



**“ЗАМ ТЭЭВРИЙН ХӨГЖЛИЙН ТӨВ”
ТӨРИЙН ӨМЧИТ ҮЙЛДВЭРИЙН ГАЗАР**

**ТООСЖИЛТ ИХТЭЙ БОЛОН ЭВДРЭЛ ИХ ҮҮСДЭГ
ДАВААНЫ ХУЧИЛТГҮЙ ХӨРСӨН ХЭСГИЙГ ТУСГАЙ
БАРЬЦАЛДУУЛАГЧ БОДИСООР БЭХЖҮҮЛЭХ
ТУРШИЛТ, СУДАЛГАА /ТЭРЭЛЖ../**

ЭЦСИЙН ШАТНЫ ТАЙЛАН

БОЛОВСРУУЛСАН: ЗӨВЛӨХ БАГ “АЙ РОУД” ХХК

Улаанбаатар хот

2023 он



**“ЗАМ ТЭЭВРИЙН ХӨГЖЛИЙН ТӨВ”
ТӨРИЙН ӨМЧИТ ҮЙЛДВЭРИЙН ГАЗАР**

**ТООСЖИЛТ ИХТЭЙ БОЛОН ЭВДРЭЛ ИХ ҮҮСДЭГ
ДАВААНЫ ХУЧИЛТГҮЙ ХӨРСӨН ХЭСГИЙГ ТУСГАЙ
БАРЬЦАЛДУУЛАГЧ БОДИСООР БЭХЖҮҮЛЭХ
ТУРШИЛТ, СУДАЛГАА /ТЭРЭЛЖ../**

ТАНИЛЦСАН:

“ЗТХТ” ТӨҮГ-ЫН ЗАХИРАЛ

Х.ПҮРЭВЖАРГАЛ

ТАЙЛАН НЭГТГЭСЭН:

ТӨСЛИЙН УДИРДАГЧ

Д.ЭНХБААТАР

Улаанбаатар хот

2023 он

АГУУЛГА

МОНИТОРИНГИЙН КАРТ	7
АЖЛЫН ДААЛГАВАР	11
ТӨСЛИЙН ТОЙМ	15
1.1. Судалгааны ажлын үндэслэл	15
1.2. Судалгааны ажлын зорилго:.....	17
1.3. Зорилтот үр дүн	17
1.4. Хамрах нутаг дэвсгэр	18
1.5. Холбогдох захиргаа байгууллага	18
1.7. Судалгааны ажлын хүрээнд хийж гүйцэтгэсэн ажлууд	18
БҮЛЭГ 1: ЛАБОРАТОРИЙН НӨХЦӨЛД БЭХЖҮҮЛСЭН ХӨРСНИЙ ФИЗИК-МЕХАНИК ШИНЖ ЧАНАРЫГ ТОДОРХОЙЛОХ ТУРШИЛТ	21
1.1. Хөрсний гулзайлтын бат бэх тодорхойлох туршилт	21
1.2. Хөрсний суулт хэмжих туршилтын үр дүн.....	23
1.3. Хөлдөлт-гэсэлт тэсвэрлэлт тодорхойлох судалгааны ажил	25
БҮЛЭГ 2: ТАЛБАЙН ХЭМЖИЛТ, ТУРШИЛТЫН АЖЛЫН ҮР ДҮН	30
2.1. Талбайн нягт шалгах элсэн конусын туршилт	30
2.2. Хавар болон өвлийн нөхцөлд талбайн нүдэн үзлэг, ажиглалт	31
2.3. Хучилтын хотойлт хэмжих туршилтын ажил	34
2.4. Талбайн тоосжилт хэмжих туршилтын ажил.....	39
БҮЛЭГ 3: ТООН СИМУЛЯЦИЙН АРГА АШИГЛАН хайрган хучилттай ЗАМААС ЯЛГАРАХ ТООСЖИЛТЫГ ХЭМЖИХ.....	54
3.1. Тоон симуляцийн аргын тухай.....	54
3.2. Судалгааны ажлын онолын хэсэг	55
3.2. Тоон симуляцийн аргын судлагдсан байдал.....	56
3.3. Математик загварчлалын хэсэг.....	57
3.4. Геометр загварчлал болон тохируулгын хэсэг	59
3.5. Тоон симуляцийн арга ашиглан хучилтгүй замаас ялгарах тоосжилтыг хэмжсэн үр дүн	62
БҮЛЭГ 4: ХӨРС БЭХЖҮҮЛЭГЧ НЭМЭЛТ БОДИСЫН ТЕХНИК ЭДИЙН ЗАСГИЙН ТООЦОО БОЛОН БАЙГАЛЬ ОРЧИНД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА	74
4.1. Техник эдийн засгийн тооцоо	74
4.1.1 АНТ хөрс бэхжүүлэгчээр бэхжүүлэх үеийн барилгын ажлын зардал	75
4.1.2 Лигносультфонат хөрс бэхжүүлэгчээр бэхжүүлэх үеийн барилгын ажлын зардал	77
4.1.3 Кальцийн хлорид хөрс бэхжүүлэгчээр бэхжүүлэх үеийн барилгын ажлын зардал	79
4.1.4 Гурван төрлийн бодисын зардлын харьцуулалт	80
4.2. Хөрс бэхжүүлэгч нэмэлт бодисын шинж чанар, хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөлөл	83
БҮЛЭГ 5: ДҮГНЭЛТ, САНАЛ БА ЗӨВЛӨМЖ	103
5.1. Ерөнхий дүгнэлт	103
5.2. Дэвшүүлж буй санал	105
5.3. Гаргаж байгаа зөвлөмж	105

ЗУРГИЙН ЖАГСААЛТ

Зураг 1	Авто замын өнгөн үеийн материалууд тээврийн хэрэгслээс ирэх хүчний нөлөөллөөр нунтаглагдаж тоос үүсэх процесс	16
Зураг 1.1	Гулзайлтын бат бэхийн туршилт шинжилгээний ажлын зургууд; а) 3 дээжээр нийт 9 туршилт; б) Universal Testing Machine УН-F500 в) Гулзайлтад орсон дээж г) Дээжид багажаас ирж байгаа хүч болон гулзайлтын хэмжээ	22
Зураг 1.2	Суултыг хэмжих үеийн туршилт, шинжилгээний ажлын зургууд; а) Бэлтгэсэн 6 сорьц; б) Суулт хэмжих багаж в) Суулт хэмжих туршилтын үйл явц г) Үр дүн боловсруулах хэсэг	24
Зураг 1.3	а) Хөлдөөх-гэсгээх төхөөрөмжийн зураг; б) Сорьцуудыг бэлтгэсэн байдал; в) хөлдөөх камерт хийсэн байдал; г) 5°C (+/-2°C)-ийн температуртай устай саванд хийж гэсгээж буй байдал	25
Зураг 1.4	5, 10 болон 25 циклийн дараах Хөрс + 4% цемент, Хөрс + 4% цемент + АНТ сорьцуудын жингийн алдагдлын харьцуулалт	26
Зураг 2.1	Элсэн конусын аргаар талбайн нягт шалгах туршилт. а) Бэхжүүлээгүй хэсэг; б) Бэхжүүлсэн хэсэг;	30
Зураг 2.2	Горхийн давааны талбайн нягт	30
Зураг 2.3	Хаврын улирлын талбайн нөхцөл байдал	32
Зураг 2.4	Тоос бууруулах нэмэлт бодисоор боловсруулсан талбай	32
Зураг 2.5	Өвлийн улирлын талбайн нөхцөл байдал	33
Зураг 2.6	ПК4+40-ПК5+00 хэсэгт үүссэн дэржигнүүр	33
Зураг 2.7	а) WASHTO төрлийн Бенкельман багажийн харагдах байдал; б) хэмжилт хийсэн өдрийн талбайн нөхцөл байдал; в) туршилтын үйл явц; г) туршилтын цэг №8-ийн хэмжилт;	34
Зураг 2.8	Талбайн тоосжилт хэмжсэн туршилтын төлөвлөлт; а. Кальцийн хлорид болон натрийн лигносульфонатаар бэхжүүлсэн талбайн хэсэг дэх хэмжилтийн багажуудын байршил; б. АНТ-аар бэхжүүлсэн талбайн хэсэг дэх хэмжилтийн багажуудын байршил;	39
Зураг 2.9	Тоосжилтын хэмжилтийн үйл явц; а) DustTrak, цаг уурын станц угсарч суурилуулж буй байдал; б) Хэмжилт хийж буй байдал; в) ПК0+360 дээр байршуулсан хэмжилтийн багажууд; г) ПК0+140 болон ПК0+060 дээр байршуулсан хэмжилтийн багажууд; д) багажийн хэвийн ажиллаж буйг шалгаж буй үзлэг; е) Тоосжилт хэмжилтийн үеийн нөхцөл байдал;	40
Зураг 2.10	Кальцийн хлоридоор бэхжүүлсэн хэсгийн эхний хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;	44
Зураг 2.11	Кальцийн хлоридоор бэхжүүлсэн хэсгийн хоёр дах хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;	45
Зураг 2.12	Кальцийн хлоридоор бэхжүүлсэн хэсгийн гурав дах хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;	46
Зураг 2.13	Натрийн лигносульфонатаар бэхжүүлсэн хэсгийн эхний хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;	47

Зураг 2.14	Натрийн лигносульфонатаар бэхжүүлсэн хэсгийн хоёр дах хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;	48
Зураг 2.15	Натрийн лигносульфонатаар бэхжүүлсэн хэсгийн гурав дах хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, зүг болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;	49
Зураг 2.16	ANT-аар бэхжүүлсэн хэсгийн эхний хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;	50
Зураг 2.17	ANT-аар бэхжүүлсэн хэсгийн хоёр дах хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;	51
Зураг 2.18	ANT-аар бэхжүүлсэн хэсгийн гурав дах хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;	52
Зураг 3.1	Тоон симуляцид ашигласан тээврийн хэрэгслийн геометр загварчлал; а) Субару Форестер 2011 загварын тээврийн хэрэгслийн 3D модель; б) Геометр моделийг тухайн орчны домэйн хүрээнд оруулсан байдал; в) Горхийн (Тэрэлж) даваанд хийсэн талбайн туршилт; г) Талбайн туршилттай ижил загварчлал;	60
Зураг 3.2	3D моделийг олон жижиг элементэд хуваах (teshing); а) Программын үзүүлэлтүүд болон элементүүдийн тоо; б) Хучилтгүй авто замын гадаргуу болон дугуй орчмын элементүүд; в) Тээврийн хэрэгслийн эргэн тойронд үүсгэсэн элементүүд;	61
Зураг 3.3	Бэхжүүлээгүй талбайн тоосжилтын утгууд (тоон симуляци болон талбайн туршилтын үр дүнгийн харьцуулалт)	63
Зураг 3.4	Бэхжүүлсэн авто зам дээрх тоосжилтын утгууд (тоон симуляци болон талбайн туршилтын үр дүнгийн харьцуулалт)	64
Зураг 3.5	Зураг 3.5. Бэхжүүлсэн авто зам дээрх тоосжилтын утгууд (тоон симуляци болон талбайн туршилтын үр дүнгийн харьцуулалт)	66
Зураг 3.6	Химийн нэмэлт бэхжүүлэгч ашиглахын өмнөх симуляцийн үр дүн; а) Дроны тусламжтай гүйцэтгэсэн талбайн тоосжилт хэмжих туршилт; б) DustTrak багажийн тусламжтай гүйцэтгэсэн талбайн туршилт; в) Дээрээс харсан 40 км/ц хурдтай 90° салхитай үед тоосжилтын хэмжээ г) Дээрээс харсан 60 км/ц хурдтай 45° салхитай үед тоосжилтын хэмжээ;	67
Зураг 3.7	а) Хажуугаас харсан 40 км/ц хурдтай үеийн тоосжилт; б) Хажуугаас харсан 60 км/ц хурдтай үеийн тоосжилт; в) Хажуугаас харсан 40 км/ц хурдтай үеийн тоосжилт; г) Хажуугаас харсан 60 км/ц хурдтай үеийн тоосжилт;	68
Зураг 3.8	Бэхжүүлэгч ашигласны дараах симуляцийн үр дүн; а) 40 км/ц хурдтай явж байхад байршил бүр дээрх тоосжилт; б) 60 км/ц хурдтай явж байх үед байршил бүр дээрх тоосжилт; в) Урдаас харсан 60 км/ц хурдтай машины тоосжилт; г) Дээрээс харсан 20 км/ц хурдтай машины тоосжилт;	69
Зураг 3.9	Тоон симуляцийн байршлууд дахь тоосонцрын агуулгыг харуулсан үр дүнгийн зураглал	70

