(Time)

Көмірмен жұмыс істейтін электр қуатын өндіруден алынған жұмыспен қамту көмірмен жұмыс істейтін электр станцияларының құрылыс қарқыны мен белгіленген қуаттылығын (TIMES-тен алынған) сәйкесінше салынған немесе орнатылған қуаттылықтың бір МВт-ға орташа құрылыс және пайдалану және жөндеу жұмысының нормасына көбейту арқылы есептеледі. Көмір өндіру қуатына негізделген жұмысбастылықты есептеу үшін қолданылатын айнымалылар 3.9-суретте берілген



3.9-сурет – Көмірмен жұмыс істейтін электр энергиясының ТДж-ға шаққандағы жұмыспен қамтудың себептік ағашы

Көмір өндіруге және электр энергиясын өндіруге байланысты еңбек кірісі келесі теңдеуде көрсетілгендей, тиісті жұмыс орнын орташа жылдық жалақыға көбейту арқылы есептеледі:

көмір өндіруден түскен еңбек табысы = көмір өндірудегі жұмыс орны * КӨМІР ӨНДІРУДЕГІ ОРТАША ЖЫЛДЫҚ ЖАЛАҚЫ КЕСТЕСІ (Time)

Көмірмен байланысты жалпы еңбек табысы – бұл көмір өндіруден және көмірмен жұмыс істейтін электр энергиясын өндіруден түскен еңбек табысының қосындысы.

3.3 Нәтижелердің сипаттамасы

Бұл бөлімде KAZ LEDS көмір секторы моделінің негізгі көрсеткіштеріне шолу жасалады. Нәтижелер BAU, GE және DD сценарийлері үшін ұсынылған. Төмен көміртекті сценарийлер үшін көмір өндіруді, экспортты және электр энергиясын өндіруге арналған көмірді тұтынуды қысқарту TIMES үлгісінде үлгіленді және өзара байланысты сыртқы әсерлерді бағалау үшін SD үлгісінде пайдаланылды.

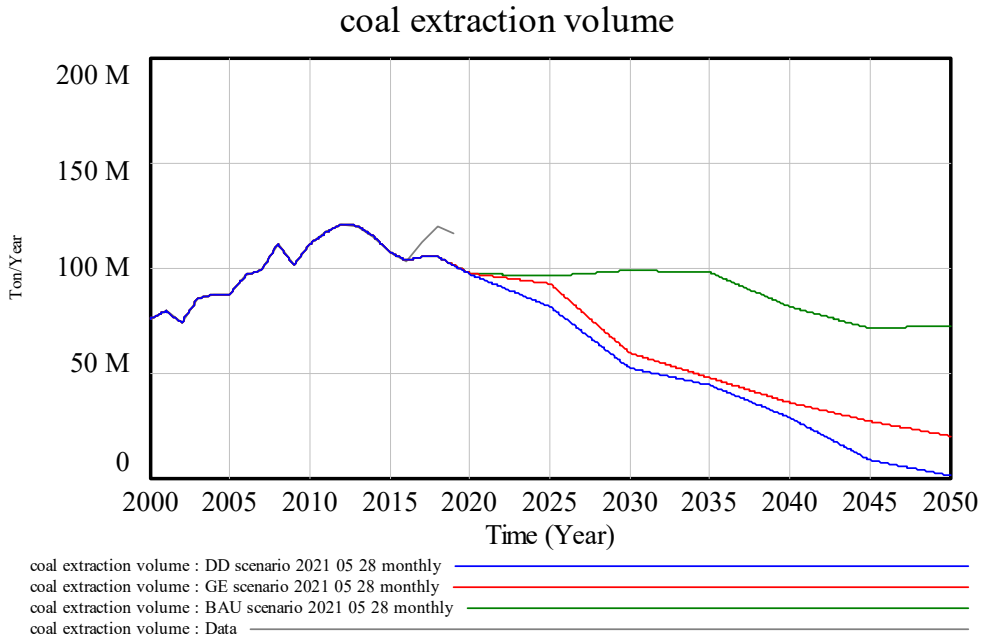
Сонымен қатар, көміртекті төмен сценарийлер көмірдің тоннасына субсидияларды азайтуды, сондай-ақ жылу электр станциялары үшін ластану қарқындылығын төмендетуді болжайды. Жоспарланған іс-шараларды жүзеге асыру 2020 жылдан 2050 жылға дейінгі кезеңде сызықты түрде жүзеге асырылады деп болжануда. GE және DD сценарийлерінде енгізілген болжамдар 3.4-кестеде берілген.

3.4-кесте – GE және DD сценарийлерінің болжамдары – көмір өндіру

Индекс	Болжам
2020 жылы бір тонна көмірге субсидия	100%
2030 жылы бір тонна көмірге субсидия	75%
2020 жылы көмір өндіру	100%

2030 жылы көмір өндіру	75%

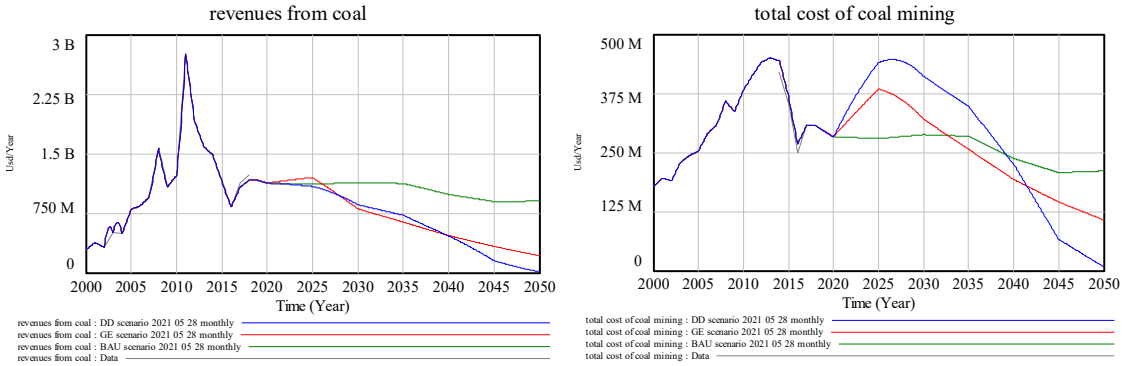
BAU және LEDS сценарийлеріндегі көмір өндіру динамикасы көрсетілген 3.10-сурет – Көмір өндіру – BAU, GE және DD сценарийі. BAU көмір өндірісі 2019 жылдан кейін 116,16 миллион тонна көлемінде тұрақты болып қалады деп күтілуде. СИД сценарийінде көмір өндірудің 25%-ға қысқаруы көмір өндірудің 2020 жылы 116,16 миллионнан 2030 жылы 87,12 миллионға дейін төмендеуіне әкеледі. 2030 жылдан кейін LEDS сценарийі бойынша көмір өндіру жылына 87,12 миллион тонна деңгейінде сақталады.



3.10-сурет – Көмір өндіру – BAU, GE және DD сценарийі
көмір өндіру көлемі, x – уақыт (жыл), y – тонна/жыл көмір өндіру көлемі DD, GE, BAU сценарийлері бойынша

2020 және 2050 жылдар аралығында көмір өндіруден түсетін жиынтық кірістер сәйкесінше BAU, GE және DD сценарийлерінде $32,26 млрд, $20,82 млрд және $19,38 млрд болады. Болжамдар көмір өндірудің төмендеуі алдағы 30 жылда салалық ЖІӨ-ні 11,14 миллиард АҚШ долларына (GE сценарийі) және 13,23 миллиард АҚШ долларына (DD сценарийі) немесе шамамен 371,25 миллион АҚШ долларына (GE сценарийі) және 441,02 миллион АҚШ долларына (DD сценарийі) азайтатынын көрсетеді.) жылына орта есеппен.

Салалық ЖІӨ-нің төмендеуі субсидиялардың қысқаруымен емес, өндірістің қысқаруымен байланысты. Себебі бұл сценарий толық шығындарды аударуды болжайды. Бұл субсидияларды алып тастауға байланысты өндіруші шығындарының өсуіне байланысты көмір секторының ЖІӨ-ні бір деңгейде ұстап тұру үшін бағалар баламалы сомаға көтерілетінін білдіреді. 3.11-суретте сәйкесінше BAU, GE және DD сценарийлерінде көмір табысының (сол жақта) және жалпы көмір өндіру шығындарының (оң жақта) эволюциясы көрсетілген.

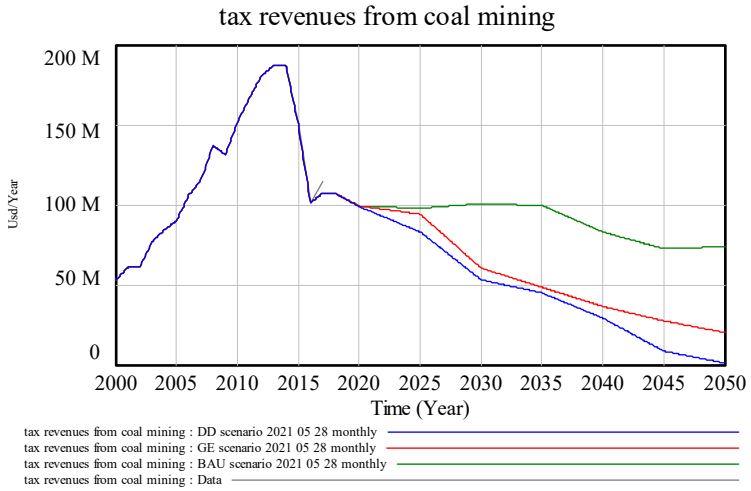


3.11-сурет - Көмір өндіруден түскен кірістер және көмір өндірудің жалпы құны - BAU, GE және DD сценарийлері бойынша көмір өндіруден түскен кірістер, х - уақыт (жыл), у - доллар/жыл DD, GE, BAU сценарийлері бойынша көмір өндіруден түскен кірістер ай сайын көмір өндіруден түскен кіріс: деректер көмір өндірудің жалпы құны, х – уақыт (жыл), у – АҚШ доллары/жыл DD, GE, BAU сценарийлері бойынша көмір өндірудің жалпы құны көмір өндірудің айлық жалпы құны

Көмір өндіруден түсетін салық түсімдерінің динамикасы 3.12-суретте көрсетілген. Көмір өндіруден түсетін пайданың төмендеуінен басқа, көмір өндіруден түсетін салық түсімдері де азаяды деп болжануда.

Көмір өндіруден түсетін орташа жылдық салық түсімдері сәйкесінше BAU үшін 92,47 миллион долларды, GE үшін 55,19 миллион долларды және DD үшін 44,91 миллион долларды құрайды. TIMES болжаған траектория 2020 және 2050 жылдар аралығында GE сценарийіндегі көмірден түсетін жалпы кірістердің 1,12 миллиард долларға төмендеуіне әкеледі, бұл келесі 30 жыл ішінде жалпы салық түсімдерінің 40,3%-ға төмендеуіне тең. DD сценарийінде 2020 және 2050 жылдар аралығында көмір өндіруден түсетін салық түсімінің жиынтық төмендеуі $1,43

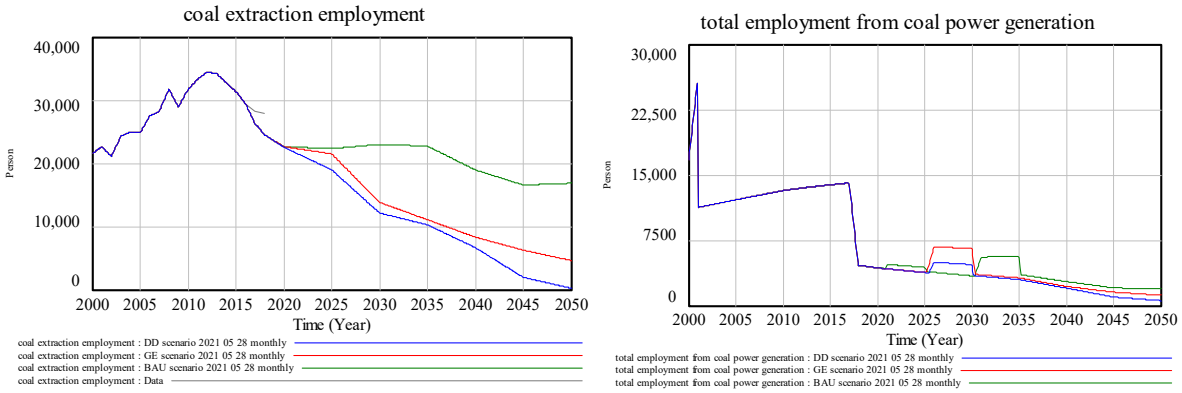
млрд құрайды, нәтижесінде 2020 және 2050 жылдар аралығындағы жиынтық салық түсімдері BAU сценарийімен салыстырғанда 41,4% төмен болды.



3.12-сурет - Көмір өндіруден түсетін салық түсімдері - BAU және LEDS сценарийлері көмір өндіруден түсетін салық түсімдері, x - уақыт (жыл), y - АҚШ доллары/жыл
DD, GE, BAU сценарийлері бойынша көмір өндіруден түсетін салық түсімдері
Көмір өндіруден түсетін айлық салық түсімдері

GE және DD көрсеткен сценарийде көмір өндірісінің төмендеуі және көмірмен жұмыс істейтін электр қуатын өндіру қуатының төмендеуі нәтижесінде көмір секторындағы жұмыспен қамту азайып келеді. Модель 2019 жылдан кейін өндірілген көмірдің тоннасына тұрақты мультипликаторды пайдаланады, сондықтан BAU сценарийінде 2020 және 2050 жылдар аралығында көмір өндіруді 25,5%-ға қысқарту 2050 жылға қарай 2020 жылғымен салыстырғанда көмір өндіруде жұмысбастылықтың 25,5%-ға қысқаруына әкеледі. көмір өндіру секторында қалған жұмыс орындары. GE және DD сценарийінде көмір өндірудегі жұмыспен қамту 2020 жылы 22 600 жұмыс орнынан 2050 жылы сәйкесінше 4 600 және 240 жұмыс орнына дейін төмендейді. TIMES болжанған көмірді өндіру қуатының төмендеуі BAU сценарийінде көмірмен жұмыс істейтін электр энергиясын өндірудегі жұмысбастылықтың 55,7%-ға қысқаруына әкеледі. Белгіленген жұмыс орындарының саны 2020 жылы 4300 жұмыс орнынан 2050 жылға қарай 1900 жұмыс орнына дейін азаяды. GE және DD сценарийінде көмірмен жұмыс істейтін өндірісті жылдамдатылған кезең-кезеңімен тоқтату

электр энергиясын өндірудегі жұмысбастылықтың едәуір қысқаруына әкеледі. 2050 жылы GE сценарийінде көмірмен жұмыс істейтін 1200 жұмыс орны және DD сценарийінде шамамен 590 жұмыс орны қалады деп болжануда. 4.13-суретте көмір өндіру және көмір өндіруде BAU, GE және DD сценарийлерінде тарихи деректермен салыстырғандағы жұмысбастылық динамикасы көрсетілген. және DD сценарийінде шамамен 590 жұмыс орны. 4.13-суретте көмір өндіру және көмір өндіруде BAU, GE және DD сценарийлерінде тарихи деректермен салыстырғандағы жұмысбастылық динамикасы көрсетілген. және DD сценарийінде шамамен 590 жұмыс орны. 3.13-суретте көмір өндіру және көмір өндіруде BAU, GE және DD сценарийлерінде тарихи деректермен салыстырғандағы жұмысбастылық динамикасы көрсетілген.

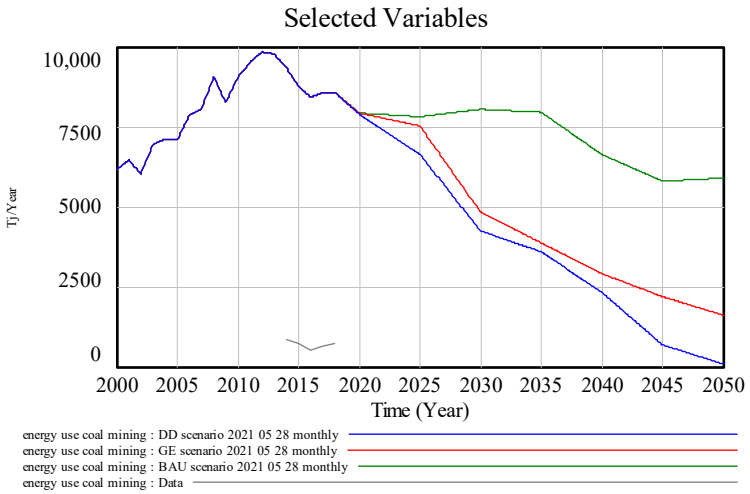


Сурет 3.13- Көмір өндірудегі жұмыспен қамту және көмір энергетикасындағы жұмыспен қамту - BAU, GE және DD сценарийлері Көмір өндірудегі жұмыспен қамту, x - уақыт (жыл), y - адам, DD, GE, BAU сценарийлері бойынша көмір өндірудегі жұмыспен қамту ай сайын
көмір өндірудегі жұмыспен қамту: деректер көмір энергетикасындағы жалпы жұмысбастылық, x – уақыт (жыл), y – адам, DD, GE, BAU сценарийлері бойынша көмір энергетикасындағы жалпы жұмыспен қамту ай сайын

Осылайша, көмір өндірудегі және көмірмен жұмыс істейтін электр энергиясын өндірудегі жұмыспен қамтудың қысқаруы көмір секторында алынатын жалпы еңбек кірісінің төмендеуіне әкеледі. 2020 және 2050 жылдар аралығында көмір секторы өндірген жалпы еңбек кірісі сәйкесінше BAU сценарийінде $532,84 млн, GE сценарийінде $344,14 млн және DD сценарийінде $282,15 млн құрайды. Бұл қысқарту 2020 және 2050 жылдар аралығындағы 188,7 миллион долларға (GE сценарийі) және 250,69 миллион долларға (DD сценарийі)

немесе саладағы еңбек табысының орташа есеппен 6,3 миллион және 8 долларға төмендеуіне балама. Келесі 30 жылда жылына 36 миллион АҚШ доллары. тиісінше GE және DD сценарийлерінде.

3.14-суретте көмір өндіруге жұмсалатын энергия шығыны көрсетілген. 2020 және 2050 жылдар арасында БАУ сценарийінде көмір өндіруге байланысты энергия тұтыну көмір өндірудің баяулауына байланысты 25,5%-ға төмендейді. GE және DD сценарийлерінде көмір өндірудің энергия тұтынуы көмір өндірудің күтілетін қысқаруына сәйкес төмендейді.



3.14-сурет - Көмір өндіруге арналған энергия шығыны - BAU және LEDS сценарийлері бөлек айнымалылар, x - уақыт (жыл), y - ТДж /жыл
айына DD, GE, BAU сценарийлері бойынша көмір өндіруге арналған энергия шығыны
көмір өндіруге арналған энергия шығыны

3.5-кестеде таңдалған жылдардағы BAU және LEDS сценарийлерінде көмір өндіруге, жердегі көмірді тасымалдауға және көмір рельсті тасымалдауға арналған энергия шығыны берілген. 2030 жылға қарай көмір өндірудің 25%-ға қысқаруы көмірді тасымалдауға байланысты энергия тұтынудың 25%-ға төмендеуіне әкеледі.

3.5-кесте – Көмір өндіруге арналған энергия шығыны – BAU, GE және DD сценарийлері

Көмір өндірудегі энергия шығыны	**Өлшем бірлігі**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2045**	**2050**
Көмір өндірудегі энергия шығыны								
DD	ТДж /жыл	7,779	6,415	4,186	3,463	2,172	627	83
BAU-мен салыстырғанда DD	%	-1.7%	-18.2%	-47.9%	-55.7%	-66.9%	-89.2%	-98.6%
GE	ТДж /жыл	7,890	7,275	4,746	3,775	2,843	2,137	1,617
BAU-мен салыстырғанда GE	%	-0.3%	-7.2%	-41.0%	-51.7%	-56.6%	-63.2%	-72.6%
BAU	ТДж /жыл	7,917	7,838	8,039	7,819	6,553	5,808	5,899
Көмірді темір жол көлігімен тасымалдауға жұмсалатын энергия шығыны								
DD	ТДж /жыл	7,823	6,452	4,210	3,482	2,184	631	84
BAU-мен салыстырғанда DD	%	-1.7%	-18.2%	-47.9%	-55.7%	-66.9%	-89.2%	-98.6%
GE	ТДж /жыл	7,935	7,316	4,773	3,796	2,859	2,150	1,626
BAU-мен салыстырғанда GE	%	-0.3%	-7.2%	-41.0%	-51.7%	-56.6%	-63.2%	-72.6%
BAU	ТДж /жыл	7,963	7,883	8,085	7,864	6,591	5,841	5,932
Көмірді учаскеде тасымалдау үшін энергия шығыны								
DD	ТДж /жыл	7,021	5,790	3,778	3,125	1,960	566	75
BAU-мен салыстырғанда DD	%	-1.7%	-18.2%	-47.9%	-55.7%	-66.9%	-89.2%	-98.6%
GE	ТДж /жыл	7,121	6,565	4,283	3,407	2,566	1,929	1,460

BAU-мен салыстырғанда GE	%	-0.3%	-7.2%	-41.0%	-51.7%	-56.6%	-63.2%	-72.6%
BAU	ТДж /жыл	7,145	7,074	7,255	7,057	5,914	5,242	5,324

3.6-кестеде таңдалған жылдардағы көмір өндіруден, көмір жағудан, көмірді тасымалдаудан және шахталардан метанның ағуынан болатын шығарындылар берілген. 2020 және 2050 жылдар аралығында көмір өндіру және тасымалдау кезіндегі CO_2 эквивалентті шығарындылары BAU сценарийінде 25,5%-ға төмендейді. 2050 жылға қарай электр энергиясын өндіру үшін көмірді жағудан болатын шығарындылар 47,9%-ға азаяды. 2020 және 2050 жылдар аралығында нәтижелер көрсеткендей, көмірді өндіру мен жағудан болатын біріктірілген CO_2 эквивалентті шығарындылары BAU -де 1,44 миллиард тонна, GE-де 0,82 миллиард тонна және DD сценарийінде 0,61 миллиард тонна болады. Бұл жалпы салалық шығарындылардың 42,8% (GE сценарийі) және 57,8% (DD сценарийі) жалпы қысқаруын көрсетеді. Көмірді жағу кезіндегі шығарындыларды қоспағанда, 2020 және 2050 жылдар аралығында көмір өндіру және тасымалдау кезіндегі жинақталған шығарындылар 202,3 млн., 102,73 млн. және 98 млн.

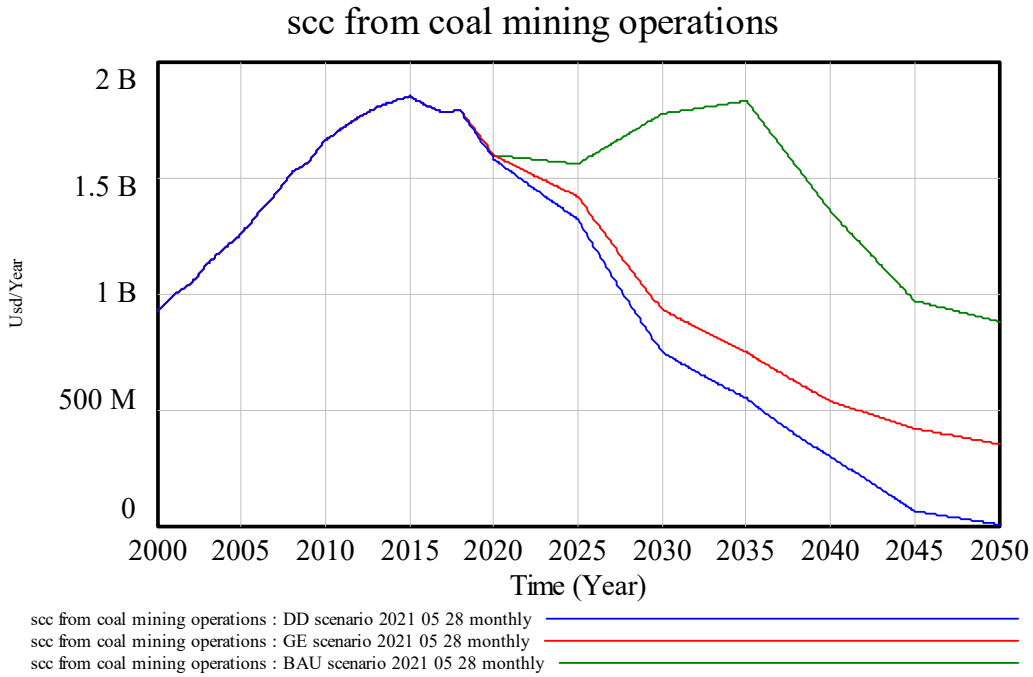
Кесте 3.6 – Санаттар бойынша көмір өндіруден шығарындылар – BAU, GE және DD сценарийлері

Көмір өндіруден шығатын шығарындылар	**Өлшем бірлігі**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2045**	**2050**
Көмір өндіру								
DD	миллион тонна/жыл	0,59	0,48	0,32	0,26	0,16	0,05	0,01

BAU-мен салыстырғанда DD	%	- 1,7%	- 18,2%	- 47,9%	- 55,7%	- 66,9%	- 89,2%	- 98,6%
GE	миллион тонна/жыл	0,59	0,55	0,36	0,28	0,21	0,16	0,12
BAU-мен салыстырғанда GE	%	- 0,3%	-7,2%	- 41,0%	- 51,7%	- 56,6%	- 63,2%	- 72,6%
BAU	миллион тонна/жыл	0,60	0,59	0,61	0,59	0,49	0,44	0,44
көмір жағу								
DD	миллион тонна/жыл	43.04	34,85	19.66	13.61	6.89	1.29	0,08
BAU-мен салыстырғанда DD	%	- 2,5%	- 20,4%	- 60,7%	- 72,9%	- 81,1%	- 95,0%	- 99,7%
GE	миллион тонна/жыл	43,72	37,56	25.12	19.92	14.32	11.34	9.85
BAU-мен салыстырғанда GE	%	- 0,9%	- 14,2%	- 49,8%	- 60,4%	- 60,7%	- 55,8%	- 57,1%
BAU	миллион тонна/жыл	44.14	43,77	50.05	50,29	36.47	25.65	22.98
Көмірді тасымалдау								
DD	миллион тонна/жыл	1.18	0,97	0,63	0,52	0,33	0,09	0,01
BAU-мен салыстырғанда DD	%	- 1,7%	- 18,2%	- 47,9%	- 55,7%	- 66,9%	- 89,2%	- 98,6%
GE	миллион тонна/жыл	1.19	1.10	0,72	0,57	0,43	0,32	0,24
BAU-мен салыстырғанда GE	%	- 0,3%	-7,2%	- 41,0%	- 51,7%	- 56,6%	- 63,2%	- 72,6%

BAU	миллион тонна/жыл	1.20	1.19	1.22	1.18	0,99	0,88	0,89
Шахталарда метанның ағуы								
DD	миллион тонна/жыл	5.33	4.40	2.87	2.37	1.49	0,43	0,06
BAU-мен салыстырғанда DD	%	- 1,7%	- 18,2%	- 47,9%	- 55,7%	- 66,9%	- 89,2%	- 98,6%
GE	миллион тонна/жыл	5.41	4.99	3.25	2.59	1,95	1.47	1.11
BAU-мен салыстырғанда GE	%	- 0,3%	-7,2%	- 41,0%	- 51,7%	- 56,6%	- 63,2%	- 72,6%
BAU	миллион тонна/жыл	5.43	5.37	5.51	5.36	4.49	3.98	4.04

BAU, GE және DD сценарийлеріндегі көмір өндіру операцияларына негізделген TOS динамикасы 3.15-суретте көрсетілген.



3.15-сурет – Көмір өндіру операцияларынан КҚҚ – BAU, GE және DD сценарийлері көмір өндіру жұмыстарынан КҚҚ, х – уақыт (жыл), у – доллар/жыл D, GE, BAU сценарийлері бойынша көмір өндіру операцияларынан ай сайын көмір өндіру операцияларынан КҚҚ

Осылайша, BAU сценарийі бойынша көмір өндіруден түсетін түсім 2020 жылдан бастап 2050 жылға дейінгі кезеңде 44,8% - ға, 2020 жылғы шамамен 1,59 млрд АҚШ долларынан 2050 жылы 879,2 млн АҚШ долларына дейін төмендейді. ӨҚҚ ме сценарийінде 2050 жылы көмір өндіру жөніндегі операциялардан баумен салыстырғанда 60,1% - ға төмен, тиісінше ӨҚҚ 2050 жылы 351,02 млн АҚШ долларын құрайды. DD сценарийінде көмірден тез бас тарту КҚҚ-ны 2050 жылға қарай BAU сценарийімен салыстырғанда көмір өндіру операцияларынан 99,5% - ға төмендетуге әкеледі. Жиынтықта, 2020 жылдан бастап 2050 жылға дейінгі кезеңде көмір өндіруден СҚҚ BAU-да 44,49 млрд АҚШ долларын, GE-де 22,45 млрд АҚШ долларын және DD сценарийінде 18,79 млрд АҚШ долларын құрайды. Тиісінше, өндірістің көзделетін нысаналы көрсеткіштері салалық ОЖҚ-ны алдағы 30 жыл ішінде 19,03 млрд АҚШ долларына (GE сценарийі) және 25,69 млрд АҚШ долларына (DD сценарийі) қысқартады, бұл 634,5 млн АҚШ доллары және 856,4 млн АҚШ доллары диапазонындағы көміртегімен байланысты жыл сайынғы алдын алу әлеуметтік шығындарына баламалы

Осылайша, BAU сценарийі бойынша көмір өндіруден түсетін кіріс 2020 және 2050 жылдар аралығында 44,8%-ға, 2020 жылы шамамен 1,59 миллиард АҚШ долларынан 2050 жылы 879,2 миллион АҚШ долларына дейін төмендейді. GE сценарийінде 2050 жылы көмір өндіру операцияларынан алынған TSA BAU-дан 60,1%-ға төмен, нәтижесінде 2050 жылы 351,02 миллион АҚШ долларын құрайтын TSA болады. DD сценарийінде көмірді тездетілген кезең-кезеңмен тоқтату 2050 жылға қарай BAU сценарийімен салыстырғанда көмір өндіру жұмыстарының ТСК-ның 99,5%-ға төмендеуіне әкеледі. 2020 және 2050 жылдар аралығында көмір өндіруден алынған ТОС жиынтықта БАУ-де 44,49 миллиард долларды, GE-де 22,45 миллиард долларды және DD сценарийінде 18,79 миллиард долларды құрайды. Тиісінше, өндірістің болжанған мақсаттары өнеркәсіптік TSU-ны 19,03 миллиард долларға (GE сценарийі) және 25 қысқартады. Келесі 30 жылда 69 миллиард АҚШ доллары (DD сценарийі), бұл GE және DD сценарийлері бойынша сәйкесінше жылына орта есеппен 634,5 миллион АҚШ доллары және 856,4 миллион АҚШ доллары диапазонындағы

көміртегінің жыл сайынғы әлеуметтік шығындарына тең. GE және DD сценарийлеріндегі ККҚ төмендеуі көмір өндірумен байланысты шығарындылардың қысқаруына пропорционалды бастапқы деңгеймен салыстырғанда сәйкесінше 42,8% және 57,8% тең.