ХҮСНЭГТИЙН ЖАГСААЛТ

Хүснэгт 1.1	Гулзайлтын бат бэхийн туршилтын үр дүн	22
Хүснэгт 1.2	Суулт хэмжих туршилтын үр дүн	24
Хүснэгт 1.3	Сорьцуудын хөлдөлт-гэсэлтийн 5, 10 болон 25 циклийн дараах байдал	26
Хүснэгт 1.4	Хүчитгэсэн хөрс, хөрсний хольцын физик-механик шинж чанар “ANT КазДОРНИИ”	28
Хүснэгт 2.1	Талбайн туршилтын ажлын дараалал	35
Хүснэгт 2.2	Өвлийн улирлын талбайн туршилтын үр дүн	37
Хүснэгт 2.3	Хаврын улирлын талбайн туршилтын үр дүн	38
Хүснэгт 2.4	30 машинд ноогдох 5 минутын дундаж PM10 тоосонцрын утга	41
Хүснэгт 2.5	PM10 тоосонцрын нийт хэмжилтийн дундаж утга	42
Хүснэгт 3.1	Геометр загварчлалд ашигласан утгууд	60
Хүснэгт 3.2	Бэхжүүлээгүй хөрсний симуляци болон талбайн туршилтын үр дүн	64
Хүснэгт 3.3	Бэхжүүлсэн хөрсний симуляци болон талбайн туршилтын үр дүн	65
Хүснэгт 3.4	Бэхжүүлсэн хөрсний симуляци болон талбайн туршилтын үр дүн	66
Хүснэгт 4.1	ANT бодисыг туршихад ашиглагдсан тоног, төхөөрөмжийн зардал	75
Хүснэгт 4.2	ANT бодисыг туршихад ашиглагдсан бодисын үнэ	75
Хүснэгт 4.3	ANT бодисыг туршихад ажилласан хүн хүчны зардал	75
Хүснэгт 4.4	ANT бодисыг туршсан бусад зардал	76
Хүснэгт 4.5	Лигносульфонат бодисыг туршихад ашиглагдсан тоног, төхөөрөмжийн зардал	77
Хүснэгт 4.6	Лигносульфонат бодисыг туршихад ашиглагдсан бодис урвалжын үнэ	77
Хүснэгт 4.7	Лигносульфонат бодисыг туршихад ажилласан хүн хүчний зардал	77
Хүснэгт 4.8	Лигносульфонат бодисыг туршсан бусад зардал	78
Хүснэгт 4.9	Кальцийн хлорид бодисыг туршихад ашиглагдсан тоног, төхөөрөмжийн зардал	79
Хүснэгт 4.10	Кальцийн хлорид бодисыг туршихад ашиглагдсан тоног, төхөөрөмжийн зардал	79
Хүснэгт 4.11	Кальцийн хлорид бодисыг туршихад ажилласан хүн хүчний зардал	79
Хүснэгт 4.12	Кальцийн хлорид бодисыг туршсан бусад зардал	80
Хүснэгт 4.13	Гурван төрлийн бодисын зардлын харьцуулалт	80
Хүснэгт 4.14	“Налайх АЗЗА” ТӨХК-ийн засвар, арчлалтын зардлын харьцуулалт	81
Хүснэгт 1.а	Хөрс барьцалдуулагч болон бэхжүүлэгч бодисын хэрэглээ, гарал үүсэл болон төлөв байдал	84
Хүснэгт 1.б	Хөрс барьцалдуулагч болон бэхжүүлэгч бодисын шинж чанар, хэрэглэх хязгаар болон зарцуулагдах норм	87
Хүснэгт 1.в	Хөрс барьцалдуулагч болон бэхжүүлэгч бодисын хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөө	93
Хүснэгт 1.г	Хөрс барьцалдуулагч болон бэхжүүлэгч бодисын хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөө	94

ТОВЧИЛСОН НЭР, ТОМЬЁНЫ ТАЙЛБАР

МОНГОЛ ХЭЛ ДЭЭРХ ТОВЧИЛСОН НЭР, ТОМЬЁО

ДЭМБ	Дэлхийн Эрүүл Мэндийн Байгууллага
ОХУ	Оросын Холбооны Улс
ШУТИС	Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль
ХҮХИН	Хуурай Үеийн Хамгийн Их Нягт
АЗЗА	Авто Зам Засвар Арчлалт
ЦУОШГ	Цаг Уур Орчны Шинжилгээний Газар
ТЭА	Төгсгөлөг Элементийн Арга
ТБШД	Тооцон Бодох Шингэний Динамик
УИХ	Улсын Их Хурал
НИТХ	Нийслэлийн Иргэдийн Төлөөлөгчдийн Хурал
ТӨХК	Төрийн Өмчит Хувийн Компани

ГАДААД ХЭЛ ДЭЭР ТОВЧИЛСОН МОНГОЛ НЭР, ТОМЬЁО

EPA	Америкийн Нэгдсэн Улсын Хүрээлэн буй орчныг хамгаалах агентлаг
RANS	Рейнольдсын дундаж Навьер-Стокесийн тэгшитгэл
CE	Урсгал Тасралтгүйн Тэгшитгэл
EM	Хөдөлгөөний Тэгшитгэл
PTE	Нарийн Ширхэглэлийн Хөдөлгөөний Тэгшитгэл
PIE	Нарийн Ширхэглэлийн Дэгдэлтийн Тэгшитгэл
CME	Массын Хадгалалтын Тэгшитгэл

ГАДААД ХЭЛ ДЭЭР ТОВЧИЛСОН НЭР, ТОМЬЁО

PM	Particulate Matter
CFD	Computational Fluid Dynamic
FEM	Finite Element Method
DPM	Discrete Phase Model
CAD	Computer-Aided Design
DJI	Da-Jiang Innovations
GPS	Global Positioning System

**“ЗАМ ТЭЭВРИЙН ХӨГЖЛИЙН ТӨВ”
ТӨРИЙН ӨМЧИТ ҮЙЛДВЭРИЙН ГАЗАР**

ТӨСЛИЙН ЕРӨНХИЙ МЭДЭЭЛЭЛ		
1. ТӨСӨЛ ҮРГЭЛЖЛЭХ ХУГАЦАА 15 сар	2. ТАЙЛАНГИЙН ТӨРӨЛ ЭЦСИЙН ШАТНЫ ТАЙЛАН	3. ТАЙЛАН ХҮЛЭЭЛГЭН ӨГСӨН ХУГАЦАА 2023.06.15
4. ТӨСЛИЙН НЭР: ТООСЖИЛТ ИХТЭЙ БОЛОН ЭВДРЭЛ ИХ ҮҮСДЭГ ДАВААНЫ ХУЧИЛТГҮЙ ХӨРСӨН ХЭСГИЙГ ТУСГАЙ БАРЬЦАЛДУУЛАГЧ БОДИСООР БЭХЖҮҮЛЭХ ТУРШИЛТ, СУДАЛГАА /ТЭРЭЛЖ..!		
5. ЗАХИАЛАГЧ БАЙГУУЛЛАГА: “ЗАМ, ТЭЭВРИЙН ХӨГЖЛИЙН ТӨВ” ТӨҮГ Хаяг: Улаанбаатар хот, Баянгол дүүрэг, 20-р хороо, “Зам, тээврийн хөгжлийн төв” ТӨҮГ-ын өөрийн байр Утас: 70007636 Факс: 70007636		
6. ГҮЙЦЭТГЭГЧ БАЙГУУЛЛАГА: “АЙ РОУД” ХХК АВТО ЗАМЫН СУРГАЛТ СУДАЛГААНЫ ИНСТИТУТ Хаяг: Улаанбаатар хот, Сүхбаатар дүүрэг, 8-р хороо, Амарын гудамж 29, “Сан бизнес центр” оффис, 3-р давхар Утас: 99115618, 99005830 Имэйл хаяг: info@iroad.mn		
7. ТӨСЛИЙН УДИРДАГЧ: ДОРЖХҮҮГИЙН ЭНХБААТАР	8. ТӨСЛИЙН ДЭД УДИРДАГЧ: МИШИГИЙН ЦЭЦГЭЭ	
9. ГЭРЭЭНИЙ ДУГААР ЗТХТ/202106039/02/02		
10. САНХҮҮЖИЛТИЙН ХӨРӨНГИЙН ЭХ ҮҮСВЭР: “АВТО ЗАМЫН НОРМ НОРМАТИВЫН САН”		
11. ТӨСЛИЙН ХӨРӨНГИЙН ХЭМЖЭЭ: 294.0 сая төгрөг /Хоёр зуун ерэн дөрвөн сая төгрөг/		

МОНИТОРИНГИЙН КАРТ

	Д/д	Ажлын даалгаварт заасан тодорхой үе шатны ажлын нэр	Хийгдэх хугацаа	Ажлын даалгаварт заагдсан ажлын үр дүнгийн биелэлтийн үнэлгээ	Редакцын явцын тайлангийн дүгнэлт, үнэлгээ
Судалгаа боловсруулалтын ажлаар гүйцэтгэх ажлын календарчилсан төлөвлөгөө	1	Өндөр уул даваатай, зорчих хэсгийн дагуу налуу ихтэй газруудад хучилт дэвсээгүй авто замуудын байршлын судалгаа хийж, мэдээллийг нэгтгэх;	V/15	100	
	2	Хайрган хучилттай зам дээр нийтлэг гардаг эвдрэл гэмтлийн төрлийг тодорхойлж түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн талаар тайлбар дүгнэлт гаргах;	VI/01	100	
	3	Хайрган хучилттай замын суурийн эвдрэл гэмтлээс урьдчилан сэргийлэх, далан, суурийн материалыг бэхжүүлэх, бат бэхийг нэмэгдүүлэх, ус тэсвэрлэлт, хэв гажилт тэсвэрлэлт зэрэг үзүүлэлтийг сайжруулах чиглэлээр хийгдсэн практик ач холбогдолтой дотоод, гадаадын ижил төстэй судалгааны ажлуудын үр дүнг судалсны үндсэн дээр зохих дүгнэлт гаргаж, оновчтой аргачлалыг санал болгох;	VI/15	100	
	4	Хөрс болон хучилтыг бэхжүүлэгчийг (органик, органик бус, хими, нано) материалын /дотоодод нэвтэрсэн болон олон улсад түгээмэл хэрэглэж буй шалгарсан/ судалгаа хийх;	VI/15	100	
	5	Төсөл хэрэгжүүлсэн эхний шатны гүйцэтгэлийн тайлан боловсруулж, хүлээлгэн өгөх	VI/18	100	
	6	Байгалийн даац муутай хөрсийг авто замын даалн суурийн материалд хэрэглэхээр бэхжүүлэх 3-иас багагүй төрлийн нэмэлт (Үүнд: органик, органик бус, хими, нано) хэрэглээ, зориулалт, аргачлал, практик ач холбогдол зэргээр нь харьцуулан судалж манай оронд нэвтрүүлэх боломжтой нэмэлтүүдийг санал болгох;	VII/01	100	
	7	Сонгосон бэхжүүлэгчийг ашиглан лабораторийн туршилт шинжилгээ хийх;	VII/15	100	
	8	Лабораторийн туршилтын үр дүнд үндэслэн шалгарсан бэхжүүлэгчээр талбайн туршилт хийх, туршилтын замын хэсэг нь өргөн 7м /сонгосон замын өргөнөөс хамаарна/, урт 200м-ээс их	VIII/25	100	

“Тоосжилт ихтэй болон эвдрэл их үүсдэг давааны хучилтгүй хөрсөн хэсгийг тусгай барьцалдуулагч бодисоор бэхжүүлэх туршилт, судалгаа /Тэрэлж..!”-ны ажлын эцсийн шатны тайлан

		байна. Туршилтын замын нийт урт 2-3 өөр төрлийн нэмэлт ашиглан харьцуулалт хийх хэсгүүдэд хуваагдсан байж болно;			
	9	Туршилтын замаас дээж авч лабораторид туршилт шинжилгээ хийх, үр дүнг харьцуулах. Туршилтын үр дүнгийн хамаарал, зүй тогтлыг бүрэн илэрхийлж чадахуйц хэмжээний туршилтуудыг хийж гүйцэтгэх;	IX/25	100	
	10	Шинээр барьсан туршилтын талбайд ажиглалт судалгаа хийн үр дүнг тайланд тусгах	X/10	100	
	11	Лаборатори болон талбайн туршилтын үр дүнгийн талаар тайлан, зөвлөмж гаргах		100	
	12	Төсөл хэрэгжүүлсэн дунд шатны гүйцэтгэлийн тайлан боловсруулж, хүлээлгэн өгөх	X/18	100	
	13	Судалгааны ажлын үр дүнгээр эрдэм шинжилгээний 1-2 өгүүлэл бичиж дотоодын эрдэм шинжилгээний сэтгүүлд хэвлүүлэх	IX/09	100	
	14	Техник эдийн засгийн тооцоо хийх, эрүүл мэнд, байгаль орчинд үзүүлэх хүчин зүйлийн нөлөөллийг судалж, тайланд тусгах;	XI/01	100	
	15	Судалгааны ажлын явц, тайлан боловсруулалтын шатанд салбарын байгууллага, ИТА-уудыг хамруулсан 2-оос доошгүй удаа нээлттэй хэлэлцүүлэг зохион байгуулж, төсөлд санал авах;	VI/15	100	
	16	Салбарын мэргэжлийн холбоод, төрийн болон төрийн бус байгууллага, зөвлөх инженерүүдээс санал авч нэгтгэх;	VI/15	100	
	17	Төсөл хэрэгжүүлсэн эцсийн шатны тайланг боловсруулж, хүлээлгэн өгөх	VI/15	100	

АЖЛЫН ГЭРЭЭ

БАТЛАВ:

ЗАХИАЛАГЧ:
“ЗАМ, ТЭЭВРИЙН, ХӨГЖЛИЙН ТӨВ”
ТӨҮГ-ЫН ЗАХИРАЛ
Х.ПҮРЭВЖАРГАЛ

ЗӨВЛӨХ:
“АЙ РОУД” ХХК-ИЙН ГҮЙЦЭТГЭХ
ЗАХИРАЛ
И.ГЭРЭЛМАА

“ТООСЖИЛТ ИХТЭЙ БОЛОН ЭВДРЭЛ ИХ ҮҮСДЭГ ДАВААНЫ ХУЧИЛТГҮЙ ХӨРСӨН ХЭСГИЙГ ТУСГАЙ БАРЬЦАЛДУУЛАГЧ БОДИСООР БЭХЖҮҮЛЭХ ТУРШИЛТ, СУДАЛГАА /ТЭРЭЛЖ”-НЫ АЖЛЫН ЗӨВЛӨХ ҮЙЛЧИЛГЭЭНИЙ ГЭРЭЭ

Дугаар: 2622/156

2022 оны 4 дүгээр сарын 18-ны өдөр

Улаанбаатар хот

Нэг талаас Улаанбаатар хот, Баянгол дүүрэг, 20-р хороонд байршилтай “Зам, тээврийн хөгжлийн төв” ТӨҮГ-ын Бодлогын хэрэгжилт, зураг төслийн магадлал, стандарт, норм нормативын хэлтсийн дарга Д.Базарсад (цаашид “захиалагч” гэх), нөгөө талаас “Ай Роуд” ХХК-ийг төлөөлж Үйл ажиллагаа хариуцсан захирал Б.Энхсайхан (цаашид “зөвлөх” гэх) нар дараах зүйлийг харилцан тохиролцож энэхүү гэрээг (цаашид “гэрээ” гэх) байгуулав.