Көмірдің жыл сайынғы денсаулық сақтау шығындары қағазда жоғарыда сипатталған үш тәсілді пайдалана отырып бағаланады. 4.7-кестеде үш тәсілдің әрқайсысы үшін BAU және LEDS сценарийлері үшін алынған нәтижелер жинақталған. Нәтижелер таңдалған жылдарға арналған тәсіл мен сценарий бойынша ұсынылған. Осылайша, LEDS сценарийінде көмір өндіру мен жағудың 25%-ға қысқаруы барлық үш тәсілде көмірге байланысты денсаулық сақтау шығындарының 25%-ға төмендеуіне әкеледі деп болжануда. 2020-2050 жылдар аралығында денсаулық сақтау саласына шығыстардың орташа қысқаруы 20,6%-ды құрайды, бұл 2020-2030 жылдар аралығында белгіленген мақсатты көрсеткіштердің сызықтық орындалуына байланысты.

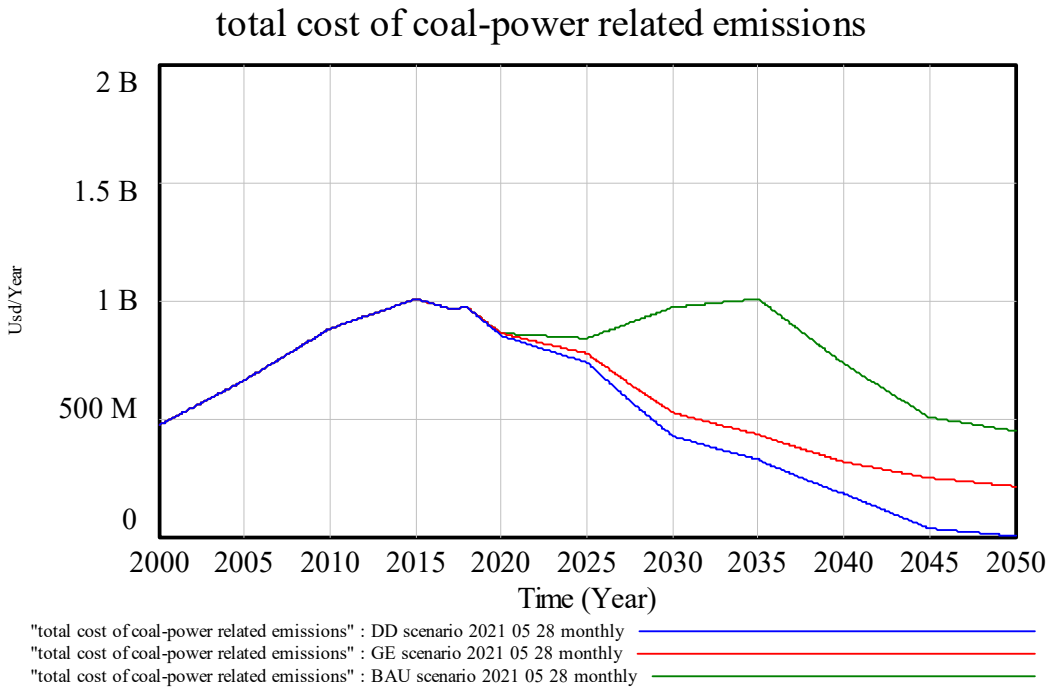
3.7-кесте – 1-3-тәсілдер бойынша денсаулық сақтау шығындарының қысқаша мазмұны – BAU, GE және DD сценарийлері

Көмірдің денсаулық сақтау шығындары	**Өлшем бірлігі**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2045**	**2050**
1-тәсіл: Шығарындыларды бағалау								
DD	миллион АҚШ долларын құрайды	840,0	706,8	416.1	309.3	167.6	31.3	1.9
BAU-мен салыстырғанда DD	%	-2 , 1%	-17,0%	-57,3%	-68,4%	-76,4%	-93,7%	-99,6%
GE	миллион АҚШ долларын құрайды	852.3	750,9	515.5	420,0	309.4	245,0	212.8

BAU-мен салыстырғанда GE	%	-0,7%	-11,8%	-47,1%	-57,1%	-56,4%	-50,9%	-52,4%
BAU	миллион АҚШ долларын құрайды	858.4	851.2	973,5	978,0	709.4	499,0	446,9
2-тәсіл: тыныс алу органдарының ауруларына байланысты денсаулық сақтау шығындарына негізделген								
DD	миллион АҚШ долларын құрайды	772,9	637.4	415.9	344,0	215.8	62.3	8.3
BAU-мен салыстырғанда DD	%	-1,7%	-18,2%	-47,9%	-55,7%	-66,9%	-89,2%	-98,6%
GE	миллион АҚШ долларын құрайды	784,0	722.8	471.6	375.1	282.5	212.4	160.7
BAU-мен салыстырғанда GE	%	-0,3%	-7,2%	-41,0%	-51,7%	-56,6%	-63,2%	-72,6%
BAU	миллион АҚШ долларын құрайды	786,7	778,8	798,7	776,9	651.1	577.1	586.1
3-тәсіл: жалпы өндіруге және тоннаның өзіндік құнына негізделген								
DD	миллион АҚШ долларын құрайды	1058,08	872,59	569,33	470,96	295,40	85.33	11.30
BAU-мен салыстырғанда DD	%	-1,7%	-18,2%	-47,9%	-55,7%	-66,9%	-89,2%	-98,6%
GE	миллион АҚШ долларын құрайды	1073,21	989,46	645,54	513,45	386,70	290,72	219,97
BAU-мен салыстырғанда GE	%	-0,3%	-7,2%	-41,0%	-51,7%	-56,6%	-63,2%	-72,6%
BAU	миллион АҚШ долларын құрайды	1076,88	1066,11	1093,40	1063,52	891.36	789,97	802.31

3.3.1 1-тәсіл: Шығарындыларды бағалау

1-тәсілді пайдалана отырып, BAU, GE және DD сценарийлеріндегі болжамды денсаулық сақтау шығындары 2020-2050 жылдар аралығында орта есеппен жылына 773,42 миллион доллар, 463,78 миллион доллар және 343,28 миллион долларды құрайды. Жалпы денсаулық сақтау шығыстары BAU сценарийінде 23,96 миллиард АҚШ долларын, GE сценарийінде 14,38 миллиард АҚШ долларын және DD сценарийінде 10,64 миллиард АҚШ долларын құрайды. Бұл мақсатты көрсеткіштерді іске асыру көмірге байланысты денсаулық сақтау шығындарының 2020 және 2050 жылдар аралығында 9,6 миллиард АҚШ долларына (GE сценарийі) және 13,3 миллиард АҚШ долларына (DD сценарийі) қысқаруына әкелетінін көрсетеді. Бұл шамамен жыл сайынғы қысқаруға тең. Келесі 30 жылда GE және DD сценарийлерінде сәйкесінше жылына 319,9 миллион АҚШ доллары және 444,5 миллион АҚШ доллары.

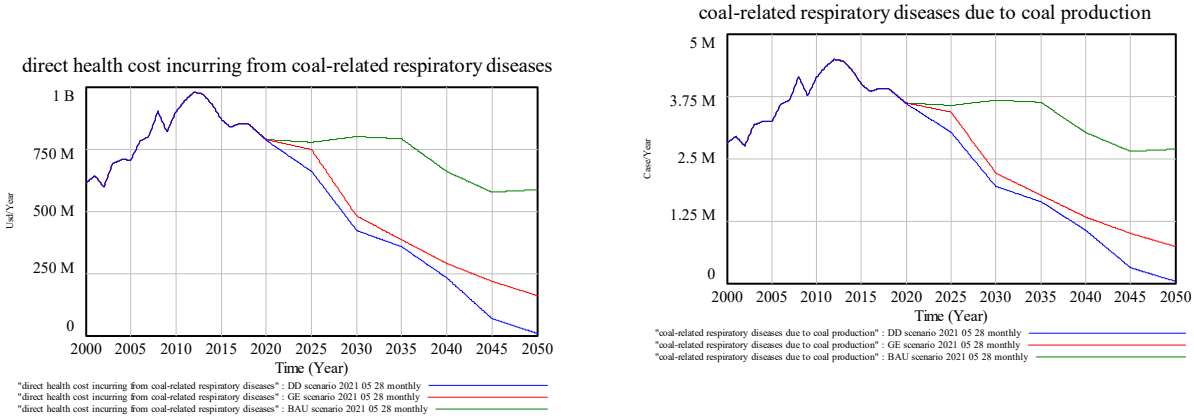


3.16-сурет - Көмірмен байланысты денсаулық сақтау шығындары - 1-тәсіл көмір энергиясының шығарындыларына байланысты жалпы шығындар, x – уақыт (жыл), y – доллар/жыл
DD, GE, BAU сценарийлері бойынша ай сайынғы көмір энергиясының шығарындыларына байланысты жалпы шығындар

3.3.2 2-тәсіл: Тыныс алу мүшелерінің ауруларына арналған денсаулық сақтау шығындары

Тыныс алу жолдары ауруларының санына және бір жағдайға байланысты денсаулық сақтау шығындарына негізделген денсаулық сақтау шығындарын бағалау негізінде 2020 жылдан 2050 жылға дейін көмірге байланысты жалпы денсаулық сақтау шығындары 30,2 миллиард АҚШ долларын, 18 миллиард АҚШ долларын және БАУ бойынша 14,6 миллиард долларды құрайды, GE және DD сценарийлері сәйкесінше.

Суретте көмірмен байланысты респираторлық аурулардың динамикасы және денсаулық сақтауға тиісті мемлекеттік шығындар көрсетілген.



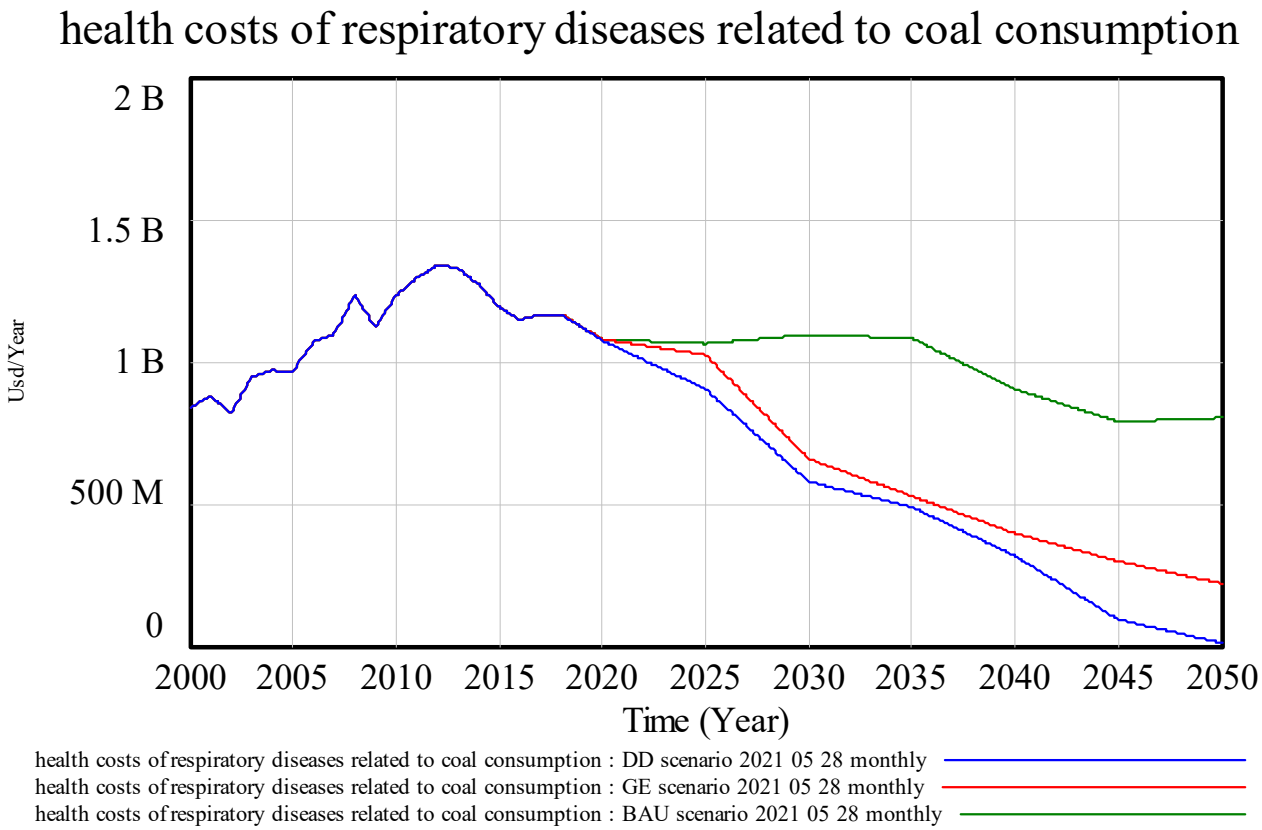
3.17-сурет Көмірмен байланысты респираторлық аурулардың саны және көмірге байланысты денсаулық сақтау шығындары - 2-тәсіл
көмір өндіруге байланысты тыныс алу жолдары ауруларының саны, х – уақыт (жыл), у – жағдай/жыл
ай сайынғы DD, GE, BAU сценарийлері бойынша көмір өндіруге байланысты респираторлық аурулардың саны
көмірмен байланысты респираторлық ауруларға байланысты тікелей денсаулық сақтау шығындары, х – уақыт (жыл), у – АҚШ доллары/жыл
DD,, GE, BAU сценарийлері бойынша ай сайынғы көмірмен байланысты респираторлық ауруларға байланысты тікелей денсаулық сақтау шығындары

BAU сценарийі көмірге байланысты респираторлық аурулардың саны жылына 3,61 миллион жағдайдан 2020 жылы жылына 2,69 миллион жағдайға дейін төмендейді деп болжайды. Тыныс алу жолдары ауруларының саны 2020-2050 жылдар аралығында 25,5%-ға төмендейтін көмір өндіру қарқынына

байланысты. GE және DD сценарийлерінде көмір өндіруге байланысты респираторлық аурулардың саны 2050 жылға қарай сәйкесінше жылына 737 000 жағдайға және жылына 38 000 жағдайға дейін төмендейді. GE және DD сценарийінде денсаулық сақтаудың тиісті шығындары 2050 жылға қарай 220 миллион АҚШ долларына және 11,3 миллион АҚШ долларына дейін төмендейді. BAU сценарийінде денсаулық сақтау шығындары жылына 802,3 миллион АҚШ долларына дейін қысқарады.