1. Зөвлөх нь энэхүү гэрээ болон гэрээний салшгүй хэсэг болох Хавсралт №1, №2-д тодорхойлсон “Ажлын даалгавар болон үйлчилгээний цар хүрээ”-нд заасан Зөвлөх үйлчилгээг (цаашид “үйлчилгээ” гэх) үзүүлэх үүрэгтэй.

2. Зөвлөх нь захиалагчаас шаардаж буй мэргэжлийн дадлага туршлага, ажиллах хүчин болон техникийн эх үүсвэртэй бөгөөд гэрээнд заасан нөхцөл, болзлын дагуу үйлчилгээг үзүүлэхийг хүлээн зөвшөөрсөн болно.

3. Захиалагч нь “Тоосжилт ихтэй болон эвдрэл их үүсдэг давааны хучилтгүй хөрсөн хэсгийг тусгай барьцалдуулагч бодисоор бэхжүүлэх туршилт, судалгаа /Тэрэлж”-ны зөвлөх үйлчилгээний ажлыг (цаашид “ажил” гэх) 294,137,910.00 (хоёр зуун ерэн дөрвөн сая нэг зуун гучин долоон мянга есөн зуун арав) төгрөгөөр (цаашид “гэрээний үнэ” гэх) гүйцэтгүүлэхээр харилцан тохиролцов. Гэрээний үнэ буюу ажлын нийт төсөвт өртөг нь санхүүжилтийн нийт гүйцэтгэл болно.

4. Дор дурдсан бичиг баримт нь гэрээний хэсэг болно (цаашид “гэрээний баримт бичиг” гэх). Үүнд:
Гэрээний ерөнхий нөхцөл;
Гэрээний тусгай нөхцөл;
Хавсралт

Хавсралт №1 Ажлын даалгавар, үйлчилгээний цар хүрээ

Хавсралт №2 Тайлан гаргах хуваарь

Хавсралт №3 Ажиллах хүчин-Туслан гүйцэтгэгч-Голлох мэргэжилтний ажлын хуваарь

Хавсралт №4 Төгрөгөөр тодорхойлсон төсөвт өртөг

Хавсралт №5 Байгууллагын гэрчилгээ

Гэрээ нь энд дурдсан Зөвлөх үйлчилгээг гүйцэтгэх талаарх талуудын хоорондын эцсийн тохиролцоо болох ба урьд өмнө үйлдсэн бүх хэлцлийг орлоно.

5. Захиалагч болон зөвлөх нь гэрээний ерөнхий болон тусгай нөхцөлд заасан эрх, үүрэг, хариуцлагыг хүлээнэ.

6. Зөвлөх нь гэрээний дагуу захиалагчийн төлөх төлбөрийг үндэслэн энэхүү гэрээний бүх нөхцөл, болзолд нийцүүлэн энд заасан ажлыг гүйцэтгэх, зөрчил, гологдол арилгах үүрэг хариуцлагыг хүлээж байна.

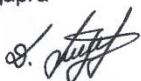
7. Захиалагч нь гэрээний дагуу Зөвлөхийн хийх ажлыг болон зөрчил, гологдол арилгах үйлчилгээг үндэслэн гэрээний төлбөрийг Зөвлөхөд төлөх үүрэг хариуцлага хүлээж байна.

8. Гэрээнд холбогдох асуудлаар талууд албан бичгээр болон утсан холбоогоор цахим шуудангаар харилцана.

9. Энэхүү гэрээг 2022 оны 4-р сарын 18-ны өдөр Монгол хэл дээр 5 хувь үйлдэж, захиалагчид 4 хувь, Зөвлөхөд 1 хувийг хадгалуулав.

ЗАХИАЛАГЧИЙГ ТӨЛӨӨЛЖ:

Бодлогын хэрэгжилт, зураг төслийн магадлал, стандарт норм нормативын хэлтсийн дарга



Д.БАЗАРСАД

Авто замын итгэмжлэгдсэн төв лабораторийн эрхлэгч



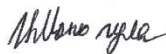
Т.БАТБОЛД

Жууль, гэрээний мэргэжилтэн



Б.НАРАНБААТАР

Авто замын норм нормативын сангийн нягтлан бодогч



Ц.МӨНХТУЯА

Бодлогын хэрэгжилт хариуцсан мэргэжилтэн




Б.ЭНЭРЭЛ

Хаяг: Улаанбаатар хот, Баянгол дүүрэг, 20 дугаар хороо, "Зам, тээврийн хөгжлийн төв" ТӨҮГ-ын өөрийн байр.

Утас: 70007636 Факс: 70007636

ЗӨВЛӨХИЙГ ТӨЛӨӨЛЖ:

“Ай Роуд” ХХК-ийн Үйл ажиллагаа хариуцсан захирал



Б.ЭНХСАЙХАН

Багийн дэд ахлагч



М.ЦЭЦГЭЭ

Судалгааны ахлах ажилтан



Д.ГАНБИЛЭГ

Хаяг: Улаанбаатар хот, Сүхбаатар дүүрэг, 8-р хороо, Амарын гудамж 29, “Сан бизнес центр” оффис, 3 давхар

Утас: 99114655, 99005830
Имэйл хаяг: info@iroad.mn

АЖЛЫН ДААЛГАВАР



“ТООСЖИЛТ ИХТЭЙ БОЛОН ЭВДРЭЛ ИХ ҮҮСДЭГ ДАВААНЫ ХУЧИЛТГҮЙ ХӨРСӨН ХЭСГИЙГ ТУСГАЙ БАРЬЦАЛДУУЛАГЧ БОДИСООР БЭХЖҮҮЛЭХ ТУРШИЛТ, СУДАЛГАА”-НЫ АЖЛЫН ДААЛГАВАР

2021 оны 09 сарын 20 -ны өдөр

№ 2021/023

Улаанбаатар хот

1. Төсөл боловсруулах үндэслэл:
 - Зам, тээврийн хөгжлийн сайдын 2020 оны А/22 дугаар тушаал.
 - “Авто замын норм нормативын сангийн хөрөнгөөр 2021-2022 онд хэрэгжүүлэх төсөл, арга хэмжээний төлөвлөгөө”
2. Төслөөр шийдвэрлэх асуудал:
 - Манай улсад зарим өндөр уул даваатай газар авто зам барихдаа дагуу налуу ихтэй хэсгийн зорчих хэсгийг хайрган хучилтаар төлөвлөж барьсан байдаг. Жишээ нь: Тэрэлжийн гүүрний баруун талын даваа, Ар гүнтийн, даваа гэх мэт.
 - Эдгээр хэсгүүдэд байгаль цаг уур, тээврийн хэрэгслийн хөдөлгөөний нөлөөгөөр авто замын суурийн гадаргуу хуурай үедээ тоос ихээр босч, нойтон үедээ хөрсний нягтрал багасч (даац буурах) эвдрэл гэмтэл үүсдэг. Улмаар авто замын далангийн ус, чийгийн хэмжээ нэмэгдэж эвдрэл үүсэх шалтгаан болж байна.
 - Энэхүү асуудлыг шийдвэрлэхдээ шинээр асфальтбетон хучилтыг дэвсэхгүй, үүсч байгаа тоосжилтийг багасгах, далан суурийн материалын ачаа даац, бат бэх болон хэв гажилт тэсвэрлэлтийн үзүүлэлтийг сайжруулах оновчтой арга замыг онолын ба практик ач холбогдлын хүрээнд судалж лабораторийн болон талбайн сорил туршилтыг гүйцэтгэн, судална.
3. Төслийн иж бүрдэл:
 - Өндөр уул даваатай, зорчих хэсгийн дагуу налуу ихтэй газруудад асфальтбетон хучилт дэвсээгүй суурь хайрган хучилтаар хийгдсэн авто замуудын байршлын судалгаа хийж, мэдээллийг нэгтгэх.
 - Авто замын далан, суурийн материалд нийтлэг гардаг эвдрэл гэмтлийн төрлийг тодорхойлж түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн талаар тайлбар дүгнэлт гаргах.

- Авто замын далан, суурийн эвдрэл гэмтлээс урьдчилан сэргийлэх, далан, суурийн материалыг бэхжүүлэх, бат бэхийг нэмэгдүүлэх, ус тэсвэрлэлт, хэв гажилт тэсвэрлэлт зэрэг үзүүлэлтийг сайжруулах чиглэлээр хийгдсэн практик ач холбогдолтой дотоод, гадаадын ижил төстэй судалгааны ажлуудын үр дүнг судалсны үндсэн дээр зохих дүгнэлт гаргаж, оновчтой аргачлалыг санал болгох;
 - Хөрс болон хучилтыг бэхжүүлэгч (органик, органик бус, хими, нано) материалын /дотоодод нэвтэрсэн болон олон улсад түгээмэл хэрэглэж буй шалгарсан/ судалгаа хийх.
 - Түүнээс байгалийн даац муутай хөрсийг авто замын далан суурийн материалд хэрэглэхээр бэхжүүлэх 3-аас багагүй төрлийн нэмэлт (Үүнд: органик, органик бус, хими, нано Түүнээс: Консолид-1, БУК-1 гэх мэт) -ийг хэрэглээ, зориулалт, аргачлал, практик ач холбогдол зэргээр нь харьцуулан судалж манай оронд нэвтрүүлэх боломжтой нэмэлтүүдийг санал болгох.
 - Сонгосон бэхжүүлэгчийг ашиглан лабораторийн сорил туршилт хийх.
 - Лабораторийн туршилтын үр дүнд үндэслэн шалгарсан бэхжүүлэгчээр талбайн туршилт хийх. Туршилтын замын хэсэг нь өргөн 7м /сонгосон замын өргөнөөс хамаарна/, урт 200м-ээс их байна. Туршилтын замын нийт урт 2-3 өөр төрлийн нэмэлт ашиглан харьцуулалт хийх хэсгүүдэд хуваагдсан байж болно.
 - Туршилтын замаас дээж авч лабораторид туршилт шинжилгээ хийх, үр дүнг харьцуулах. Туршилтын үр дүнгийн хамаарал, зүй тогтлыг бүрэн илэрхийлж чадахуйц хэмжээний туршилтуудыг хийж гүйцэтгэх.
 - Шинээр барьсан туршилтын талбайд ажиглалт судалгаа хийн үр дүнг тайланд дэлгэрэнгүй тусгах;
 - Лабораторийн болон талбайн туршилтын үр дүнгийн талаар тайлан, зөвлөмж гаргах;
 - Хайрган хучилтыг бэхжүүлэгч нэмэлт ашиглан барьснаар эдийн засгийн үр өгөөж болон тээврийн хэрэгслээр зорчиход аюулгүй тав тухтай байх боломжийг шийдвэрлэсэн байна.
 - Цаашид туршигдсан хөрс бэхжүүлэгч нэмэлт материалыг үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх боломжтой эсэхийг шийдвэрлэсэн байна.
 - “Зам, тээврийн хөгжлийн төв” ТӨҮГ, Тухайн чиглэлээр мэргэшсэн, туршлага бүхий Зөвлөх баг байна.
 - 7 сар (Гэрээ байгуулагдсан өдрөөс хойш)
4. Төслийн үр дүн:
5. Төслийг хэрэгжүүлэх байгууллага:
6. Төслийг хэрэгжүүлэх хугацаа:

- | | |
|---|--|
| 7. Төслийг санхүүжүүлэх хөрөнгийн эх үүсвэр | • “Авто замын норм нормативын сан” |
| 8. Төсөлд шаардагдах хөрөнгийн хэмжээ: | • 300.0 сая төгрөг |
| 9. Төслийн онцгой нөхцөл | <ul style="list-style-type: none">• Судалгааны ажлын үр дүнгээр эрдэм шинжилгээний 1-2 өгүүлэл бичиж дотоодын эрдэм шинжилгээний сэтгүүлд нийтлүүлэх.• Төслийн үр дүнг сайжруулах зорилгоор шаардлагатай нэмэлт туршилт, шинжилгээний аргуудыг ашиглах.• Хөрсийг нэмэлтээр бэхжүүлэхдээ лабораторийн болон талбайн тусгай зориулалтын багаж, тоног төхөөрөмжийг шаардлагатай тохиолдолд ашиглах.• Судалгаа шинжилгээний туршилтын үр дүнг боловсруулах, анализ хийх зориулалттай программ хангамж ашиглах (SPSS, Matlab г.м).• Техник эдийн засгийн тооцоо хийх, эрүүл мэнд, байгаль орчинд үзүүлэх хүчин зүйлийн нөлөөллийг судалж, тайланд тусгах.• Судалгааны ажлын үр дүнг үйлдвэрлэлд хэрэглэх санал, зөвлөмж боловсруулах.• Зөвлөх үйлчилгээний үе шатны тайланг MNS 2492:2004 “Эрдэм шинжилгээний ажлын тайлан. Бүтэц шаардлага” стандартын дагуу боловсруулах.• Судалгааны ажлын явц, тайлан боловсруулалтын шатанд салбарын байгууллага, ИТА-уудыг хамруулсан 2-оос доошгүй удаа нээлттэй хэлэлцүүлгийг зохион байгуулж, төсөлд санал авах.• Салбарын мэргэжлийн холбоод, төрийн болон төрийн бус байгууллага, зөвлөх инженерүүдээс санал авч нэгтгэх, саналыг тайланд хэрхэн тусгасан талаар тайлбар, танилцуулга хийх.• Тайланд Төвийн Захирлын тушаалаар байгуулагдсан редакци, шүүмжийн ажлын хэсгээр шүүмж хийлгэх;• Эцсийн тайланг (Редакци, шүүмжийн ажлын хэсгийн дүгнэлт гарсан байх)-ийг Авто замын салбарын Шинжлэх ухаан, техникийн зөвлөл болон Зам, тээврийн салбарын Шинжлэх ухаан, технологийн зөвлөлийн хурлаар хэлэлцүүлэх. |

- Хурлаас гарсан зөвлөмж, шийдвэрийн дагуу шаардлагатай арга хэмжээг авч, эцсийн тайланг Захиалагчид танилцуулгын хамт хүргүүлэх.
- Судалгааны ажлын хүрээнд цуглуулсан мэдээлэл, судалгааны үр дүн, тайлан, боловсруулагдсан аливаа программ хангамж, түүний эх код нь “Зохиогчийн эрх болон түүнд хамаарах эрхийн тухай” хуулийн 17.2 18 дугаар зүйлийн дагуу Зам, тээврийн хөгжлийн төвийн өмч болно.

Хянасан:

“Зам, тээврийн хөгжлийн төв” ТӨҮГ-ын Бодлогын хэрэгжилт, зураг төслийн магадлал, стандарт норм нормативын хэлтсийн дарга бөгөөд “Авто замын норм нормативын сан”-гийн Удирдах зөвлөлийн нарийн бичгийн дарга

“Зам, тээврийн хөгжлийн төв” ТӨҮГ-ын Авто замын итгэмжлэгдсэн төв лабораторийн эрхлэгч

Боловсруулсан:

“Зам, тээврийн хөгжлийн төв” ТӨҮГ-ын Эрдэм шинжилгээ, судалгаа, инновацийн хэлтсийн эрдэм шинжилгээний ажилтан


Д.БАЗАРСАД


Т.БАТБОЛД


Н.БАДМААНЯМБУУ

ТӨСЛИЙН ТОЙМ

1.1. Судалгааны ажлын үндэслэл

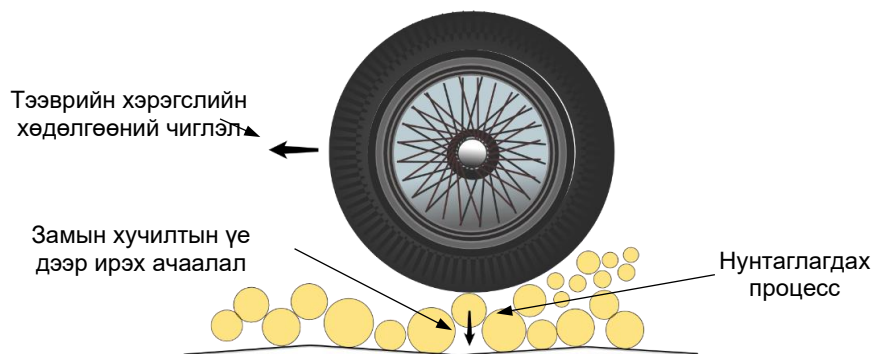
Дэд бүтцийн салбар эрчимтэй хөгжиж буй өнөө үед зам барилгын ажлыг эрчимжүүлэх, материалын чанарыг сайжруулах, дэвшилтэт технологи, арга зүйг нэвтрүүлэх нь нэн чухал асуудал болоод байна.

Монгол Улсын авто замын сүлжээний нийт урт 2022 оны хагас жилийн байдлаар 111,916.7 км байгаагаас 99,891.2 км нь буюу 89.2% нь ердийн хөрсөн, 12,025.5 км буюу 10.8% нь сайжруулсан зам байна [1]. Нийт сайжруулсан замын 1176.79 км буюу 9.8%-ийг хайрган хучилттай эзэлж байна. Хайрган хучилттай авто замтай холбоотой тулгамдсан асуудлуудын нэг нь тээврийн хэрэгслийн хөдөлгөөний нөлөөллөөс үүсэх тоосжилт юм. Тоос нь хучилтын гадаргууд эвдрэл үүсэх үндсэн нөхцөлийг бүрдүүлж, агаар мандалд ялгарах тоосонцрын гол эх үүсвэр болдог ба улмаар эдийн засаг, замын хөдөлгөөний аюулгүй байдал, байгаль орчны чанар болон хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлдэг.

Манай улсын хувьд зарим өндөр уул даваатай хэсгүүдэд авто зам барихдаа дагуу налуу ихтэй хэсгүүдэд зорчих хэсгийг хайрган хучилтаар төлөвлөж барьсан байдаг ба 2022 оны байдлаар олон улсын болон улсын чанартай авто замыг дайран өнгөрч буй нийт 82 даваа байгаагаас 7 нь хайрган хучилттай байна. Эдгээр даваануудад байгаль цаг уур, тээврийн хэрэгслийн хөдөлгөөний нөлөөгөөр дараах сөрөг нөлөөлөл бий болж байна. Үүнд:

Нэгдүгээрт, хайрган хучилттай авто замын зорчих хэсгийн нарийн ширхэгтэй дүүргэгч материалууд (0.15 - 4.15 мм) нь автомашины дугуйн үрэлтийн нөлөөгөөр суларсны улмаас хучилтын гадаргуугийн нягтрал багасч, эвдрэл гэмтлийг үүсгэж байна.

Хоёрдугаарт, тээврийн хэрэгслийн дугуйнаас авто замын хучилтын үерүү ирж буй динамик ачааллын улмаас өнгөн үеийн материал хооронд үрэлтийн хүч үүсэж, давтамжит тээврийн хэрэгслийн нөлөөллөөр материал нунтаглагдаж, тоосжилтыг үүсгэдэг (Зураг 1). Энэхүү агаар мандалд тархаж буй тоосонцороос жолоочийн үзэгдэх орчин хангалттай бус болсон учир хөдөлгөөний аюултай, эрсдэлтэй нөхцөл үүсэж байна.



Зураг 1. Авто замын өнгөн үеийн материалууд тээврийн хэрэгслээс ирэх хүчний нөлөөллөөр нунтаглагдаж тоос үүсэх процесс

Гуравдугаарт, агаар дахь тоосжилтын хэмжээ ихэссэнээр ус агуулагч хурдас болон ургамалжилтад нөлөөлхийн зэрэгцээ авто замаар зорчиж буй зорчигч болон ойр орчимд амьдардаг хүн амын тав тухтай байдал болон эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлдөг. Америкийн Нэгдсэн Улсын Хүрээлэн буй орчныг хамгаалах агентлагаас (EPA) гаргасан агаарыг бохирдуулагч зургаан хүчин зүйлийн нэг болох тоосонцор (Particulate Matter, PM) нь агаарт дэгдсэн 100 мкм-ээс бага хэмжээний хатуу болон шингэн жижиг хэсгүүдийн холимог юм гэж тодорхойлсон байдаг.

Агаарыг бохирдуулагч тоосонцруудаас PM10, PM2.5 буюу 10 мкм, 2.5 мкм хэмжээс бүхий тоосонцрууд нь хүний бие, биологийн тэнцвэрт байдалд сөргөөр нөлөөлдөг. Жишээлбэл, PM10 тоосонцроор удаан амьсгалсан тохиолдолд амьсгалын замын эрхтэн тогтолцоонд нөлөөлж уушгины эдийг гэмтээх, амьсгал боогдуулах, хорт хавдар үүсгэх, зүрхний шигдээс болох зэргээр үхэлд хүргэх аюултай байдаг бол PM2.5 буюу илүү нарийн ширхэглэгтэй тоосонцрууд нь уушгины цулцанг гэмтээж хүчилтөрөгчийн дутагдалд оруулдаг. Харин 1 мкм-ээс бага тоосонцрууд цусны урсгалд шууд нэвтэрдэг [2]. Мөн ойр орчмын нуур, цөөрмийг хүчиллэг болгох, хөрсийг үржил шимгүй болгох, хүчлэн бороо ороход нөлөөлөх зэргээр хүрээлэн буй орчинд сөрөг нөлөө үзүүлдэг [3].

Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллагаас (ДЭМБ) PM10-ын хүлцэх хэмжээг 45 мкг/м³, PM2.5-ын хүлцэх хэмжээг 15 мкг/м³ гэж үнэлсэн бол Монголын MNS 4585:2016 стандартын дагуу PM10-ын хүлцэх хэмжээг 100 мкг/м³, PM2.5-ын хүлцэх хэмжээг 50 мкг/м³ гэж тогтоосон.

Иймд манай орны тоосжилт их үүсдэг өндөр уул давааны хучилтгүй хөрсөн хэсгийг химийн нэмэлт бодисоор бэхжүүлэх замаар үүсч буй тоосжилтыг бууруулах, суурь болон хучилтын материалын ачаа даацыг нэмэгдүүлж, хэв гажилтад

тэсвэртэй шинж чанарыг нэмэгдүүлэх, эвдрэл гэмтэл үүсэхээс урьдчилан сэргийлэх зорилгоор нэмэлт туршилт, судалгааны ажлыг хийх шаардлагатай болж байгаа юм.

1.2. Судалгааны ажлын зорилго:

Судалгааны төслийн ажлын даалгаврын хүрээнд өндөр уул давааны хайрган хучилттай авто замын ашиглалтын явцад үүсэх тоосжилтыг тусгай барьцалдуулагч бодис ашиглан бууруулах, далан суурийн материалын ачаа даац, бат бэхийг сайжруулах технологийн оновчтой арга зүйг тогтоох онолын болон практик туршилтын аргыг судлах, хүрээлэн буй орчинд хор хөнөөлгүй шинэлэг материал, технологийг Монгол орны цаг уурын онцлогт тохируулан авто замын барилгын ажилд нэвтрүүлэн нутагшуулах нөхцөлийг бүрдүүлэхэд эрхэм зорилго оршино.

1.3. Зорилтот үр дүн

1. Өндөр уул даваатай хайрган хучилттай авто замыг бэхжүүлэгч нэмэлт ашиглах замаар замын тогтворжил, бат бэх болон ашиглалтын хугацааг нэмэгдүүлэх, тоосжилтыг бууруулах, эдийн засгийн үр өгөөж болон тээврийн хэрэгслээр зорчиход аюулгүй тав тухтай байх боломжийг шийдвэрлэх;

<Үйл ажиллагаа>

- 1-1. Манай оронд байгаа өндөр уул даваатай, дагуу налуу ихтэй хайрган хучилттай авто замуудын байршлын мэдээллийг нэгдсэн санг үүсгэх;
- 1-2. Хайрган хучилттай авто зам дээр нийтлэг гардаг эвдрэл гэмтлийн төрлийг тодорхойлох;
- 1-3. Эвдрэлд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн тайлбар дүгнэлт гаргах;
- 1-4. Монгол орны нөхцөлд тохирсон тоос дарагч, хөрс бэхжүүлэгч нэмэлтийн оновчтой аргачлал боловсруулах;
2. Хайрган хучилттай давааны хөрсийг 2 ба түүнээс дээш төрлийн хөрс бэхжүүлэгч нэмэлтийг ашиглан бэхжүүлэх туршилтыг хийж, үүсч байгаа тоосжилтыг бууруулах, материалын ачаа даац, бат бэх болон хэв гажилт тэсвэрлэлтийн үзүүлэлтийг сайжруулах;

<Үйл ажиллагаа>

- 2-1. Сонгосон бэхжүүлэгчдийг ашиглан физик-механик шинж чанарыг тодорхойлох лабораторийн харьцуулсан туршилтыг хийж гүйцэтгэх;
- 2-2. Сонгосон бэхжүүлэгчдийг ашиглан лабораторийн тоосжилт бууруулах туршилтын ажлыг хийж гүйцэтгэх;
- 2-3. Физик-механик шинж чанарын болон тоосжилт хэмжих лабораторийн үр дүнд үндэслэн шалгарсан бэхжүүлэгчээр талбайн туршилтын хийх;
- 2-4. Шинээр барьсан туршилтын талбайд ажиглалт судалгаа хийх;
3. Цаашид туршигдсан хөрс бэхжүүлэгч нэмэлтийг үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх

боломжтой эсэхийг шийдвэрлэх;

<Үйл ажиллагаа>

- 3-1. Тоосжилт дарах, хөрс бэхжүүлэгч нэмэлтийн техник эдийн засгийн тооцоолол хийх;
- 3-2. Тухайн тоосжилт дарах, хөрс бэхжүүлэгч нэмэлтийн байгаль орчин, хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх хүчин зүйлсийн нөлөөллийг судлах;
4. Олон улс болон дотоодод өргөн хэрэглэгдэж буй тоосжилт дарах нэмэлт бодистой холбоотой хэлэлцүүлэг зохион байгуулах;

1.4. Хамрах нутаг дэвсгэр

Налайх дүүрэгт байрлах Горхийн (Тэрэлж) давааг хамруулав.

1.5. Холбогдох захиргаа байгууллага

“Зам, тээврийн хөгжлийн төв” ТӨҮГ

1.6. Төсөл хэрэгжих хугацаа

2022 оны 4-р сар – 2023 оны 07-р сар (нийт 15 сар)

1.7. Судалгааны ажлын хүрээнд хийж гүйцэтгэсэн ажлууд

Судалгааны ажлын эхлэлийн шатны хүрээнд (эхний хоёр сарын хугацаанд) хайрган хучилтаар баригдсан өндөр уул даваануудын байршлын судалгааг хийж, ARCGIS Pro онлайн газарзүйн мэдээллийн системд суурилсан даваануудын мэдээллийг багтаасан нэгдсэн дата сан үүсгэх ажлыг гүйцэтгэсэн болно. Мөн түүнчлэн хайрган хучилттай авто замын далан суурийн материалд нийтлэг гардаг эвдрэлүүд, тэдгээрийн төрлийг онолын болон практик (талбайн нүдэн ажиглалт хийх замаар) түвшинд судалж тодорхойлсон.

Хөрс бэхжүүлэх, тоосжилт дарах нэмэлт бодисыг сонгох ажлын хүрээнд дотоодод болон олон улсад түгээмэл хэрэглэгдэж буй хайрган хучилттай авто замын тоосжилтыг багасгах, хөрсийг бэхжүүлэгч нэмэлт бодисуудын төрөл, зориулалт, аргачлал зэргийг онолын түвшинд харьцуулан судалсан.

Судалгааны ажлын дунд шатны хүрээнд (3 сарын хугацаанд) олон улсад тоосжилтыг бууруулах, хөрсийг бэхжүүлэх зорилгоор өргөнөөр ашигладаг уламжлалт болон шинэ төрлийн барьцалдуулагч бодисуудыг судалсны үндсэн дээр ОХУ-ын АНТ инжиниринг компанийн “АНТ хөрс бэхжүүлэгч органик нэмэлт”, натрийн лигносульфонат, кальцийн лигносульфонат, магнийн хлорид, кальцийн хлорид, Pitrosoil®, Норвеги улсын “Borregaard” компанийн үйлдвэрлэсэн Dustex®, Канад улсын “Cypher Environmental” компанийн үйлдвэрлэсэн ROAD//STABILIZER®

зэрэг химийн нэмэлт бодисуудыг ашиглан хөрсийг бэхжүүлж, лабораторийн нөхцөлд физик-механик шинж чанарын харьцуулсан судалгааг хийж гүйцэтгэлээ.

Мөн түүнчлэн тус бодисуудыг ашиглан лабораторийн нөхцөлд хөрсийг бэхжүүлсний дараа динамик ачаалал өгөх үед дээжээс үүсэх PM2.5, PM10 концентрацийн ялгаруулалтыг DustTrak™ DRX 8533 маркийн орчны тоосжилт хэмжигч багажийг ашиглан тодорхойлж, тоосжилтын бууралтыг харьцуулан судлав.

Талбайн туршилтын хүрээнд судалгааны объект болох Горхи-Тэрэлжийн даваанд 3 хэсэг, 400 м урт талбайд натрийн лигносульфонат, кальцийн хлорид болон ОХУ-ын ANT хөрс бэхжүүлэгч нэмэлтийг ашиглан хучилтгүй хөрсөн хэсгийг бэхжүүлэх ажлыг хийж гүйцэтгэлээ.

Талбайн 1 сарын нүдэн ажиглалт, шинжилгээний ажлыг хийж гүйцэтгэсэн ба DustTrak™ DRX 8533 тоосжилт хэмжигч багажийг ашиглан 3 өөр төрлийн бодисоор бэхжүүлсэн талбайн тоосонцрын концентрацийг хэмжиж үр дүнд харьцуулалтыг хийсэн.

Судалгааны ажлын эцсийн шатны хүрээнд хөрс бэхжүүлэгч нэмэлт ашигласан туршилтын талбайн намар, өвөл болон хаврын улирлын нүдэн ажиглалт, тоосжилт хэмжих туршилтын ажлуудыг хийж гүйцэтгэв.

ЛАБОРАТОРИЙН ТУРШИЛТ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ АЖЛЫН ҮР ДҮН

БҮЛЭГ 1: ЛАБОРАТОРИЙН НӨХЦӨЛД БЭХЖҮҮЛСЭН ХӨРСНИЙ ФИЗИК-МЕХАНИК ШИНЖ ЧАНАРЫГ ТОДОРХОЙЛОХ ТУРШИЛТ

Лабораторийн нөхцөлд химийн нэмэлт бодисоор бэхжүүлсэн хөрсний физик-механик шинж чанарыг үнэлэх ажлын хүрээнд гулзайлтын бат бэх тодорхойлох туршилт, хөрсний суулт хэмжих туршилт болон хөлдөлт-гэсэлт тэсвэрлэлт тодорхойлох туршилтыг ШУТИС-ийн “Барилгын дэвшилтэт материал, бүтээцийн судалгааны төв”-ийн харьяа “Барилгын сорилт, туршилт судалгааны нэгдсэн лаборатори”-той хамтран хийж гүйцэтгэсэн.

1.1. Хөрсний гулзайлтын бат бэх тодорхойлох туршилт

Туршилт, шинжилгээний ажлын гол зорилго нь хайрган хучилттай авто замын материалын гулзайлтын бат бэх шинж чанарыг сайжруулахад цемент болон биополимер суурьтай “ANT” нэмэлтийн үр нөлөөг тодорхойлох, үнэлэх явдал юм.

Шинжилгээний ажлын хүрээнд гурван хөрсний сорьцыг харьцуулан судалсан: Бэхжүүлээгүй хөрс, Хөрс+4% цемент, Хөрс+4% цемент+ANT полимер суурьтай нэмэлт болон цементээр бэхжүүлсэн хөрс.

Туршилтад ашигласан тоног, төхөөрөмж

Гулзайлтын бат бэхийн туршилтыг MNS ASTM C 78:2016 стандартын дагуу гидравлик туршилтын “Universal Testing Machine UH-F500” төхөөрөмжийг ашиглан хийж гүйцэтгэсэн. Тус машин нь 500Н хүртэлх ачааллаар үйлчлэх хүчин чадалтай.

Сорьц бэлтгэл

Туршилтын хүрээнд гурван төрлийн хөрснөөс бүрдсэн нийт 9 сорьцыг харьцуулах зорилгоор бэлтгэж туршсан. Үүнд:

- Хөрс
- Хөрс + Цемент (4%)
- Хөрс + Цемент (4%) + ANT

Туршилт хийхээс өмнө сорьцуудыг жигд нягтруулж, 30 хоногийн турш бэхжилтийг авах хүртэл тохиромжтой нөхцөлд хадгалсан (Зураг 1.1).



Зураг 1.1. Гулзайлтын бат бэхийн туршилт шинжилгээний ажлын зургууд; а) 3 дээжээр нийт 9 туршилт; б) Universal Testing Machine UH-F500 в) Гулзайлтамд орсон дээж г) Дээжид багажаас ирж байгаа хүч болон гулзайлтын хэмжээ

Туршилт, шинжилгээний ажлын үр дүн

Хэмжилтийн ажлын хүрээнд сорьц тус бүрийн жинг хэмжиж, гулзайлтын машинд оруулна. Машин нь сорьц тус бүр дээр ирсэн хамгийн их хүчийг хэмжиж, нугарах цэгийг бүртгэж авна. Хэмжилтийн үр дүнд үндэслэн дээжийн гулзайлтын бат бэхийг тооцоолсон. Гулзайлтын бат бэхийн туршилтын үр дүн дараах байдалтай байна (Хүснэгт 1.1).

Хүснэгт 1.1. Гулзайлтын бат бэхийн туршилтын үр дүн

Сорьцын хэмжээ, мм	Бэхжүүлсэн хугацаа, хоног	Сорьцын төрөл	Гулзайлтын бат бэх, МПа	
			Сорьцын	Дундаж
100x100x400	30	Хөрс	0.31	0.34
			0.37	
		Хөрс + Цемент (4%)	0.51	0.51
			0.51	
		Хөрс + Цемент (4%) + ANT	0.68	0.62
			0.57	

Дээрх үр дүнгээс харахад хөрсийг 4%-ийн цемент болон ANT нэмэлтүүдээр хөрсийг бэхжүүлэх нь сорьцын гулзайлтын бат бэхийг нэмэгдүүлж байгааг тодорхой харуулж байна. Хөрсийг 4%-ийн цемент болон ANT бодисоор бэхжүүлсэн (Хөрс +

4% цемент + ANT) сорьцыг дан цементээр бэхжүүлсэн (Хөрс + 4% цемент) сорьцтой харьцуулахад өндөр гулзайлтын бат бэхийн утгыг үзүүлсэн буюу ANT бодисыг нэмэлтээр хийснээр материалын хэв гажилтад тэсвэртэй байдлыг нэмэгдүүлэх боломжтой болох нь харагдаж байна. Дан хөрсийг 4%-ийн цемент болон 4% цемент+ANT нэмэлтээр бэхжүүлэхэд хөрсний гулзайлтын бат бэхийг 0.17МПа болон 0.28МПа-аар тус тус нэмэгдүүлсэн үзүүлэлттэй байна.

1.2. Хөрсний суулт хэмжих туршилтын үр дүн

Шинжилгээний ажлын хүрээнд 4%-ийн цемент болон 4% цемент+ANT бодисоор бэхжүүлсэн хөрсний дээжийн суултыг харьцуулан хэмжсэн. Бэхжүүлсэн хөрсний суултын өөрчлөлт нь хөрсний шинж чанар, тогтвортой байдалд нөлөөлж болзошгүй тул зайлшгүй хэмжих шаардлагатай юм.

Туршилтын төхөөрөмж

Хөрсний дээжийн суултын өөрчлөлтийг “C-323 Length Comparator” төхөөрөмжийг ашиглан ASTM C157 стандартын дагуу тодорхойлсон. Энэхүү төхөөрөмж нь сорьцын суултын өөрчлөлтийг нарийн хэмжих боломжийг олгодог.

Сорьц бэлтгэх

Хөрсний суултыг хэмжихэд нийт 6 хөрсний дээжийг бэлтгэсэн. Үүнд:

- Хөрс + Цемент (4%) – 3 дээж
- Хөрс + Цемент (4%) + ANT – 3 дээж.

Сорьцуудыг жигд нягтруулж, 5 хоногийн турш бэхжилтийг авах хүртэл тохиромжтой нөхцөлд хадгалсан.





Зураг 1.2. Суултыг хэмжих үеийн туршилт, шинжилгээний ажлын зургууд; а) Бэлтгэсэн 6 сорьц; б) Суулт хэмжих багаж в) Суулт хэмжих туршилтын үйл явц г) Үр дүн боловсруулах хэсэг

Туршилт, шинжилгээний ажлын үр дүн

Хэмжилтийн үеэр 2 дээж хэмжих боломжгүй болсон бөгөөд боловсруулсан сорьцуудын суултын үр дүнг Хүснэгт 1.2-т үзүүлэв.

Хүснэгт 1.2. Суулт хэмжих туршилтын үр дүн

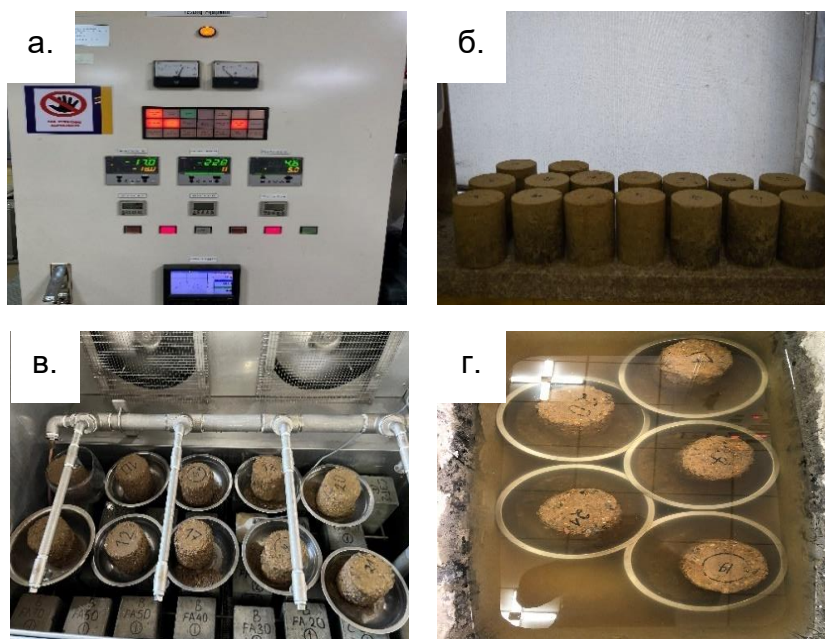
Туршилтын өрөөний		Сорьцын хэмжээ, мм	Сорьцын төрөл	Бэхжүүлсэн хугацаа, хоног	Суулт, %	
Температур, °C	Чийглэг, %				Сорьц	Дундаж
22	27	100x100x400	Хөрс + 4% Цемент +ANT	5	2.0575	2.0188
			Хөрс + 4% Цемент +ANT		1.9973	
			Хөрс + 4% Цемент		2.1118	1.9973
			Хөрс + 4% Цемент		1.8828	

Хэмжилтийн үр дүнгээс харахад хоёр төрлийн сорьцын суултын өөрчлөлт нь хоорондоо ойролцоо байгаа бөгөөд дан 4% цементээр бэхжүүлсэн хөрс болон 4% цемент + ANT бэхжүүлсэн хөрс нь энгийн хөрстэй харьцуулахад дундаж суултын хэмжээ бага зэрэг өндөр байна. Суулт нь хөрсний бэхжих үед үүсдэг агшилт, тэлэлтийн процесс зэрэг хүчин зүйлсээс шалтгаална.