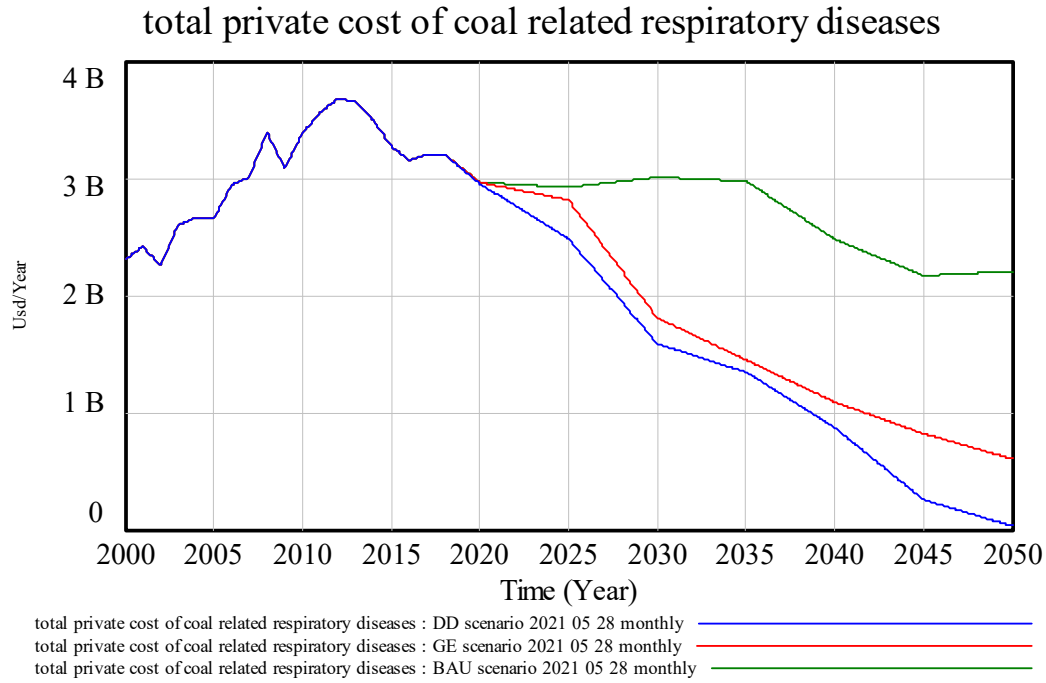
3.3.3 3-тәсіл: Өндірілген көмірдің тоннасына денсаулық сақтаудың орташа шығындары

2020 және 2050 жылдар аралығында BAU, GE және DD сценарийлеріндегі көмір секторымен байланысты денсаулық сақтаудың орташа шығындары жылына сәйкесінше 710,8 миллион, 424,2 миллион және 345,2 миллион долларды құрайды. Жалпы алғанда, БАУ-дағы көмірге байланысты денсаулық сақтау шығындары BAU сценарийі бойынша $22,03 млрд, GE сценарийі бойынша $13,15 млрд және DD сценарийі бойынша $10,7 млрд құрайды. Бұл мақсаттарды жүзеге асыру алдағы 30 жылда көмірге байланысты денсаулық сақтау шығындарын 8,88 миллиард АҚШ долларына (GE сценарийі) және 11,33 миллиард АҚШ долларына (DD сценарийі) азайтатынын көрсетеді. Бұл қысқарту GE және DD сценарийлерінде сәйкесінше шамамен 296,1 миллион АҚШ доллары және 377,8 миллион АҚШ доллары көлеміндегі денсаулық сақтау шығындарының орташа жылдық үнемделуіне тең.



3.18-сурет - Көмірмен байланысты денсаулық сақтау шығындары - 3-тәсіл көмірді тұтынудан туындаған респираторлық ауруларға байланысты денсаулық сақтау шығындары, x - уақыт (жыл), y - доллар/жыл
DD, GE, BAU сценарийлері бойынша ай сайынғы негізде көмірді тұтынудан туындаған респираторлық ауруларға байланысты денсаулық сақтау шығындары

3.19-суретте көмірмен байланысты респираторлық аурулармен байланысты жеке денсаулық сақтау шығындарының барлық үш сценарий бойынша эволюциясы көрсетілген. GE және DD сценарийінде көмірмен байланысты респираторлық ауруларға жеке денсаулық сақтау шығындары 2020 жылы 2,96 миллиард АҚШ долларынан 2050 жылы тиісінше 604,6 миллион АҚШ долларына (GE сценарийі) және 31,06 АҚШ долларына (DD сценарийі) азаяды.



3.19-сурет – Көмірмен байланысты респираторлық ауруларға жеке шығындар көмірмен байланысты респираторлық ауруларға жалпы жеке шығындар, х – уақыт (жыл), у – АҚШ доллары/жыл
ДД, GE, BAU сценарийлері бойынша ай сайынғы көмірмен байланысты респираторлық ауруларға жалпы жеке шығындар

3.3.4 Көмір секторындағы шығындарды талдау

Көмір секторы үшін шығындар мен пайдаларды талдау 4.8-кестеде келтірілген және BAU, GE және DD сценарийі үшін 2020 жылдан бастап 2050 жылға дейінгі кезеңге арналған жиынтық шығындар мен пайдаларды көрсетеді. Төмен көміртекті екі сценарий арасындағы таза айырмашылық (GE және BAU және DD және BAU бағандары) төмен көміртекті даму стратегиясын жүзеге асыру нәтижесінде пайда болатын жиынтық қосымша шығындар мен пайданы көрсетеді.

Нәтижелер GE сценарийінде 260 миллион АҚШ доллары көлемінде жинақталған үнемдеуді және DD сценарийінде 442 миллиард АҚШ доллары көлеміндегі жиынтық қосымша шығындарды көрсетеді. GE сценарийіндегі әлеуметтік шығындар 2020 және 2050 жылдар аралығында 73,2 миллиард долларды құрайды, ал DD сценарийінде сол кезеңдегі жалпы әлеуметтік шығындар 95,5 миллиард долларды құрайды. Болдырылған шығындардың ең

үлкен үлесі көміртектің әлеуметтік құны (шығарындыларды азайтудан), көмірге байланысты субсидиялар және көмірді жағудан (мемлекеттік және жекеменшік) денсаулық сақтау шығындары болып табылады. Көмірді тоқтатудың кеңірек әсерін талдау үшін жоғалған ЖІӨ, сондай-ақ жұмысбастылық пен кірістің қысқаруын ескеру қажет. Біріктірілген GE сценарийі сәйкесінше 2020 және 2050 жылдар аралығында көмір өндіру ЖІӨ-нің 10,87 миллиард долларға және еңбек кірісінің 185 миллион долларға төмендеуін көрсетеді. DD сценарийінде, ЖІӨ мен еңбек табысының жиынтық көлемі тиісінше 12,92 миллиард доллар және 245 миллиард долларды құрайды. Екінші жағынан, жалпы GE және DD сценарийлері келесі 30 жылда $62,42 млрд және $81,88 млрд таза кірісті көрсетеді. Себебі, көмірдің әлеуметтік құны сектор өндіретін табыс пен ЖІӨ-ден жоғары. Нәтижесінде өндірістің кез келген қысқаруы қоғамға пайда әкеледі. Тыныс алу жолдары ауруларының алдын алудан таза үнемдеу көмірді тұтынудың денсаулыққа шығындарын бағалау үшін қолданылатын тәсілге байланысты өзгереді.

3.8-кесте – Көмір секторының шығындарын жан-жақты талдау – GE және DD сценарийлері және BAU.

2020–2050 жылдардағы көмір өндірудің шығын-пайдасын талдау	**Өлшем бірлігі**	**Сценарий BAU**	**GE сценарийі**	**GE және BAU**	**Сценарий DD**	**DD және BAU**
Инвестициялар мен шығындар						
O&M инвестициялары мен шығындары - Көмір өндіру	АҚШ долларын құрады	7 960	7 700	-260	8 402	442
(1) Жалпы инвестициялар мен шығындар	**АҚШ долларын құрады**			**-260**		**442**

<u>Әлеуметтік шығындар</u>						
Сәйкестік шығындары	АҚШ долларын құрады	14	9	-6	6	-8
Көмірді тасымалдау құны (темір жол)	АҚШ долларын құрады	1621	985	-637	810	-811
Көмір өндірушілерді субсидиялау	АҚШ долларын құрады	13 578	5 381	-8 197	2362	-11 216
Көмір өндіру жұмыстарынан OSU	АҚШ долларын құрады	44 819	26 027	-18 792	19 523	-25 296
Көмір жағудың денсаулыққа кететін шығындары (1-ге жуық)	АҚШ долларын құрады	30 162	18 002	-12 160	14 649	-15 513
Көмірмен байланысты респираторлық ауруларға жеке шығындар	АҚШ долларын құрады	82 895	49 476	-33 419	40 259	-42 636
(2) Жалпы әлеуметтік шығындар	**АҚШ долларын құрады**			**-73 210**		**-95 481**
<u>Қосымша артықшылықтар</u>						
Көмір өндірісінің ЖІӨ	АҚШ долларын құрады	24 405	13 537	-10 868	11 488	-12 916
Көмір өндіруден түсетін еңбек табысы	АҚШ долларын құрады	457	278	-180	229	-229
Электр энергиясын өндіруден түсетін еңбек табысы	АҚШ долларын құрады	79	74	-5	63	-17

(3) Жалпы қосымша жеңілдіктер	**АҚШ долларын құрады**			**-11 053**		**-13 162**
(3) - (2) - (1) Таза интеграцияланған пайда (1-тәсіл)	**АҚШ долларын құрады**			**62 418**		**81 877**
Бағалау әдісін қолданатын таза интеграцияланған таза пайда 2						
Көмірді жағудың денсаулыққа кететін шығындары (2-тәсіл)	АҚШ долларын құрады	22 127	13 439	-8 688	11 058	-11 069
(3) - (2) - (1) Таза интеграцияланған пайда (2-тәсіл)	**АҚШ долларын құрады**			**58 946**		**77 433**
Көмірді жағудың денсаулыққа кететін шығындары (3-тәсіл)	АҚШ долларын құрады	23 976	14 377	-9 599	10 642	-13 334
(3) - (2) - (1) Таза интеграцияланған пайда (3-тәсіл)	**АҚШ долларын құрады**			**59 857**		**79 698**

3.3.5 Көмір өндірудің ТДж орташа құны

4.9 және 4.10 кестелерде BAU және LEDS сценарийлері үшін көмір секторы үшін орташа инвестициялық шығындар мен сыртқы әсерлер берілген. Отандық көмір тұтыну барлық көрсеткіштерді қалыпқа келтіру үшін қолданылады (яғни есептелген мәндер ұлттық құндылықтарды көмір тұтынуына бөлу арқылы есептеледі). Жоғарыда сипатталған нәтижелерге сәйкес, көмірдің бағасы (ішкі және экспорттық) субсидияларды алып тастау нәтижесінде көтеріледі деп болжануда, олар LEDS сценарийінде көмірдің бір ТДЖ төмендеуі болжануда.

Кесте 3.9 - Бақылау тақтасының көрсеткіштері - Көмір секторының талдауы - BAU сценарийі

Көрсеткіштер	**Өлшем бірлігі**	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**
Көмір бағасы (экспорт)	USD/TJ	1009,9	725.6	732.1	732.1
Көмір бағасы (ішкі)	USD/TJ	126.8	415.8	315.9	315.9
Субсидия	USD/TJ	187,0	187,0	187,0	187,0
Көмірді (күлді) өңдеу құны	USD/TJ	478,9	527.5	512.3	381.4
Сәйкестік шығындары	USD/TJ	0.3	0.3	0.3	0.2
Денсаулық сақтау шығындары (мемлекеттік)	USD/TJ	429.6	423.7	460.4	482.9
Денсаулық сақтау шығындары (жеке)	USD/TJ	1616.4	1594.1	1732,2	1816,7
Табыс алу	USD/TJ	10.6	10.3	10.9	11.1
Сектордағы жұмыс орындары	'000 адам	36.4	47.2	27.0	28.5

Бір TJ шығындары энергияны тұтыну құнының көрсеткішін қамтамасыз етеді, орташа жан басына шаққандағы шығындар барлық үш сценарийде салыстырылатын өнім көрсеткішін береді. Осы мақсатта 4.9-кестеде ұсынылған ТДж көрсеткіштерінің негізінде жатқан шығындар 4.10-кестеде ұсынылған халықтың жан басына шаққандағы көрсеткіштерді есептеу үшін пайдаланылады. GE және DD болжамдары 2050 жылға қарай жүйе деңгейінде жан басына шаққандағы көмір шығындарының 69,9% және 98,8% төмендеуін көрсетеді. Жылына жан басына шаққандағы көмірдің орташа құны 2020 жылы 270,4 доллардан 2050 жылы 147 долларға дейін төмендейтін болса, GE және DD

сценарийлерінде жан басына шаққандағы орташа шығын 2050 жылы тиісінше 44,3 АҚШ долларына және 1,70 АҚШ долларына дейін төмендейді.

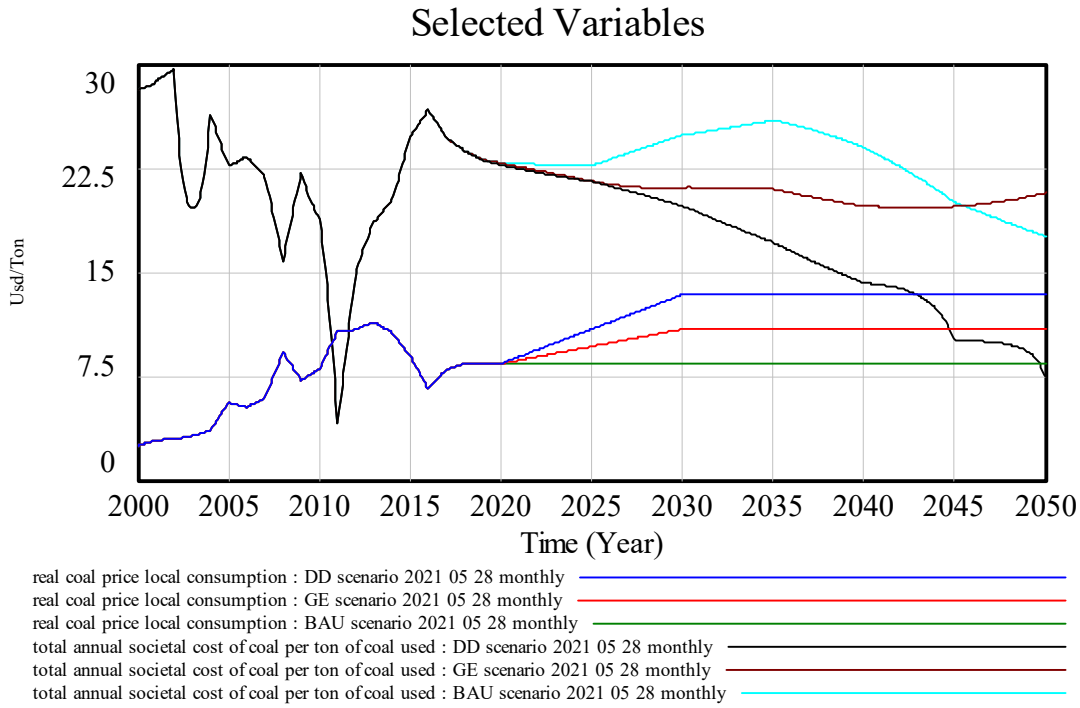
Кесте 3.10 - Бақылау тақтасының көрсеткіштері - Көмір секторының талдауы - BAU, GE және DD сценарийлері