Хөрсийг цементээр бэхжүүлэх үед чийгийн агуулга буурч, агшилт болон суултыг үүсгэдэг. Мөн 4%-ийн цементээр бэхжүүлсэн хөрсөнд ANT бодисыг нэмснээр материалын жижиг ширхэглэл хооронд шинэ “кристалл” бүтцийг үүсгэж, бэхжих процессод нөлөө үзүүлж улмаар суултыг нэмэгдүүлэх ач холбогдолтой байна.

1.3 Хөлдөлт-гэсэлт тэсвэрлэлт тодорхойлох судалгааны ажил

Хөлдөлт-гэсэлтэд тэсвэртэй байдлыг тодорхойлох туршилтыг MNS 1918-1985 стандартыг баримталж агаарт хөлдөөж, усанд гэсгээх аргыг ашиглан хийж гүйцэтгэсэн. Дээж бэлтгэлийн ажлын хүрээнд нийт 24 сорьц бэлтгэж, 9 сорьцыг ажиглалтад, 15 сорьцыг 3 хэсэгт хуваан туршилтад оруулсан. Үүнээс дан хөрсөөр бэхжүүлсэн 5 сорьц, Хөрс + 4% цементээр бэхжүүлсэн 5 сорьц, Хөрс + 4% цемент+ ANТ 0,007% бэхжүүлсэн 5 сорьц тус бүр бэлтгэж туршилтад ашигласан.



Зураг 1.3. а) Хөлдөөх-гэсгээх төхөөрөмжийн зураг; б) Сорьцуудыг бэлтгэсэн байдал; в) хөлдөөх камерт хийсэн байдал; г) 5°C (+/-2°C)-ийн температуртай устай саванд хийж гэсгээж буй байдал

Туршилт явуулахад бэлтгэх журам: Бэхжүүлсэн хөрсний дээжүүдийг усанд ханасан байдалд оруулах;

Туршилтыг явуулах журам: Усанд ханасан дээжүүдийг хооронд нь 50 мм-ээс багагүй зайтайгаар хөлдөөх камерт байрлуулна. Хэрэв сорьцуудыг камерт байршуулсны дараа хөргөгчний температур -18°C-аас доош болсон мөчийг “хөлдөлтийн эхлэл” цэг гэж тооцно. Нэг удаагийн хөлдөлтийн үргэлжлэх хугацаа нь хөлдөөх камерт тохируулсан температурт 4 цагаас доошгүй байна. Хөлдөөх үйл явц дууссаны дараа дээжийг 2 цагийн турш 5°C (+/-2°C)-ийн температуртай усанд гэсгээснээр хөлдөлт-гэсэлтийн 1 цикл (мөчлөг) дуусна.

Туршилтын үеийн ажиглалт: Туршилт нийтдээ 35 цикл (мөчлөг) үргэлжилсэн бөгөөд хөлдөлт-гэсэлтийн 5, 10 болон 25 циклийн дараах ажиглалтыг Хүснэгт 1.3-т харуулав.

Туршилт хийж гүйцэтгэсэн он, сар, өдөр: 2022.10.24 – 2022.11.16

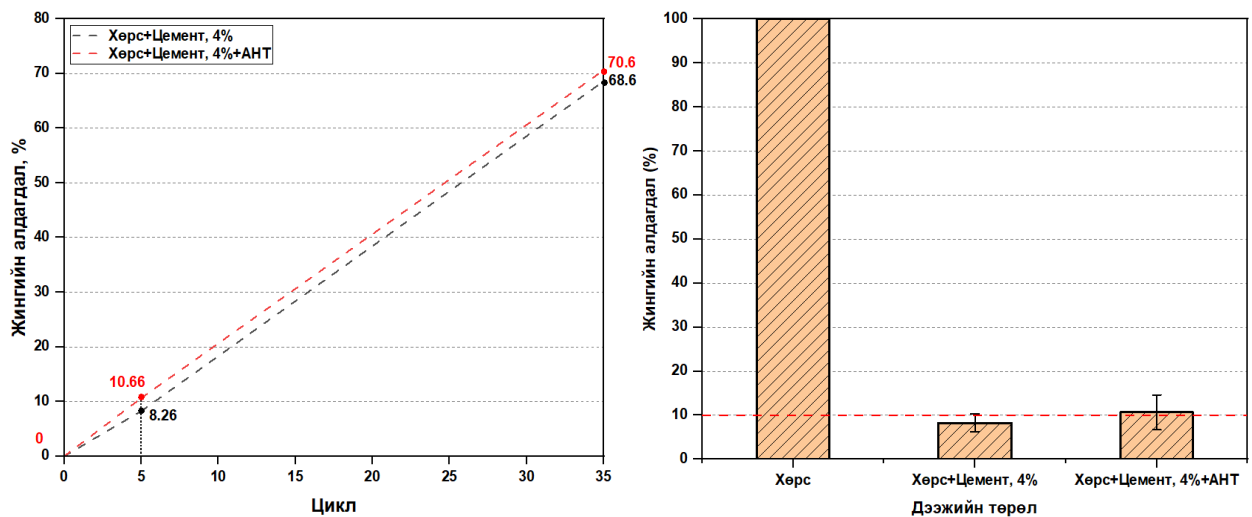
Хүснэгт 1.3. Сорьцуудын хөлдөлт-гэсэлтийн 5, 10 болон 25 циклийн дараах байдал

	Хөрс + 4% цемент		Хөрс + 4% цемент+ ANT	
	Хөлдөлт	Гэсэлт	Хөлдөлт	Гэсэлт
5 циклийн дараа				
10 циклийн дараа				
25 циклийн дараа				

Хөлдөлт-гэсэлт тэсвэрлэлт тодорхойлох туршилтын үр дүн

Дан хөрсөөр бэлтгэсэн сорьцууд нь эхний циклийн дараагаар бутарч, цаашид тэсвэрлэхгүй гэж үзсэн тул туршилтыг зогсоосон. Харин Хөрс + 4% цемент, Хөрс + 4% цемент+ANT сорьцуудад ямар нэгэн бутрал, гэмтэл ажиглагдаагүй тул туршилтыг цааш үргэлжлүүлсэн. Энэхүү үр дүнгээс үзэхэд хөрсийг эрдэс барьцалдуулагчаар бэхжүүлэхэд хүйтэн тэсвэрлэх чадварыг сайжруулдаг болох нь харагдаж байна.

Эхний 5 циклийн дараагаар сорьцуудын жингийн алдагдлыг хэмжихэд хөрс + 4% цементээр бэхжүүлсэн сорьц ANT нэмснээс илүү үр дүнг үзүүлсэн. Мөн хөлдөлт-гэсэлтийн мөчлөгийн тооцоолсон тооны үе шат бүрд хүйтэнд тэсвэрлэлтийн илтгэлцүүрийг тодорхойлохын тулд 1 сорьцыг сонгон авч 5, 10 болон 25 циклийн дараах Хөрс + 4% цемент, Хөрс + 4% цемент + ANT сорьцын жингийн алдагдлыг Зураг 1.4-т харуулав.



Зураг 1.4. 5, 10 болон 25 циклийн дараах Хөрс + 4% цемент, Хөрс + 4% цемент + АНТ сорьцуудын жингийн алдагдлын харьцуулалт

Олон улсад “АНТ” нэмэлтийн хүйтэнд тэсвэрлэлт, хөлдөлт – гэсэлтийн судлагдсан байдал:

Казахстаны авто замын судалгааны хүрээлэн буюу "КАЗДОРНИИ"-д хийсэн хүйтэнд тэсвэртэй байдал болон хөлдөлт, гэсэлтийн судалгааны хүрээнд авч үзэхэд судалгаанд 4 төрлийн сорьц бэлтгэж, ГОСТ 10060.2-95 стандартын дагуу туршилтыг хийж гүйцэтгэсэн байдаг.

Хөлдөөх үйл явц: -18°C температурт 4 цагийн турш хөлдөөнө.

Гэсгээх үйл явц: 20°C-ийн температуртай усанд 2 цаг эсвэл капиллярын усны нөлөөллөөр ханалтад орсон дээжийг 2 цаг нойтон элсэнд байлгана.

Үр дүнг боловсруулах: Хөлдөлт-гэсэлтийн мөчлөгийн тогтоосон тооны (5, 10, 15, 25 болон 50) циклийн дараа шахалтын бат бэхийн алдагдлын утгаар тодорхойлно.

Хүснэгт 1.4. Хүчитгээсэн хөрс, хөрсний хольцын физик-механик шинж чанар “ANT КазДОРНИИ”

Нэгдэл	Нягтрал	Хүч		Суналт гулзайлтын болон шахалтын бат бэхийн харьцаа	Хөлдөөх гэсэлтийн мөчлөгийн дараа шахалтын бат бэх, МПа			Бат бэхийн марк	Хүйтэнд тэсвэрлэлт
		Шахалтын бат бэх	Гулзайлтын үеийн суналтын бат бэх		10	15	25		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.Хөрс - 70% Элс, хайрга - 30% Цемент - 5% Ус - 9%	2,22	3,7	0,6	0,16	2,9	-	-	M20	F10
2.Хөрс- 70% Элс, хайрга - 30% Цемент - 5% Ус - 5,08% ANT- 0,007%	2,22	4,9	0,9	0,18	4,0	3,7	-	M40	F15
4.Хөрс -20% Элс, хайрга - 80% Цемент-5% Ус - 8,29% ANT-0,007%	2,20	6,5	1,4	0,21	6,1	5,3	5,0	M60	F25

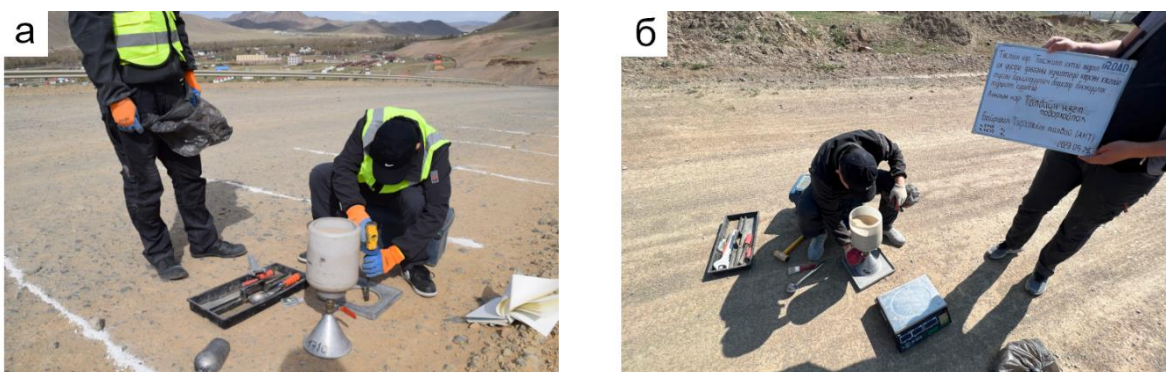
ТАЛБАЙН ХЭМЖИЛТ, ТУРШИЛТЫН АЖЛЫН ҮР ДҮН

БҮЛЭГ 2: ТАЛБАЙН ХЭМЖИЛТ, ТУРШИЛТЫН АЖЛЫН ҮР ДҮН

2.1. Талбайн нягт шалгах элсэн конусын туршилт

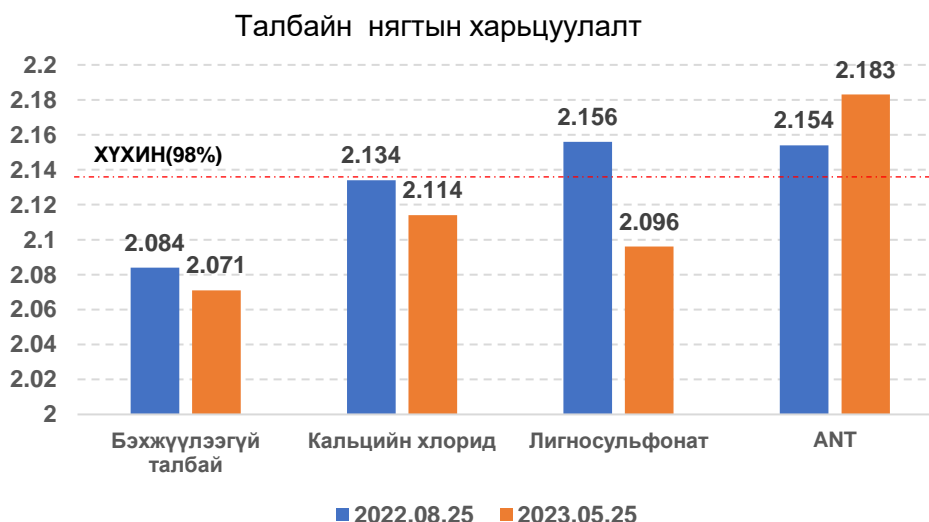
Энэхүү бүлэгт нэмэлт ашиглан бэхжүүлсэн талбайн нягтыг тодорхойлох зорилгоор хийсэн элсэн конусын туршилтын нарийвчилсан шинжилгээний үр дүнг оруулав. “Горхийн (Тэрэлж)” давааны бэхжүүлэлт хийсэн хэсгүүдэд (Натрийн лигносульфонат, Кальцийн хлорид, 4% цемент+ANT) туршилтыг хийж гүйцэтгэв (Зураг 2.1)

Туршилт хийж гүйцэтгэсэн огноо: 2023 оны 5 дугаар сарын 25-ны өдөр



Зураг 2.1. Элсэн конусын аргаар талбайн нягт шалгах туршилт. а) Бэхжүүлээгүй хэсэг; б) Бэхжүүлсэн хэсэг;

Талбайн нягт нэмэгдсэнээр хучлагын гадаргуу элэгдэлд тэсвэртэй болж, тоосжилт буурдаг. Энэхүү үзүүлэлт нь хөрсний шинж чанар, нэмэлт бодисын төрөл, технологи зэрэг хүчин зүйлээс хамаардаг. Дээрх туршилтын үр дүнг бэхжүүлэлт хийх үеийн талбайн нягтыг харьцуулж бэхжүүлэгч бодисын үр нөлөө, идэвхжил, удаан эдэлгээт чанарыг үнэлсэн.



Зураг 2.2. Горхийн давааны талбайн нягт

Горхийн даваанд хийсэн туршилтын үр дүнгээс харахад талбайн хөрс бэхжүүлэлтийн ажил хийсэн өдрийн талбайн нягтрал нь 2023 оны 05 сарын 25-ны өдрийн хэмжилтээр буурсан үр дүнг үзүүлсэн ба ANТ+4% цементээр бэхжүүлсэн хэсгийн нягт дангаараа өссөн утга үзүүлж байна. Тодруулбал, кальцийн хлоридоор бэхжүүлсэн хэсэг 0,02 гр/см³-аар, натрийн лигносультьфонат ашигласан хэсгийнх 0.06 гр/см³ -аар тус тус буурсан бол ANТ+4% цемент нэмэлт бодисоор бэхжүүлсэн хэсгийн нягтрал 0.03 гр/см³-аар нэмэгдсэн байна.

“Цементээр бэхжүүлсэн хөрсөн суурь барих техникийн норм”-д талбайн хуурай үеийн хамгийн их нягт (ХҮХИН) нь 98%-иас багагүй байх ёстой гэж заасан ба ANТ+4% цементээр бэхжүүлсэн хэсэг нь энэхүү шаардлагыг хангасан үзүүлэлттэй байна.

ANТ+4% цементээр бэхжүүлсэн талбайн нягтрал нь тээврийн хэрэгслийн нөлөөлөл, цементийн бэхжилт, ANТ нэмэлтийн шинж чанар зэргээс хамаарч нэмэгдсэн үр дүнг үзүүлсэн. Энэ нь тухайн хөрсний бат бэх, элэгдэлд тэсвэртэй чанар нэмэгдэж тоосжилтыг тодорхой хувиар бууруулах үр дүнтэй байна.

2.2. Хавар болон өвлийн нөхцөлд талбайн нүдэн үзлэг, ажиглалт

Горхи-Тэрэлжийн давааны өвлийн улирал буюу шороон даланд чийг хуримтлагдах үе (хөлдөх процессын үеийн талбайн хальтиргаа, гулгаа) хаврын улирал дах хөрсний гэсэлтийн үед талбайн нүдэн үзлэг ажиглалтыг хийж гүйцэтгэв.

Хаврын нүдэн үзлэг, ажиглалт

Туршилт хийж гүйцэтгэсэн огноо: 2023 оны 4-р сарын 13-ны өдөр.

Бодис ашиглаагүй хоёр талын хөвөөний материалууд тээврийн хэрэгслийн дугуйны эргэлтээр зорчих хэсгийн гадаргууд зөөгдөж тоосжилт эргэн үүсэх шалтгаан болж байна.

Нүдэн ажиглалтаар ПК0+00-ПК2+00; ПК3+00-ПК5+00 хэсгийн бодисоор бэхжүүлсэн зорчих хэсгийг бэхжүүлээгүй хоёр талын хөвөөний хэсэгтэй нь харьцуулахад, өгсөх чиглэлд нүхэн эвдрэл болон болон дэржигнүүрүүд үүссэн, мөн ашиглагдах нийт өргөн өөрчлөгдснөөр жолоочийн тав тухд нөлөөлж байсан (Зураг.6). Түүнчлэн, дугуйны эргэлтээр хөвөөнөөс зорчих хэсэг рүү чулуу зөөгдөн автомашины үйлчлэлээр гадаргууд элэгдэл үүссэн нь ажиглагдсан. Эдгээр эвдрэл нь хөрсний гэсэлтээс шалтгаалан далан суурийн бат бэх буурснаас үүдэлтэй юм.



Зураг 2.3. Хаврын улирлын талбайн нөхцөл байдал

Лигносультфонат болон кальцийн хлорид нэмэлтийг тоосжилт дарах зориулалтаар ашигласан бөгөөд бэхжүүлэлт хийгдээгүй хэсэгтэй харьцуулахад эвдрэл харьцангуй бага үүссэн байгаа нь технологийн горимийг сайн баримталж хийсэнтэй холбоотой бөгөөд бага хэмжээний дэржигнүүр, элэгдэл, нүхэн эвдрэл үүссэн нь нэмэлт бодисуудын үр нөлөө буурч байгааг илтгэж байна (Зураг 2.4).



Зураг 2.4. Тоос бууруулах нэмэлт бодисоор боловсруулсан талбай.

АНТ+4% цементээр бэхжүүлсэн ПК4+40-ПК5+00 хэсэгт дэржгэнүүр үүссэн. Энэ нь дагуу налуун их хэсэгт үүссэн ба хөвөөнд үүссэн дэржигнүүр аажимдаа бэхжүүлсэн хэсэг рүү шилжсэнтэй холбоотой юм. Цаг уурын тааламжгүй үед замын хөдөлгөөний нөхцөл нь зуны хуурай, тэгш гадаргуутай байх үеийн хөдөлгөөнөөс хүндрэлтэй байдаг.

Горхийн (Тэрэлжийн) давааны дагуу налуун хамгийн их утга нь 11.3%, хэвтээ муруйн хамгийн бага радиус 30м байдаг нь цаг уурын тааламжгүй үзэгдлийн үед

(Цасан шуурга, олон хоног үргэлжилсэн цас, манан) хөдөлгөөний аюулгүй байдал алдагдаж, осол аваар гарах үндсэн шалтгаан болдог.

2022 оны 12-р сарын 25-ны өдрийн талбайн нүдэн ажиглалтаар олон хоног үргэлжилж орсон цасны улмаас замын гадаргууд цас тогтож, үзэгдэх орчин хязгаарлагдаж улмаар хөдөлгөөний аюулгүй байдал буурсан байсан (Зураг 2.5).



Зураг 2.5. Өвлийн улирлын талбайн нөхцөл байдал

Байгалийн онц ноцтой үзэгдлийн үед зам хариуцагч АЗЗА байгууллага түргэн шуурхай ажиллаж хөдөлгөөний аюулгүй байдал, техник ашиглалтын түвшинг хангаж шуурхай ажиллах шаардлагтай юм.



Зураг 2.6. ПК4+40-ПК5+00 хэсэгт үүссэн дэржигнүүр

2.3. Хучилтын хотойлт хэмжих туршилтын ажил

Хөрс бэхжүүлэгч бодис нь хөрсний бат бэх чанарыг нэмэгдүүлж тээврийн хэрэгслээс ирэх ачааллын үед үүсэх хэв гажилтыг бууруулдаг. Авто замын бат бэх нь авто замын насжилтын бүхий л хугацаанд тогтмол шалгаж үнэлэлт өгч байх ёстой авто замын ашиглалтын байдлын гол үзүүлэлт юм. Энэхүү бүлэгт бэхжүүлэгч нэмэлт бодисуудыг бат бэхийг нэмэгдүүлэх үр нөлөөг харьцуулах зорилгоор статик ачааллын үйлчлэлээр хучилтын хотойлтыг тодорхойлох талбайн туршилтыг хийж гүйцэтгэсэн.

Туршилтыг MNS AASHTO T 256 : 2004 стандартын дагуу ШУТИС-ын “Барилга архитектурын сургууль”-ийн “Авто замын материал судлалын лаборатори”-той хамтран 2022 оны 11-р сарын 11-ны өдөр болон 2023 оны 5-р сарын 25-ны өдрүүдэд тус тус хийж гүйцэтгэсэн. Уг туршилтын арга нь 4 төрлийн багажаар хучилтгүй замын хотойлтыг хэмжиж тодорхойлдог ба үүнээс WASHTO төрлийн “Бенкельман” багажийг сонгон авч туршилтыг хийж гүйцэтгэсэн.

Туршилтыг төслийн объект болох химийн нэмэлт бодисоор хөрс боловсруулалтын ажил хийгдсэн “Горхийн (Тэрэлж)” давааны хайрган хучилттай хэсэгт хийж гүйцэтгэв. Туршилтын явцыг Зураг 2.7-т үзүүлэв.







Зураг 2.7. а) WASHTO төрлийн Бенкельман багажийн харагдах байдал; б) хэмжилт хийсэн өдрийн талбайн нөхцөл байдал; в) туршилтын үйл явц; г) туршилтын цэг №8-ийн хэмжилт;

Талбайн туршилтын ажлын дараалал: Хучилтын хотойлтыг статик ачааллын аргаар тодорхойлох хэмжилт туршилтын ажлын хүрээнд нийт 4 цэгт хэмжилтийн хийж гүйцэтгэсэн ба туршилтын ажлын явцыг Хүснэгт 2.1-т үзүүлэв.

Туршилт хийж гүйцэтгэсэн огноо: 2022 оны 11-р сарын 11-ны өдөр

Хүснэгт 2.1. Талбайн туршилтын ажлын дараалал

№	Талбайн туршилтын дараалал	Ажлын үйл явц
1	Пүү /хэмжигч/ ашиглан хүнд даацын автомашины хойд тэнхлэг дэх нийт жинг хэмжсэн.	
2	Бенкельман багажийг угсарч талбайн туршилтад бэлтгэв.	
3	Химийн нэмэлт бодисоор бэхжүүлээгүй хэсэгт хучилтын бат бэхийг тодорхойлов.	
4	Натрийн лигносульфонат бодисоор барьцалдуулсан хэсэгт (ПК0+50 - ПК0+70) хучилтын бат бэхийг тодорхойлов.	

5	Кальцийн хлорид бодисоор барьцалдуулсан хэсэгт (ПК0+150 - ПК0+170) хучилтын бат бэхийг тодорхойлов.	
6	ANT бодисоор бэхжүүлсэн хэсэгт (ПК0+360 - ПК0+380) хучилтын бат бэхийг тодорхойлов.	

Хучилтын хотойлт хэмжих туршилтын ажлын үр дүн:

Талбайн туршилтын ажлыг өвөл хөрсөнд чийг хуримтлагдан хөлдөх үед, хавар хөрс гэсэх үеүдэд гүйцэтгэж үр дүнг харьцуулав.

Авто замын бат бэхийг уян харимхайн үзүүлэлтээр үнэлэх зорилгоор “Бенкельман” багажаар өвөл болон хаврын улиралд тус бүр 4 байршилд хучилтын хотойлтыг хэмжив. Өвлийн улиралд хучилтын хотойлтын утга нь 0.2-0.66 мм-ийн хооронд хэлбэлзэж байгаа нь туршилт гүйцэтгэсэн талбайн бэхжүүлсэн байдлаас шалтгаалж мөн хэмжилт гүйцэтгэх үед агаарын болон хучилтын температур бага байсан нь тооцооны үр дүнд нөлөөлөхөөр байна. Хэмжилтийн үр дүнгээс үзэхэд хучилтын бат бэх 228 мПа-719 мПа хооронд хэлбэлзэж байгаа бөгөөд уян харимхайн дундаж үзүүлэлт нь 471 мПа байсан. Хэмжилтийн үр дүнг Хүснэгт 2.2-т үзүүлэв.

Туршилтын үр дүнд тулгуурлан хөрс бэхжүүлэгч нэмэлтүүдээс кальцийн хлоридоор барьцалдуулсан хэсэг хамгийн өндөр бат бэхийг үзүүлсэн. Энэ нь нэмэлт бодисын агаар болон хөрснөөс чийг шингээх шинж чанартай нь шууд хамааралтай бөгөөд хөрсний ачаалалд тэсвэрлэх чадварыг нэмэгдүүлдэг байна.