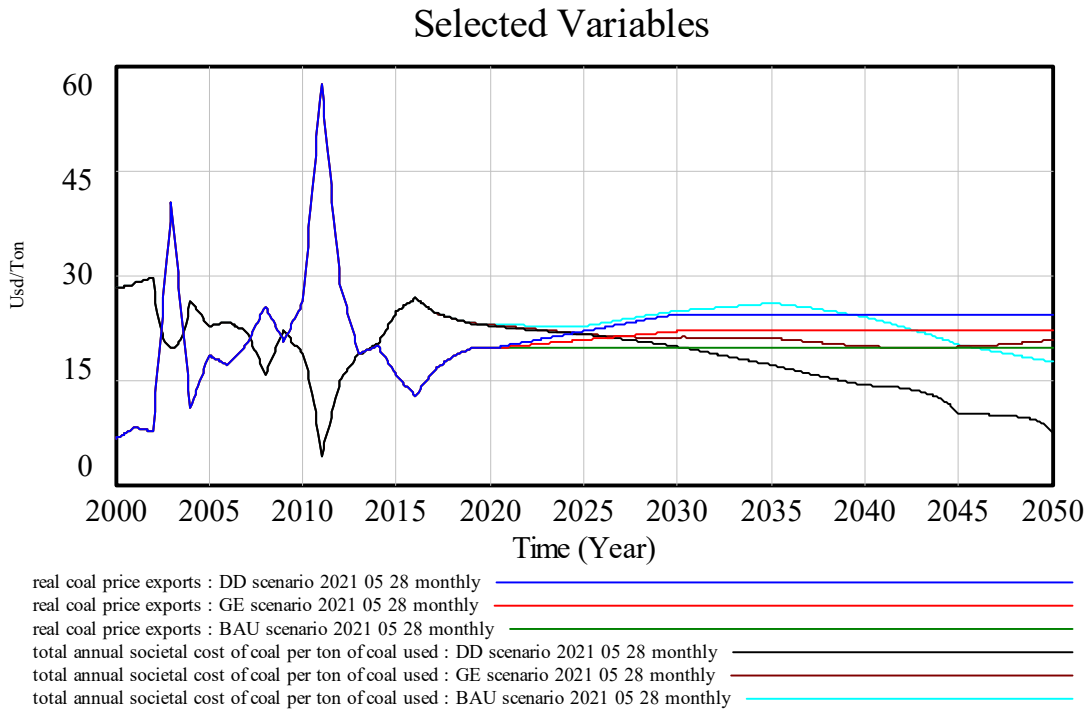
Көрсеткіштер	**Өлшем бірлігі**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2045**	**2050**
Сценарий DD								
Субсидия	АҚШ доллары/адам	23.8	8.9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Көмірді (күлді) өңдеу құны	АҚШ доллары/адам	45.6	39.6	24.5	20.5	12.6	2.2	0.1
Сәйкестік шығындары	АҚШ доллары/адам	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Денсаулық сақтау шығындары (мемлекеттік)	АҚШ доллары/адам	40.8	32.1	20.1	15.9	9.5	2.6	0.3
Денсаулық сақтау шығындары (жеке)	АҚШ доллары/адам	153.4	120.7	75.6	59.9	35.9	9.9	1.3
Табыс алу	АҚШ доллары/адам	1.0	0,8	0,5	0.4	0.3	0.1	0,0
Жан басына шаққандағы көмірдің жалпы құны	**АҚШ доллары/адам**	**264.6**	**202.1**	**120.7**	**96.8**	**58.3**	**14.9**	**1.7**
DD және BAU	%	-2 1%	-20,9%	-52,9%	-59,7%	-68,9%	-90,3%	-98,8%
GE сценарийі								
Субсидия	АҚШ доллары/адам	24.8	16.2	7.0	5.3	3.8	2.7	2.0
Көмірді (күлді) өңдеу құны	АҚШ доллары/адам	46.1	40.8	28.4	23.5	17.5	13.2	11.0

Сәйкестік шығындары	АҚШ доллары/адам	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Денсаулық сақтау шығындары (мемлекеттік)	АҚШ доллары/адам	41.4	36.4	22.8	17.4	12.5	9.0	6.5
Денсаулық сақтау шығындары (жеке)	АҚШ доллары/адам	155.6	136.8	85.7	65.3	47,0	33.7	24.5
Табыс алу	АҚШ доллары/адам	1.0	0,9	0.6	0,5	0.3	0.2	0.2
Жан басына шаққандағы көмірдің жалпы құны	**АҚШ доллары/адам**	**268.9**	**231.2**	**144.5**	**111.9**	**81.1**	**58.8**	**44.3**
GE және BAU	%	-0,5%	-9,5%	-43,6%	-53,4%	-56,7%	-61,5%	-69,9%
Сценарий BAU								
Субсидия	АҚШ доллары/адам	25.5	24.0	23.7	22.1	17.7	14.9	14.6
Көмірді (күлді) өңдеу құны	АҚШ доллары/адам	46.3	43.7	48,0	46.2	32.0	21.5	18.5
Сәйкестік шығындары	АҚШ доллары/адам	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Денсаулық сақтау шығындары (мемлекеттік)	АҚШ доллары/адам	41.5	39.2	38.6	35.9	28.8	24.3	23.8
Денсаулық сақтау шығындары (жеке)	АҚШ доллары/адам	156.1	147.4	145.2	135.2	108.2	91.6	89.5
Табыс алу	АҚШ доллары/адам	1.0	1.0	0,9	0,9	0,7	0.6	0,5
Жан басына шаққандағы	**АҚШ доллары/адам**	**270.4**	**255.4**	**256.4**	**240.4**	**187.4**	**152.9**	**147,0**

көмірдің жалпы құны								

3.20-суретте нарықтық бағалармен (ішкі және халықаралық) салыстырғанда тұтынылатын бір тонна көмірдің жалпы жылдық әлеуметтік шығындарының болжамды өзгерісі көрсетілген. Еліміздегі көмірдің құны мен бағасын алсақ, көмірдің әлеуметтік құны ішкі нарықтағы бағасынан жоғары. Тек DD сценарийінде өндірілген көмірдің бір тоннасының әлеуметтік құны шамамен 2040 жылға қарай көмірдің орташа бағасының деңгейіне дейін төмендейді, осы уақытқа дейін бір тонна көмір нақты жүйе бойынша (немесе 2043 және 2050 жылдар аралығындағы жоғары) бағамен сатылады. Экспорттық бағалармен салыстырғанда, GE және DD сценарийлеріндегі көмірдің бір тоннасының құны шамамен 2030 жылы өндірілген көмірдің бір тоннасының орташа құнына сәйкес келеді, содан кейін экспорттық баға өндірілген тоннаның ішкі құнынан жоғары болады. Басқа жақтан,





3.20-сурет – Көмірдің ішкі бағасымен (сол жақта) және халықаралық көмір бағасымен (оң жақта) – BAU, GE және DD сценарийлерімен салыстырғанда өндірілген бір тонна көмірдің жылдық әлеуметтік құны.
жеке айнымалылар, x – уақыт (жыл), y – АҚШ доллары/тонна
ДД, GE, BAU сценарийлері бойынша ай сайынғы көмірді жергілікті тұтынудың нақты бағасы
DD, GE, BAU сценарийлері бойынша тұтынылатын көмірдің тоннасына ай сайынғы жалпы жылдық әлеуметтік шығындар
жеке айнымалылар, x – уақыт (жыл), y – АҚШ доллары/тонна

ай сайын DD, GE, BAU сценарийлері бойынша көмір экспортының нақты бағасы
DD, GE, BAU сценарийлері бойынша тұтынылатын көмірдің тоннасына ай сайынғы жалпы жылдық әлеуметтік шығындар

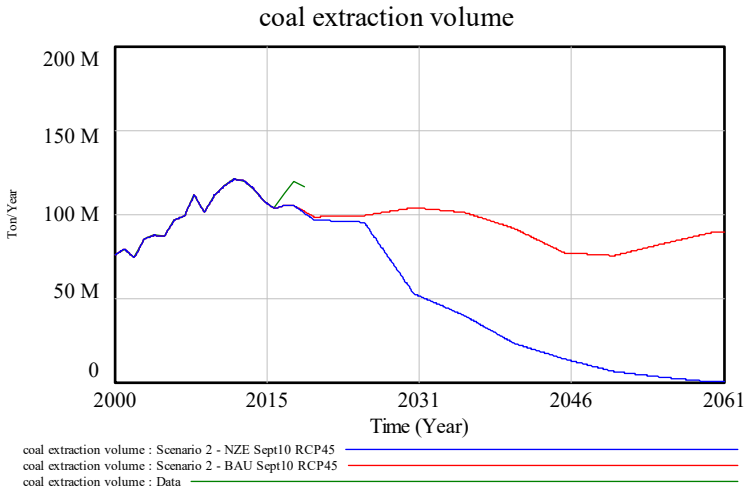
3.4Көмір секторы үшін таза нөл нәтижелерінің сипаттамасы

Бұл бөлімде KAZ LEDS көмір секторының моделін пайдалана отырып модельденген таза нөл сценарийінің нәтижелері сипатталады. Нәтижелер BAU және NZE сценарийі үшін ұсынылған, мұнда екі үлгі де көмір өндіру, экспорттау және көмір өндіру үшін TIMES нәтижелеріне сәйкес келеді.

TIMES ішінде модельденген сценарийлер жүйе динамикасының үлгісін параметрлеу және сәйкес сыртқы әсерлерді бағалау үшін пайдаланылады. NZE сценарийі 2030 жылға қарай бір тонна көмір үшін субсидияларды 100%-ға азайтуды, сондай-ақ жылу электр станцияларының ластану қарқындылығын 40%-ға төмендетуді болжайды. Сипатталған іс-шараларды жүзеге асыру 2020-2030 жылдар аралығында сызықты түрде болады деп болжанады, содан кейін модельдеудегі барлық өзгерістер TIMES модельдеуінің нәтижесі болады.

3.4.1 Көмір өндіру көлемі және салалық ЖІӨ

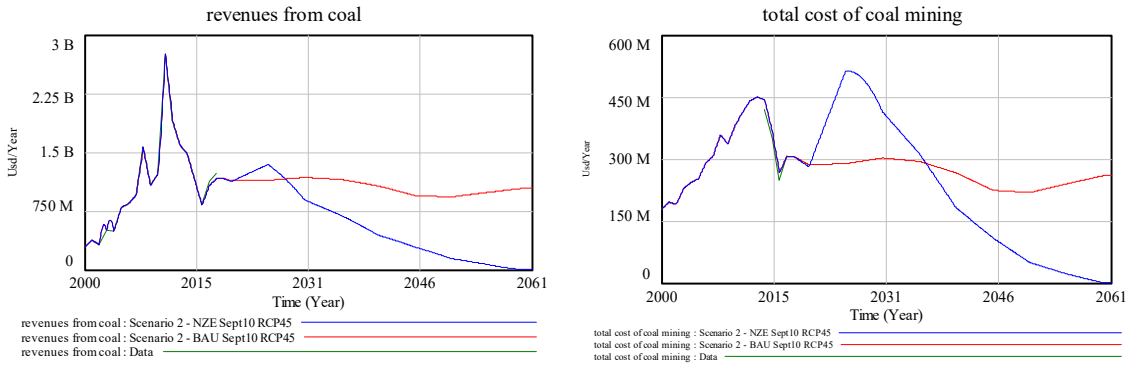
3.21-суретте BAU және NZE сценарийлеріндегі көмір өндіру динамикасы көрсетілген. БАУ-да көмір өндіру көлемі 2020 жылы жылына 98,38 миллион тоннадан 2060 жылы жылына 89,24 миллион тоннаға дейін аздап төмендейді деп болжануда. NZE сценарийі 2060 жылға қарай жалпы көмір өндіру жылына шамамен 35 900 тоннаға дейін төмендейді деп болжайды, бұл өндіріс дерлік тоқтатылады дегенді білдіреді.



3.21-сурет – Көмір өндіру – BAU және NZE сценарийі
көмір өндіру көлемі, х – уақыт (жыл), у – тонна/жыл
көмір өндіру, 2 сценарий NZE, BAU RCP 45

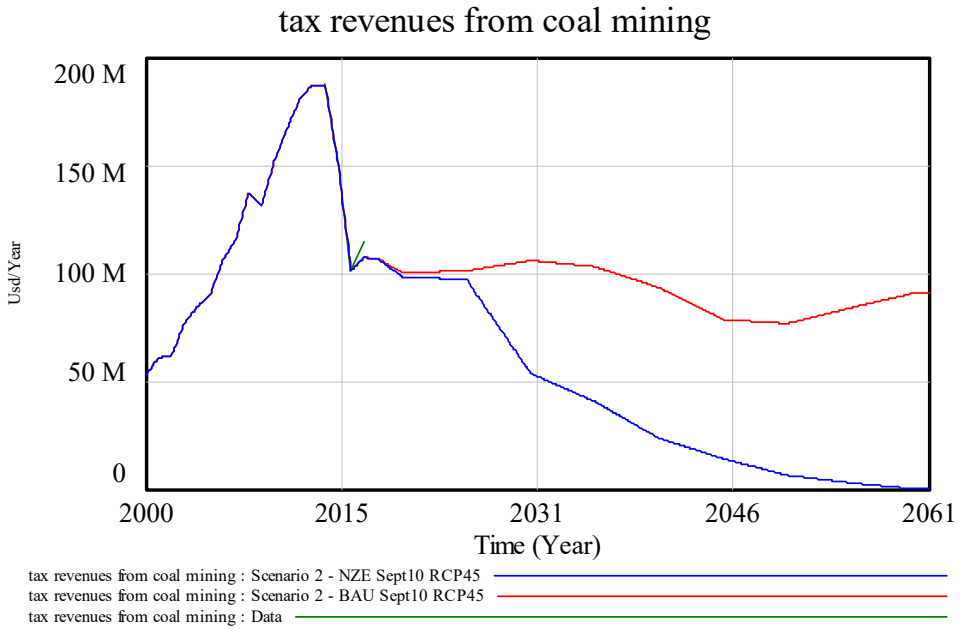
BAU сценарийінде 2020 және 2060 жылдар аралығында көмір өндіруден жалпы кіріс NZE сценарийіндегі 22,37 миллиард доллармен салыстырғанда 43,61 миллиард долларды құрайды. Бұл 2020 және 2060 жылдар аралығындағы жалпы кірістің бастапқы көрсеткіштен 21,24 миллиард долларға азайғанын көрсетеді. Болжамдар көмір өндірісінің төмендеуі өнеркәсіптің ЖІӨ-ні алдағы 40 жылда 19,25 миллиард АҚШ долларына немесе BAU сценарийімен салыстырғанда жылына орта есеппен шамамен 481,24 миллион АҚШ долларына қысқартатынын көрсетеді.

Салалық ЖІӨ-нің төмендеуі субсидиялардың қысқаруымен емес, өндірістің қысқаруымен байланысты. Себебі бұл сценарий толық шығындарды аударуды болжайды. Бұл субсидияларды алып тастауға байланысты өндіруші шығындарының өсуіне байланысты көмір секторының ЖІӨ-ні бір деңгейде ұстап тұру үшін бағалар баламалы сомаға көтерілетінін білдіреді. 3.22-сурет - Көмір өндіруден түскен кірістер және көмір өндірудің жалпы құны - БАУ және NZE сценарийлеріте тарихи деректермен салыстырғанда сәйкесінше BAU және NZE сценарийлерінде көмір өндіруден түскен кірістердің (сол жақта) және жалпы көмір өндіру шығындарының (оң жақта) динамикасын көрсетеді.



3.22-сурет - Көмір өндіруден түскен кірістер және көмір өндірудің жалпы құны - БАУ және NZE сценарийлері
көмір өндіруден түскен табыс, х – уақыт (жыл), у – доллар/жыл
көмір өндіруден түскен табыс 2 сценарий NZE, BAU RCP 45
көмір өндіруден түскен табыс: деректер
көмір өндірудің жалпы құны, х – уақыт (жыл), у – доллар/жыл
көмір өндірудің жалпы құны 2 сценарий NZE, BAU RCP 45
көмір өндірудің жалпы құны: мәліметтер

Көмірге байланысты салық түсімдері де көмір өндірудің жалпы көлемінің төмендеуіне байланысты төмендейді деп болжануда. 4.23-суретте 2020 жылдан 2060 жылға дейінгі көмір өндіруден түсетін салық түсімдерінің динамикасы көрсетілген. Көмір өндіруден түсетін жылдық салық түсімдері NZE сценарийіндегі 35,08 миллион доллармен салыстырғанда BAU-да орташа есеппен 92,27 миллион долларды құрайды, тиісінше, жылдық орташа салық түсімдері 62%-ға төмендеді. 2060 жылға қарай көмірді тоқтатудың нәтижесі. Жоспарланған шаралардың нәтижесінде көмір түсімдерінің жиынтық қысқаруы NZE сценарийінде 2,34 миллиард АҚШ долларын құрайды, жалпы жиынтық салық түсімдері BAU сценарийінде тиісінше 3,78 миллиард АҚШ долларын және NZE сценарийінде 1,44 миллиард АҚШ долларын құрайды.

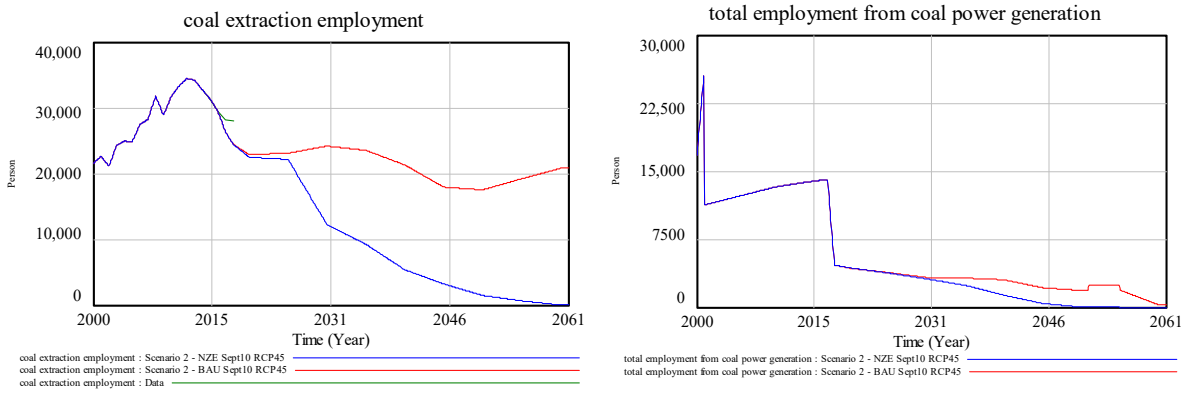


3.23-сурет - Көмір өндіруден түсетін салық түсімдері - BAU және NZE сценарийлері
көмір өндіруден түсетін салық түсімдері, х – уақыт (жыл), у – доллар/жыл
көмір өндіруден түсетін салық түсімдері сценарий 2 NZE, BAU RCP 45
көмір өндіруден түсетін салық түсімдері

Көмір секторындағы жұмыспен қамту

NZE сценарийіндегі көмір өндіру мен көмір қуатын кезең-кезеңмен тоқтату көмір секторындағы жұмыспен қамтудың төмендеуіне әкеледі. Бұл төмендеу көмір өндірудің төмендеуінің және БАУ сценарийімен салыстырғанда көмірмен жұмыс істейтін электр қуатын өндірудің төмендеуінің нәтижесі болып табылады. BAU сценарийіндегі көмір өндірудегі жұмыспен қамту 2020 жылы шамамен 22 900 жұмыс орнынан 2060 жылға қарай 20 800 жұмыс орнына дейін төмендейді, бұл келесі 40 жыл ішінде шамамен 2 100 жұмыс орнын жоғалтуды білдіреді. NZE сценарийінде көмір өндірудегі жұмыспен қамту 2060 жылы 8 қалдық жұмыс орнында болжанады, бұл төмендеу көмір өндіруді кезең-кезеңмен тоқтатуға байланысты. Сонымен қатар, TIMES болжаған көмірді өндіру қуатын кезең-кезеңмен тоқтатуға әкеледі 2060 жылы NZE сценарийінде көмірмен жұмыс істейтін электр станцияларында жұмыс орындары қалмайды. BAU сценарийінде көмірмен жұмыс істейтін электр станцияларындағы жұмыспен қамту 2020 жылы 4360 жұмыс орнынан 2060 жылға қарай шамамен 300 жұмыс орнына дейін төмендейді. Айта кету керек, көмірмен жұмыс істейтін жұмысбастылық екі

сценарийде де төмендегенімен, жаңартылатын қуаттарды арттыру электр энергиясын өндірудегі жалпы жұмыспен қамту есебінен сектордағы жұмыспен қамтудың артуына әкелуі мүмкін. 3.24-суретте тарихи деректермен салыстырғанда BAU және NZE сценарийлерінде көмір өндіру және көмір өндірудегі жұмыспен қамту динамикасы көрсетілген. көмірмен жұмыс істейтін жұмысбастылық екі сценарийде де төмендегенімен, жаңартылатын қуат көздерінің артуы электр энергиясын өндірудегі жалпы жұмыспен қамту есебінен сектордағы жұмыспен қамтудың артуына алып келуі ықтимал. 4.24-суретте тарихи деректермен салыстырғанда BAU және NZE сценарийлерінде көмір өндіру және көмір өндірудегі жұмыспен қамту динамикасы көрсетілген. көмірмен жұмыс істейтін жұмысбастылық екі сценарийде де төмендегенімен, жаңартылатын қуат көздерінің артуы электр энергиясын өндірудегі жалпы жұмыспен қамту есебінен сектордағы жұмыспен қамтудың артуына алып келуі ықтимал. 4.24-суретте тарихи деректермен салыстырғанда BAU және NZE сценарийлерінде көмір өндіру және көмір өндірудегі жұмыспен қамту динамикасы көрсетілген.

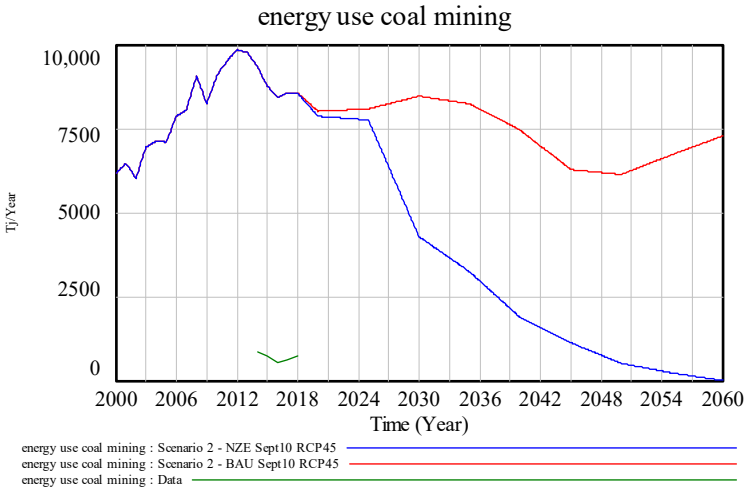


3.24-сурет - Көмір өндірудегі жұмыспен қамту және көмір энергетикасындағы жұмыспен қамту - BAU және NZE сценарийлері
көмір өндірудегі жұмыспен қамту, х – уақыт (жыл), у – адам
көмір өндіру сценарийінде жұмысқа орналасу 2 NZE, BAU RCP 45
көмір өндірудегі жұмыспен қамту: деректер
көмір энергетикасындағы жалпы жұмыспен қамту, х – уақыт (жыл), у – адам
2 NZE, BAU RCP 45 көмір энергетикасының сценарийіндегі жалпы жұмыспен қамту

Осылайша, көмірді өндіруде және көмірмен жұмыс істейтін электр энергиясын өндіруде декарбонизация және отынды ауыстыру нәтижесіндегі жұмысбастылықтың қысқаруы көмірге байланысты еңбек кірісінің жалпы көлемін азайтады. Көмір секторындағы 2020 және 2060 жылдар аралығындағы жалпы еңбек кірісі BAU сценарийі бойынша 700,41 миллион АҚШ долларын және NZE сценарийінде тиісінше 283,6 миллион АҚШ долларын құрайды, бұл көмір өндіруден және көмірмен жұмыс істейтін электр қуатын өндіруден алынған жиынтық еңбек кірісінің 59,5-ке % қысқарғанын көрсетеді. Бұл қысқарту 2020 және 2060 жылдар аралығында орташа есеппен жылына 10,42 миллион долларға есептелмеген еңбек табысына тең.

3.4.2 Энергияны тұтыну және шығарындылар

3.25-суретте BAU және NZE сценарийлерінде көмір өндіруге арналған энергияны тұтыну динамикасы көрсетілген. BAU сценарийіндегі көмір өндіруге байланысты энергия тұтынуы жоғарыда сипатталған көмір өндіру қарқынының өзгеруіне байланысты 9,3%-ға төмендейді деп болжануда. NZE сценарийінде көмір өндірудің азаюын ескере отырып, 2060 жылы көмір өндіруді тоқтатқаннан кейін көмір өндірудің энергия тұтынуы шамамен 100% төмендейді.



3.25-сурет - Көмір өндіруге арналған энергия шығыны - BAU және NZE сценарийлері
көмір өндіруге арналған энергия шығыны, x – уақыт (жыл), y – ТДж/жыл
көмір өндіру сценарийі үшін энергия шығыны 2 NZE, BAU RCP 45
көмір өндіруге арналған энергия шығыны

3.11-кестеде BAU және NZE сценарийлерінде көмір өндіруге, жердегі көмірді тасымалдауға және көмір рельсті тасымалдауға арналған энергия шығыны. Сонымен бірге, көмір өндіру траекториясынан кейін 2060 жылға қарай осы қызмет түрлеріне энергияға сұраныс аз ғана төмендейді. 2060 жылға қарай көмір өндіруді кезең-кезеңмен тоқтату нәтижесінде NZE сценарийіндегі тау-кен өндіру мен көлікке энергияға сұраныс нөлге жақындайды.

3.11-кесте – Көмір өндіруге арналған энергия шығыны – BAU және NZE сценарийлері

Көмір өндірудегі энергия шығыны	**Өлшем бірлігі**	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**
Көмір өндірудегі энергия шығыны							
NZE	TJ/жыл	7 855	7427	4 184	1 808	485	3
NZE және BAU	%	-2 1%	-8,5%	-50,4%	-75,4%	-92,2%	-100,0%
BAU	TJ/жыл	8021	8 121	8443	7 347	6 189	7 276
Көмірді темір жол көлігімен тасымалдауға жұмсалатын энергия шығыны							
NZE	TJ/жыл	7 900	7470	4 208	1 818	487	3
NZE және BAU	%	-2 1%	-8,5%	-50,4%	-75,4%	-92,2%	-100,0%
BAU	TJ/жыл	8067	8 167	8 491	7 389	6 224	7 318
Көмірді учаскеде тасымалдау үшін энергия шығыны							
NZE	TJ/жыл	7 090	6 703	3 776	1632	437	3
NZE және BAU	%	-2 1%	-8,5%	-50,4%	-75,4%	-92,2%	-100,0%

BAU	TJ/жыл	7 239	7 329	7 620	6 631	5 585	6 567

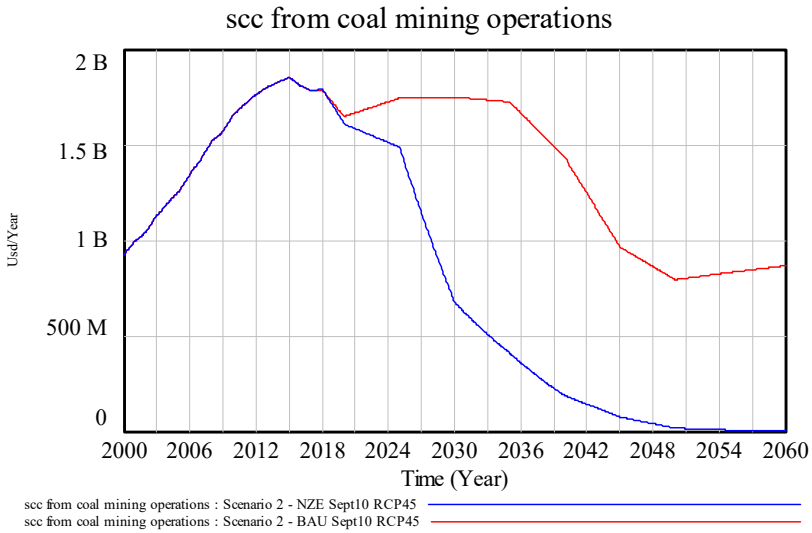
3.12-кестеде таңдалған жылдардағы көмір өндіруден, көмір жағудан, көмірді тасымалдаудан және шахталардан метанның ағуынан болатын шығарындылар берілген. BAU сценарийінде 2020 және 2060 жылдар аралығында көмір өндіру мен тасымалдаудан шығарындылар 9,3%-ға төмендейді. NZE сценарийінде 2060 жылға қарай көмір өндіруді кезең-кезеңімен тоқтатуды ескере отырып, сәйкес CO2 эквивалентті шығарындылары 100%-ға дерлік азаяды. BAU сценарийінде электр энергиясын өндіруге арналған көмірді жағудан шығарындылар 2020 жылмен салыстырғанда 2060 жылға қарай 53,8%-ға төмендейді. NZE сценарийінде 2060 жылға қарай көмірді жағудан қалдық шығарындылар болмайды.

Кесте 3.12 - Санаттар бойынша көмір өндіруден шығарындылар - BAU және NZE сценарийлері

Көмір өндіруден шығатын шығарындылар	**Өлшем бірлігі**	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**
Көмір өндіру							
NZE	миллион тонна/жыл	0,59	0,56	0,32	0,14	0,04	0,00
NZE және BAU	%	-2 1%	-8,5%	-50,4%	-75,4%	-92,2%	-100,0%
BAU	миллион тонна/жыл	0,60	0,61	0,64	0,55	0,47	0,55
көмір жағу							
NZE	миллион тонна/жыл	44.34	38,54	17.08	4.04	0,07	0,00
NZE және BAU	%	-3,9%	-21,1%	-64,9%	-89,4%	-99,7%	-100,0%

BAU	миллион тонна/жыл	46.14	48,87	48,66	38.12	20.08	21.32
Көмірді тасымалдау							
NZE	миллион тонна/жыл	1.19	1.12	0,63	0,27	0,07	0,00
NZE және BAU	%	-2 1%	-8,5%	-50,4%	-75,4%	-92,2%	-100,0%
BAU	миллион тонна/жыл	1.21	1.23	1.28	1.11	0,94	1.10
Шахталарда метанның ағуы							
NZE	миллион тонна/жыл	5.39	5.09	2.87	1.24	0,33	0,00
NZE және BAU	%	-2 1%	-8,5%	-50,4%	-75,4%	-92,2%	-100,0%
BAU	миллион тонна/жыл	5.50	5.57	5.79	5.04	4.24	4.99

3.26-суретте BAU және NZE сценарийлеріндегі көмір өндіру операцияларының болжамды ТОС көрсетілген. BAU сценарийі бойынша 2020 және 2060 жылдар аралығында көмір өндіруден түсетін кіріс 47,7%-ға, 2020 жылы шамамен 1,66 миллиард АҚШ долларынан 2060 жылы 866,77 миллион АҚШ долларына дейін төмендейді. NZE сценарийінде 2060 жылы көмір өндіру операцияларынан алынған TSA BAU сценарийіндегі көмір өндіру операцияларынан алынған TSU-ның 0,01%-ына баламалы, сәйкесінше TSU 2060 жылы 82 700 долларды құрайды. 2020 және 2060 жылдар аралығында көмір өндіруден алынған ТОС жиынтық түрде BAU сценарийінде 53,38 миллиард АҚШ долларын және NZE сценарийінде 22,45 миллиард АҚШ долларын құрайды, яғни жоспарланған өндіріс мақсаттары өнеркәсіптік ТОС 35,15 миллиард АҚШ долларын қысқартуға әкеледі. долларды алдағы 40 жылда.



3.2-сурет – Көмір өндіру операцияларының ТОС – БАУ және NZE сценарийлері
көмір өндіру жұмыстарынан osu, х – уақыт (жыл), у – доллар/жыл
көмір өндіру операцияларының сценарийі 2 NZE, BAU RCP 45

3.4.3Көмірдің денсаулыққа әсері

Көмірдің жыл сайынғы денсаулық сақтау шығындары қағазда жоғарыда сипатталған үш тәсілді пайдалана отырып бағаланады.3.13-кестеде үш тәсілдің әрқайсысы үшін BAU және NZE сценарийлері үшін алынған нәтижелер жинақталған. Нәтижелер таңдалған жылдарға арналған BAU және NZE сценарийлері үшін тәсіл арқылы ұсынылған. Осылайша, бірінші тәсілді пайдалана отырып, көмірмен жұмыс істейтін электр энергиясын өндірудің болжамды траекториясы көмірге байланысты денсаулық сақтау шығындарының 53,8%-ға төмендеуіне әкеледі. Көмір өндіру қарқынына негізделген басқа екі тәсілді пайдалана отырып, 2060 жылы денсаулық сақтау шығындарының төмендеуі 2020 жылдан бастап көмір өндірудің қысқаруына тең, яғни BAU сценарийінде 9,3% және NZE сценарийінде 100% дерлік.

3.13-кесте - 1-3-тәсілдер үшін денсаулық сақтау шығындарының жиыны - BAU және NZE сценарийлері

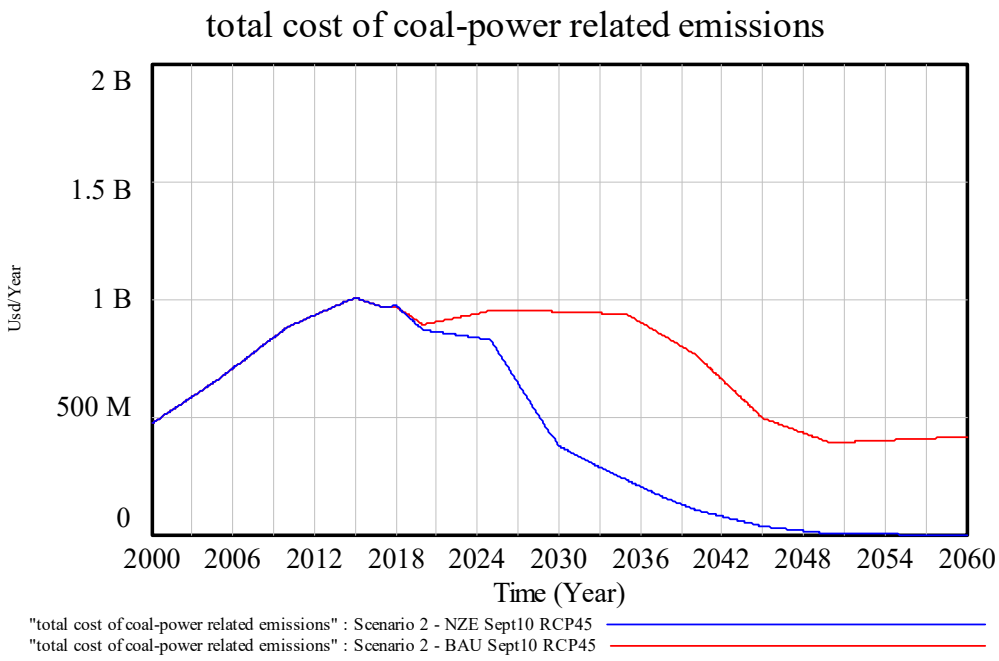
Көмірдің денсаулық сақтау шығындары	**Өлшем бірлігі**	**2020**	**2025**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**

1-тәсіл: Шығарындыларды бағалау							
NZE	миллион АҚШ долларын құрайды	864.6	780.7	361.1	98.2	1.7	0,0
NZE және BAU	%	-3,6%	-17,8%	-61,8%	-86,7%	-99,6%	-100,0 %
BAU	миллион АҚШ долларын құрайды	896,5	949,5	945.4	740.6	390.2	414.3
2-тәсіл: тыныс алу органдарының ауруларына байланысты денсаулық сақтау шығындарына негізделген							
NZE	миллион АҚШ долларын құрайды	780.5	738,0	415.7	179.6	48.1	0.3
NZE және BAU	%	-2 1%	-8,5%	-50,4%	-75,4%	-92,2%	-100,0 %
BAU	миллион АҚШ долларын құрайды	797,0	806.9	838.9	730,0	614.9	723,0
3-тәсіл: жалпы өндіруге және тоннаның өзіндік құнына негізделген							
NZE	миллион АҚШ долларын құрайды	1068,45	1010.23	569.11	245,88	65,91	0.4
NZE және BAU	%	-2 1%	-8,5%	-50,4%	-75,4%	-92,2%	-100,0 %

BAU	миллион АҚШ долларын құрайды	1 091,00	1104,60	1,148,36	999,35	841,75	989,7

3.4.3.1 1-тәсіл: Шығарындыларды бағалау

Бірінші тәсілді қолдана отырып, BAU-да болжамды денсаулық сақтау шығындары 2020 және 2060 жылдар аралығында орташа есеппен 732,84 миллион долларды құрайды. NZE сценарийінде қарастырылған іс-шаралар көмірді жағуға байланысты денсаулық сақтаудың орташа шығындарын сол кезеңде жылына орта есеппен 278,62 миллион АҚШ долларына дейін төмендетеді, бұл BAU-ға қарағанда 62% төмен. Жинақталған түрде бірінші тәсіл бойынша денсаулық сақтау шығындарының жалпы сомасы BAU сценарийінде 30,05 миллиард АҚШ долларын және NZE сценарийінде 11,42 миллиард АҚШ долларын құрайды. Тиісінше, көмірмен жұмыс істейтін электр энергиясын өндірудің болжамды траекториясы көмірге байланысты денсаулық сақтау шығындарын 2020 және 2060 жылдар аралығында 18,62 миллиард долларға азайтады, бұл жыл сайын шамамен 465 қысқаруға тең.

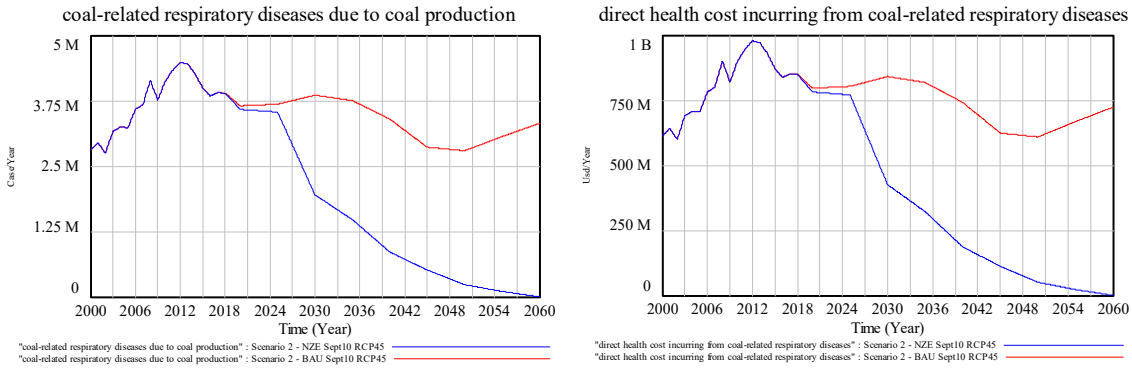


34.27-сурет - Көмірмен байланысты денсаулық сақтау шығындары - 1-тәсіл

көмір энергиясының шығарындыларына байланысты жалпы шығындар, x – уақыт (жыл), y – доллар/жыл
көмір энергиясының 2 сценарийінен шығарындылардың жалпы құны NZE, BAU RCP 45

3.4.2.1 2-тәсіл: Тыныс алу мүшелерінің ауруларына арналған денсаулық сақтау шығындары

Тыныс алу жолдары ауруларының санына және бір жағдайдағы денсаулық сақтау шығындарына негізделген денсаулық сақтау шығындарын бағалау негізінде, БАУ сценарийіндегі көмірдің жалпы жиынтық денсаулық сақтау құны 2020 және 2060 жылдар аралығында 41,13 миллиард АҚШ долларын құрайды. NZE сценарийінде бұл жалпы шығындар сол кезеңде 15,64 миллиард долларды құрайды, бұл BAU-мен салыстырғанда 25,49 миллиард долларға аз. Бұл қысқарту бастапқы көрсеткішпен салыстырғанда денсаулық сақтауды болдырмауға арналған орташа жылдық шығындардың 637,35 миллиард АҚШ долларына тең. 3.26-суретте көмірмен байланысты респираторлық аурулардың эволюциясы және соған байланысты денсаулық сақтау шығындары көрсетілген.

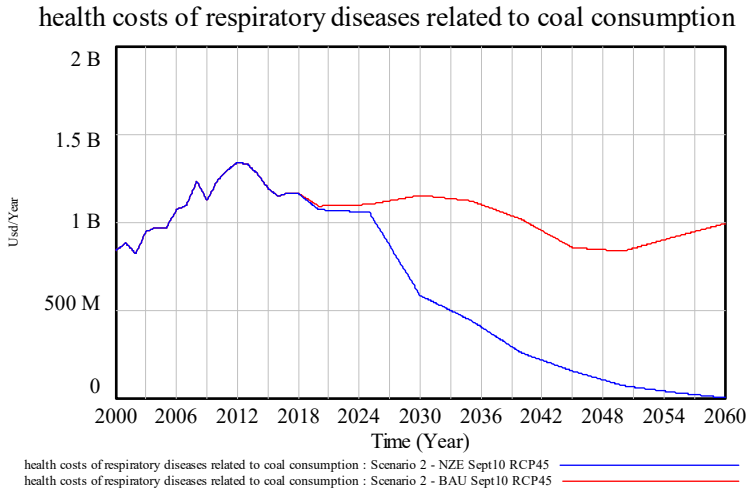


3.28-сурет - Көмірмен байланысты респираторлық аурулардың саны және көмірге байланысты денсаулық сақтау шығындары - 2-тәсіл
көмір өндіруге байланысты тыныс алу жолдары ауруларының саны, x – уақыт (жыл), y – жағдай/жыл
көмір өндіру сценарийіне байланысты респираторлық аурулардың саны 2 NZE, BAU RCP 45
көмірмен байланысты респираторлық ауруларға байланысты тікелей денсаулық сақтау шығындары, x – уақыт (жыл), y – АҚШ доллары/жыл
көмірмен байланысты респираторлық аурулардың сценарийі 2 NZE, BAU RCP 45 себебінен тікелей денсаулық сақтау шығындары

Көмірмен байланысты респираторлық аурулар 2020 жылы жылына 3,66 миллион жағдайдан 2060 жылы 3,32 миллион жағдайға дейін төмендейді деп болжануда. Тыныс алу органдары ауруларының саны көмір өндіру қарқынымен анықталады, сондықтан тыныс алу органдары ауруларының азаюы 2020 жылдан 2060 жылға дейін көмір өндіру қарқынының төмендеуіне тең. NZE сценарийінде көмір өндіруге байланысты респираторлық аурулардың саны көмір өндірудің төмендеуінен кейін 2060 жылға қарай жылына 1330 жағдайға дейін төмендейді. Денсаулыққа байланысты шығындар 2050 жылға қарай жылына шамамен 398 000 долларға дейін төмендейді. BAU сценарийінде денсаулық сақтау шығындары жылына 989,72 миллион долларға дейін азаяды.

4.4.3.3 3-тәсіл: Өндірілген көмірдің тоннасына денсаулық сақтаудың орташа шығындары

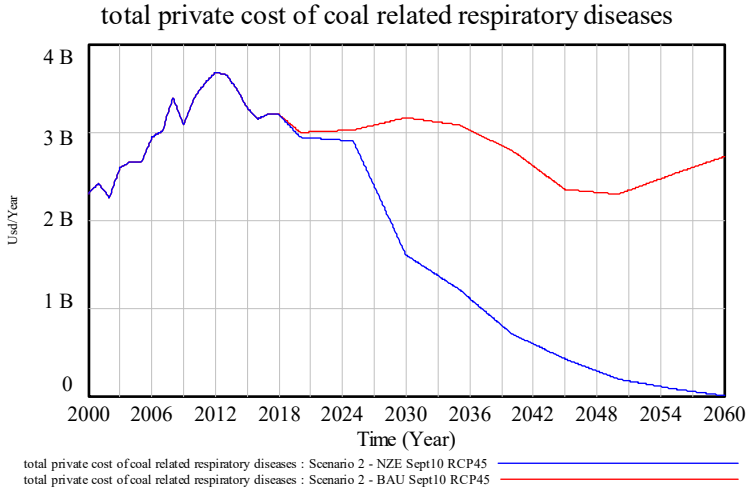
3-тәсілдің нәтижелері (көмір өндіру қарқынын және тұрақты коэффициентті пайдалану) 3.27-суретте келтірілген. 2020 және 2060 жылдар аралығында BAU сценарийіндегі көмір секторымен байланысты денсаулық сақтаудың орташа шығындары жылына 685,31 миллион АҚШ долларын құрайды. NZE сценарийінде денсаулық сақтаудың орташа шығындары 2020 және 2060 жылдар аралығында жылына орта есеппен 64,4%-ға 244,1 миллион долларға дейін төмендейді. 2020 және 2060 жылдар аралығында БАУ-дағы көмірге байланысты денсаулық сақтау шығындары БАУ сценарийінде 28,1 миллиард АҚШ долларын және NZE сценарийінде 10,01 миллиард АҚШ долларын құрайтын болады. NZE сценарийінде көмірді кезең-кезеңмен тоқтату келесі 40 жылда денсаулық сақтау шығындарының 18,09 миллиард АҚШ долларын болдырмауға мүмкіндік береді. Бұл қысқарту шамамен 452 денсаулық сақтау шығындарының орташа жылдық үнемделуіне тең.



3.29-сурет - Көмірмен байланысты денсаулық сақтау шығындары - 3-тәсіл
көмірді тұтынудан туындаған респираторлық ауруларға байланысты денсаулық сақтау шығындары, х - уақыт (жыл), у - доллар/жыл
көмірмен байланысты респираторлық ауруларға байланысты денсаулық сақтау шығындары 2 сценарий NZE, BAU RCP 45

3.4.3.4Көмірге жеке денсаулық сақтау шығындары

BAU және NZE сценарийлері үшін көмірге байланысты тыныс алу органдарының ауруларына байланысты денсаулық сақтаудың жеке шығындарының болжамды динамикасы 3.30-суретте көрсетілген. NZE сценарийінде көмірмен байланысты респираторлық ауруларға байланысты жеке денсаулық сақтау шығындары 2020 жылы 3,58 миллиард АҚШ долларынан 2060 жылға қарай 1,09 миллион АҚШ долларына дейін төмендейді.



3.30-сурет – Көмірмен байланысты тыныс алу органдарының ауруларына жеке шығындар
көмірмен байланысты респираторлық ауруларға жалпы жеке шығындар, х – уақыт (жыл), у – АҚШ доллары/жыл

көмірмен байланысты респираторлық аурулардың сценарийі бойынша жалпы жеке шығындар NZE, BAU RCP 45

3.4.4Таза нөлдік сценарий бойынша көмір құнының пайдасын талдау

Көмір секторы үшін шығындар мен пайдаларды талдау 3.14-кестеде келтірілген және BAU және NZE сценарийі үшін 2020 жылдан бастап 2060 жылға дейінгі кезеңге арналған жиынтық шығындар мен пайдаларды көрсетеді. Төмен көміртекті екі сценарий арасындағы таза айырмашылық (GE және BAU және DD және BAU бағандары) төмен көміртекті даму стратегиясын жүзеге асыру нәтижесінде пайда болатын жиынтық қосымша шығындар мен пайданы көрсетеді.

Нәтижелер BAU сценарийімен салыстырғанда NZE сценарийінде 1,88 миллиард доллар жинақталған үнемдеуді көрсетеді. Әлеуметтік шығындар 2020-2060 жылдар аралығында 140,41 миллиард долларды құрайды, бұл келесі 40 жыл ішінде орташа алғанда жылына шамамен 3,51 миллиард долларға тең. Болдырылған шығындардың ең үлкен үлесі көміртектің әлеуметтік құны (шығарындыларды азайтудан), көмірге байланысты субсидиялар және көмірді жағудан (мемлекеттік және жекеменшік) денсаулық сақтау шығындары болып табылады. Көмірді тоқтатудың кеңірек әсерін талдау үшін жоғалған ЖІӨ, сондай-ақ жұмысбастылық пен кірістің қысқаруын ескеру қажет. Біріктірілген NZE сценарийі көмір өндірудегі ЖІӨ-нің 18-ге қысқаруын көрсетеді. 2020-2060 жылдар аралығындағы еңбек табысы 89 миллиард доллар және 410 миллион доллар. Екінші жағынан, ЖІӨ мен еңбек кірістерінің қысқаруына қарамастан, NZE сценарийі келесі 40 жылда негізінен денсаулық сақтау шығындары мен көміртегінің қоғамдық құнын айтарлықтай қысқарту арқылы 122,99 миллиард АҚШ доллары көлемінде таза пайда әкеледі деп болжануда. Басқаша айтқанда, көмірдің қазіргі әлеуметтік құндылығы оның өндіретін кірісінен, жалпы ішкі өнімінен және еңбек табысынан жоғары. Нәтижесінде өндірістің кез келген қысқаруы қоғамға пайда әкеледі. Тыныс алу жолдары ауруларының алдын алудан таза үнемдеу көмірді тұтынудың денсаулыққа шығындарын бағалау үшін

қолданылатын тәсілге байланысты өзгереді. Денсаулық сақтау шығындарын бағалауға арналған 2-тәсіл жинақтың ең аз мөлшерін көрсетеді, жалпы таза пайданы 122-ге дейін азайтады,

3.14-кесте – Көмір секторы шығындарының пайдасын кешенді талдау – BAU және NZE сценарийлері

2020–2060 жылдардағы көмір өндірудің шығын-пайдасын талдау	**Өлшем бірлігі**	**Сценарий BAU**	**GE сценарийі**	**GE және BAU**
Инвестициялар мен шығындар				
инвестициялары мен шығындары - Көмір өндіру	АҚШ долларын құрады	10 822	8 942	-1 880
(1) Жалпы инвестициялар мен шығындар	**АҚШ долларын құрады**	**10 822**	**8 942**	**-1 880**
Әлеуметтік шығындар				
Сәйкестік шығындары	АҚШ долларын құрады	17	6	-он бір
Көмірді тасымалдау құны (темір жол)	АҚШ долларын құрады	2204	863	-1 341
Көмір өндірушілерді субсидиялау	АҚШ долларын құрады	18 459	2527	-15 931

Көмір өндіру жұмыстарынан КҚҚ	АҚШ долларын құрады	53 742	18 975	-34 767
Көмір жағудың денсаулыққа кететін шығындары (1-ге жуық)	АҚШ долларын құрады	28 318	10 409	-17 908
Көмірмен байланысты респираторлық ауруларға жеке шығындар	АҚШ долларын құрады	113 042	42 978	-70 065
(2) Жалпы әлеуметтік шығындар	**АҚШ долларын құрады**	**217 545**	**77 132**	**-140 413**
Қосымша артықшылықтар				
Көмір өндірісінің ЖІӨ	АҚШ долларын құрады	32 831	13 936	-18 894
Көмір өндіруден түсетін еңбек табысы	АҚШ долларын құрады	622	244	-378
Электр энергиясын өндіруден түсетін еңбек табысы	АҚШ долларын құрады	81	49	-32
(3) Жалпы қосымша жеңілдіктер	**АҚШ долларын құрады**	**33 533**	**14 229**	**-19 305**
(3) - (2) - (1) Таза интеграцияланған пайда (1-тәсіл)	**АҚШ долларын құрады**	**-194 833**	**-71 845**	**122 988**

Бағалау әдісін қолданатын таза интеграцияланған таза пайда 2				
Көмірді жағудың денсаулыққа кететін шығындары (2-тәсіл)	АҚШ долларын құрады	28 318	10 409	-17 908
(3) - (2) - (1) Таза интеграцияланған пайда (2-тәсіл)	**АҚШ долларын құрады**			**122 598**
Көмірді жағудың денсаулыққа кететін шығындары (3-тәсіл)	АҚШ долларын құрады	41 179	16 130	-25 049
(3) - (2) - (1) Таза интеграцияланған пайда (3-тәсіл)	**АҚШ долларын құрады**			**129 739**

Қорытынды

Бұл жұмыста TIMES энергетикалық жүйесінің моделін жаңарту бойынша жұмыс жүргізілді және жаңартылған модель негізінде негізгі сценарий есептелді.

Алынған нәтижелер бойынша базалық сценарийде ПГ шығарындылары барлық болжамды кезеңде өседі. Электр энергиясын өндіру секторында ПГ шығарындылары табиғи газ және жаңартылатын энергия көздері үлесінің өсуіне байланысты кезең соңында баяулаумен артады. Белгіленген қуат ЖЭК үшін белгіленген қуаттарды пайдаланудың төмендетілген коэффициенттерінің әсерінен өндіруден гөрі артады. Жылу энергиясын өндіру секторында ПГ шығарындылары барлық кезеңде өсуде. Мұнай өңдеудегі ПГ шығарындылары 2035 жылға дейін төмендейді, содан кейін көбейеді. Төмендеу экспортқа арналған мазутты азайту арқылы, өнеркәсіптегі энергияны үнемдейтін процестерде сол мазутты тұтынуды ұлғайту арқылы артады.

Өнеркәсіп және құрылыс секторы бойынша ПГ шығарындылары есепті кезеңнің соңына қарай баяулай отырып, бүкіл кезеңде тұрақты өсуде және экономиканың өсуімен тікелей байланысты.

Көлік секторындағы ПГ шығарындылары, бұл экономиканың өсуіне және жүк тасымалы мен жолаушылар тасымалына деген сұранысқа байланысты.

Коммерциялық сектордағы ПГ шығарындылары пайдаланылатын технологиялар мен электрлендірудің энергия тиімділігінің артуына байланысты төмендейді. Бұл ПГ шығарындыларын бір деңгейде тұрақтандыруға мүмкіндік береді.

Халық (ғимарат) секторында ПГ шығарындылары 2060 жылға қарай өсуде, бірақ бұл ретте ПГ шығарындыларының 2025-2040 жылдары төмендеу кезеңі және 2040 жылдан 2060 жылға дейін одан әрі өсу кезеңі бар. Мұнда ПГ шығарындыларының төмендеуі кезеңінде көмірдің табиғи газға ауысуының әсері айқын. Шығарындылардың одан әрі өсуі халық тарапынан энергияға сұраныстың өсуімен байланысты, бұл кезеңнің соңына дейін газдандырудың кеңеюімен де, көмірді пайдаланудың өсуімен де қатар жүреді.

Ауыл шаруашылығындағы ПГ шығарындылары елдің экономикасы үшін маңызды салалардың бірі ретінде саланың өсуіне және тиісінше ауыл шаруашылығы техникасында мұнай өнімдерін пайдаланудың өсуіне байланысты базалық сценарийде өсуде.

"Өзгелер" секторындағы ПГ шығарындылары 2040 жылға дейін өседі, содан кейін кезең соңына дейін біртіндеп төмендейді.

ПГ Ұшпа эмиссиялардан шығарындылары басқа секторлардағы саясат пен шараларға байланысты. Базалық сценарийде отынның барлық түрлерінен Ұшпа эмиссиялардан шығарындылардың өсуі жүріп жатыр.

Ғимараттар секторын экономикалық бағалау инвестициялар мен ЭЖҰ шығындарын, саясатпен негізделген қосымша пайданы және алдын алу шығыстарын ескере отырып, шығындар мен пайдаларды кешенді талдауды пайдалана отырып жүргізіледі. Ғимараттар секторы үшін шығындар мен пайданың кешенді талдауы 3.10-кестеде келтірілген. Ұсынылған мәндер 2020 жылдан 2050 жылға дейінгі кезеңдегі АҚШ долларындағы жиынтық сомалар болып табылады.

Нәтижелер көрсеткендей, энергияның жалпы құны сәйкесінше 33,06 және 2020 жылдар аралығында 2050 миллиард долларды құрайды. 2020 жылдан 2050 жылға дейін жылытуға қажетті инвестициялар 0.74 миллиард АҚШ долларын құрайды, Eito шығындары жылытуға 0,68 миллиард АҚШ долларын құрайды, өйткені негізгі сценарийде қосымша инвестициялар қарастырылмайды, мысалы nze-де, декарбонизация арқылы. BAU сценарийінде жылытуға арналған энергияның болжамды құны 41 жылдан 2020 жылға дейін 2050 миллиард АҚШ долларын құрайды.

Нәтижелерге сәйкес, жалпы алдын-ала әлеуметтік шығындар 31,56 жылдан 2020 жылға дейін 2050 миллиард АҚШ долларын құрайды. Алдын алу шығындарындағы ең үлкен үлесті 25,84 миллиард АҚШ долларын құрайтын көміртегі шығарындыларына байланысты алдын-ала әлеуметтік шығындар құрайды, одан кейін ауаның ластануына байланысты алдын-ала шығындар 5,7 миллиард АҚШ долларын құрайды.

Талдау көрсеткендей, негізгі сценарий бойынша іс-шараларды орындау кезінде қосымша пайда алдағы 30 жыл ішінде 75 миллион АҚШ долларын құрайды. Қосымша пайда Құрылыс және қызмет көрсету арқылы алынған еңбек табысының нәтижесінде алынады.

П көмір секторы үшін шығындар мен пайдаларды талдау BAU және NZE сценарийі үшін 2020 жылдан 2060 жылға дейінгі кезеңге арналған жиынтық шығындар мен пайдаларды көрсетеді. Төмен көміртекті дамудың екі сценарийі арасындағы таза айырмашылық (GE vs BAU және Dd vs BAU бағандары) төмен көміртекті даму стратегиясын енгізу жөніндегі іс-шараларды іске асыру нәтижесінде жиынтық қосымша шығындар мен пайданы көрсетеді.

Нәтижелер BAU сценарийімен салыстырғанда NZE сценарийінде 1,88 миллиард АҚШ долларын құрайды. Алдын-ала әлеуметтік шығындар 140,41 жылдан 2020 жылға дейін 2060 миллиард АҚШ долларын құрайды, бұл келесі 40 жыл ішінде орташа есеппен жылына шамамен 3,51 миллиард АҚШ долларына тең. Алдын алу шығындарындағы ең үлкен үлесті көміртектің қоғамдық құны (шығарындылардың азаюы нәтижесінде), көмірге байланысты субсидиялар және көмірді жағу нәтижесінде денсаулық сақтау шығындары (мемлекеттік және жеке) құрайды. Көмірден кезең-кезеңмен бас тартудың неғұрлым ауқымды салдарын талдау үшін жоғалған ЖІӨ-ні, сондай-ақ Жұмыспен қамту мен кірістің азаюын ескеру қажет. Жалпы алғанда, nze сценарийі көмір өндірудің ЖІӨ-нің 18,89 миллиард долларға және еңбек табысының 410 жылдан 2020 жылға дейінгі аралықта 2060 миллион долларға төмендеуін көрсетеді. Екінші жағынан, ЖІӨ мен еңбек табысының төмендеуіне қарамастан, NZE сценарийі келесі 40 жыл ішінде 122,99 миллиард АҚШ доллары көлемінде таза пайда әкеледі деп болжануда, бұл негізінен денсаулық сақтау шығындары мен көміртектің қоғамдық құнын едәуір төмендетеді. Басқаша айтқанда, көмірдің қазіргі әлеуметтік құны ол жасаған кірістерге, ЖІӨ-ге және еңбек кірістеріне қарағанда жоғары. Нәтижесінде өндірістің кез-келген қысқаруы қоғамға пайда әкеледі. Тыныс алу органдарының ауруларының алдын-алудың таза үнемділігі денсаулыққа көмірді тұтыну құнын бағалау үшін қолданылатын тәсілге

байланысты өзгереді. Денсаулық сақтау шығындарын бағалаудың 2-тәсілі жалпы таза пайданы 122,6 миллиард долларға дейін қысқарта отырып, ең аз үнемдеуді көрсетеді, ал үшінші тәсіл 129,74 жылдан 2020 жылға дейін сәйкесінше 2060 миллиард долларға дейін таза пайда әкеледі.

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. Государственная программа жилищно-коммунального развития "Нұрлы жер" на 2020 - 2025 годы, 2019, Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 декабря 2019 года № 1054,

20. IEA, 2020, Clean Household Energy Consumption in Kazakhstan: A Roadmap

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

22. Copernicus, 2020. Copernicus. Retrieved from Copernicus - Europe’s eye's on Earth:

23. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, «О жилищном фонде», 2017-2022 г.

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

25. https://stat.gov.kz/