Хүснэгт 2.2. Өвлийн улирлын талбайн туршилтын үр дүн

	Хэмжилтийн цэгийн байрлал		Хэмжсэн талбайн төрөл	Хучилтын температур	Хотойлт, мм		Хотойлтын дундаж утга	Шилжүүлсэн уян харимхайн модуль, мПа	Дундаж утга, мПа
	Пикет	Зурвас			Багаж-ны заалт	Багажны засварласан утга			
1	ПК0+50	Баруун	Бэхжүүлээгүй хэсэг	2	0.043	0.217	0.403	519.84	303
				3	0.070	0.350		321.80	
				3	0.087	0.433		259.92	
				3	0.093	0.467		241.35	
				3	0.097	0.483		233.0	
				2	0.093	0.467		241.4	
2	ПК0+50	Тэнхлэг	Натрийн лигносульфонатаар бэхжүүлсэн хэсэг	3	0.063	0.317	0.530	355.7	228
				3	0.097	0.483		233.0	
				3	0.110	0.550		204.8	
				3	0.127	0.633		177.8	
				4	0.133	0.667		168.9	
3	ПК1+50	Тэнхлэг /бэхжүүлсэн хэсэг/	Кальцийн хлоридоор бэхжүүлсэн хэсэг	4	0.017	0.083	0.180	1351.6	719
				4	0.033	0.167		675.8	
				4	0.040	0.200		563.2	
				4	0.047	0.233		482.7	
				3	0.043	0.217		519.8	
4	ПК3+60	Баруун	4% цемент + ANT нэмэлтээр бэхжүүлсэн хэсэг	3	0.020	0.100	0.200	1126.3	637
				4	0.033	0.167		675.8	
				4	0.047	0.233		482.7	
				4	0.050	0.250		450.5	
				4	0.050	0.250		450.5	

Хаврын улиралд хийсэн талбайн туршилтыг 2023 оны 05-р сарын 25 -ны өдөр бэхжүүлэлт хийсэн талбайн 4 цэг дээр хийж гүйцэтгэсэн. Туршилт хийсэн өдрийн агаарын температур 15°C, автосамосволын нэг тэнхлэг дээрх ачаалал 10,220 кг байсан. Хэмжилтээр хотойлт нь 0.44 мм -ээс 1.33мм -ийн хооронд хэлбэлзэж байсан ба бат бэх нь 216-659 мПа, дундаж нь 439 мПа утгатай гарсан (Хүснэгт-2.3). Туршилтын үр дүнгээс харахад өвлийн нөхцөлд хийсэн туршилтаас буурсан утгыг үзүүлсэн нь ус-дулааны горимын хаврын хөрсний гэсэлтийн процесстой холбоотой юм.

Өвөл болон хаврын улиралд хийсэн туршилтын үр дүнгээс харахад кальцийн хлорид болон биополимер дээр суурилсан “ANT” нэмэлтээр бэхжүүлсэн талбайн үзүүлэлтийг бэхжүүлээгүй хөрс болон лигносульфонатаар бэхжүүлсэн талбайн хотойлтын үзүүлэлттэй харьцуулахад илүү үр дүнтэй болохыг үзүүлж байна.

Хүснэгт 2.3. Хаврын улирлын талбайн туршилтын үр дүн

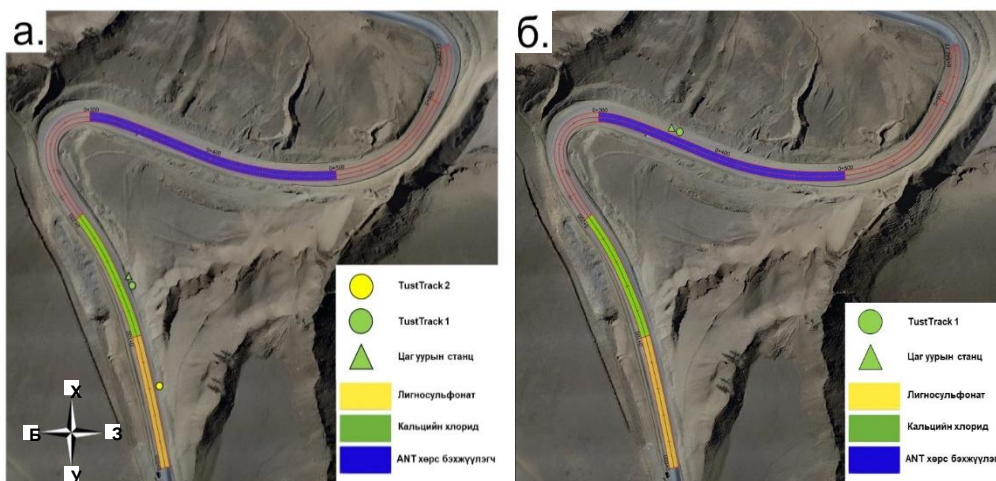
№	Хэмжилтийн цэгийн байршил		Хэмжсэн талбайн төрөл	Хотойлт, мм		Хотойлтын дундаж утга	Шилжүүлсэн уян харимхайн модуль, МПа	Дундаж утга, МПа
	Пикет	зурвас		Багажны заалт	Багажны засварлсан утга			
1	ПК0+60	Баруун	Бэхжүүлээгүй хэсэг	0.14	0.7	0.88	409.22	329.79
				0.16	0.8		358.07	
				0.17	0.85		337.01	
				0.19	0.95		301.53	
				0.2	1		286.46	
				0.2	1		286.46	
2	ПК0+70	Тэнхлэг	Натрийн лигносульфоната ар бэхжүүлсэн хэсэг	0.26	1.3	1.33	220.35	216.26
				0.26	1.3		220.35	
				0.27	1.35		212.19	
				0.3	1.5		190.97	
				0.28	1.4		204.61	
				0.23	1.15		249.09	
3	ПК1+20	Тэнхлэг	Кальцийн хлоридоор бэхжүүлсэн хэсэг	0.11	0.55	0.44	520.83	659.71
				0.08	0.4		716.14	
				0.08	0.4		716.14	
				0.1	0.5		572.91	
				0.08	0.4		716.14	
				0.08	0.4		716.14	
4	ПК3+40	Тэнхлэг	4% цемент + ANT нэмэлтээр бэхжүүлсэн хэсэг	0.11	0.55	0.53	520.83	552.17
				0.09	0.45		636.57	
				0.09	0.45		636.57	
				0.12	0.6		477.43	
				0.11	0.55		520.83	
				0.11	0.55		520.83	

2.4. Талбайн тоосжилт хэмжих туршилтын ажил

Горхийн (Тэрэлж) хайрган хучилттай давааны тоосжилтыг хаврын улиралд (бэхжүүлэлт хийснээс 9 сарын дараа) хэмжих туршилтыг “Цаг Уур Орчны Шинжилгээний Газар”-ын цаг уурын станц болон тоосжилт хэмжих (DustTrak) багаж ашиглан “Цаг Уур Орчны Шинжилгээний Газар”-ын мэргэжилтнүүдтэй хамтран хийж гүйцэтгэсэн. Талбайн тоосжилт хэмжих багажийг авто замын тэнхлэгээс баруун болон хойд зүгт салхины чигээс хамааруулан байршуулсан. Авто замд үүсгэгддэг тоосжилт нь тээврийн хэрэгслийн тоо, хурд болон салхины хурдаас хамаарч агаарт дэгддэг учир дээрх хүчин зүйлсийг харгалзан цаг уурын станц, тоосжилт хэмжих (DustTrak) багажийг хөдөлгөөний эрчмийн тооллогыг хугацаанд хамааруулан хийсэн.

Химийн нэмэлт барьцалдуулагч болох кальцийн хлорид, натрийн лигносульфонат болон ANT бодисоор бэхжүүлсэн талбайн өвлийн улирлын дараах тоосжилтын хэмжилтийг цас, бороо, орчны болон замын чийгшил бага, хуурай үеийг сонгон 2023 оны 05-р сарын 18,19-ны өдрүүдэд 11:00-23:00 цагийн хооронд хийж гүйцэтгэсэн.

Талбайн тоосжилт хэмжих туршилтын ажлын хүрээнд ПК0+060, ПК1+040 болон ПК3+060 байршилд цаг уурын станц болон тоосжилт хэмжих (DustTrak) багажийг байршуулсан схемийг Зураг 2.8-т үзүүлэв.



Зураг 2.8. Талбайн тоосжилт хэмжсэн туршилтын төлөвлөлт; а. Кальцийн хлорид болон натрийн лигносульфонатаар бэхжүүлсэн талбайн хэсэг дэх хэмжилтийн багажуудын байршил; б. ANT-аар бэхжүүлсэн талбайн хэсэг дэх хэмжилтийн багажуудын байршил;

2023 оны 05-р сарын 18,19-ны өдрүүдэд туршилтын талбайн тоосжилт хэмжсэн ажлын дарааллыг Зураг 2.9-т харуулав.



Зураг 2.9. Тоосжилтын хэмжилтийн үйл явц: а) DustTrak, цаг уурын станц угсарч суурилуулж буй байдал; б) Хэмжилт хийж буй байдал; в) ПК0+360 дээр байршуулсан хэмжилтийн багажууд; г) ПК0+140 болон ПК0+060 дээр байршуулсан хэмжилтийн багажууд; д) багажийн хэвийн ажиллаж буйг шалгаж буй үзлэг; е) Тоосжилт хэмжилтийн үеийн нөхцөл байдал;

Талбайн тоосжилт хэмжсэн туршилтын ажлын харьцуулсан үр дүн

Талбайн тоосжилтын үр дүнг тухайн хэмжилт хийсэн өдрийн хөдөлгөөний эрчим, салхины хурд болон салхины зүг чигээс хамааруулан гаргасан. Талбайн бэхжүүлэлт хийхээс өмнөх (2022.08.17-18-ны өдрүүдийн) тоосжилтын утга, химийн нэмэлт бодисоор бэхжүүлснээс 2 сарын дараах (2022.10.05-06-ны өдрүүдийн) тоосжилтын хэмжилтийн утга, өвлийн улирлын дараах (2023.5.18-19-ны өдрүүдийн) тоосжилтын хэмжилтийн утгуудыг тус тус харьцуулав (Хавсралт 1).

Туршилтын талбайн хөрсийг кальцийн хлорид болон натрийн лигносульфонат бодисоор бэхжүүлснээс 9 сарын дараа (2023.05.18) тоосжилтын

хэмжилтийг хийж гүйцэтгэхэд салхины хурд өдрийн ихэнх хэсэгт 2-6 м/с хурдтай, зүүн зүгрүү чиглэсэн салхитай байсан тул салхины дагуу тоосжилт хэмжих багажийг байрлуулсан.

Хөдөлгөөний эрчмийн тооллогоор өдрийн 11:00-12:00 цагийн хооронд, үдээс хойш 16:00-18:00 цагийн үед тээврийн хэрэгслийн зорчих хөдөлгөөн ихэссэн. Салхины хурд болон хөдөлгөөний эрчмийн нөлөөллөөр тоосжилтын утга ихсэж, оройн 20:00 цагаас хойш тоосжилтын утга тогтворжсон үзүүлэлттэй байна. Кальцийн хлорид болон натрийн лигносульфонатаар бэхжүүлсэн хэсгийн тоосжилт хэмжих туршилтыг нэг өдөр хийж гүйцэтгэсэн учир салхины чиг болон хөдөлгөөний эрчмийн тооллого ижил байхаас гадна тоосжилтын графикийн ерөнхий шинж төсөөтэй байсан.

Талбайн хөрсийг 4%-ийн цемент болон АНТ нэмэлтээр бэхжүүлсэн хэсэгт хэмжилтийг хийж гүйцэтгэхэд салхины хурд өдрийн дунджаар 1-6 м/с хурдтай, зүүн хойд зүгрүү чиглэсэн салхитай байсан тул салхины чиглэлийн дагуу тоосжилт хэмжих багажийг байрлуулсан. Хөдөлгөөний эрчмийн тооллогоор 11:00-12:00 цагийн хооронд, 15:00-17:00 цагийн үед тээврийн хэрэгслийн зорчих хөдөлгөөн ихсэж, салхи болон хөдөлгөөний эрчмийн нөлөөллөөр тоосжилтын утга дагаад өссөн үзүүлэлттэй байна. Бэхжүүлэлт хийхээс өмнөх болон бэхжүүлэлт хийсний дараах талбайн 30 машинд ноогдох 5 минутын дундаж PM10 тоосонцрын утгын харьцуулалтыг Хүснэгт 1-т үзүүлэв.

Хүснэгт 2.4. 30 машинд ноогдох 5 минутын дундаж PM10 тоосонцрын утга

	Бэхжүүлэлт хийхээс өмнө, мг/м ³ (2022.08.17-18)	Бэхжүүлэлт хийсний дараах хэмжилтийн утга, мг/м ³ (2022.10.05-06)	Бэхжүүлэлт хийсэн талбайн өвлийн улирлын дараах хэмжилтийн утга, мг/м ³ (2023.5.18-19)
Кальцийн хлорид	1.53	0.98	1.04
Натрийн лигносульфонат	1.48	0.82	0.98
АНТ	1.61	0.92	0.97

Хүснэгт 1-ээс харахад кальцийн хлоридоор барьцалдуулсан хэсэгт бэхжүүлэлт хийхээс өмнө 30 машинд (5 минутын нийлбэр) дунджаар 1.53 мг/м³ тоосонцор (PM10) дэгддэг байсан бол бэхжүүлэлт хийсний дараа ойролцоогоор 0.98 мг/м³ тоосонцор, гурав дах удаагийн хэмжилтээр 1.04 мг/м³ тоосонцор (PM10) дэгддэг болж PM10 концентраци анхны хэмжилтээс 32%-иар буурсан үзүүлэлттэй байна.

Натрийн лигносульфонатаар барьцалдуулсан талбайд бэхжүүлэлт хийхээс өмнө 30 машинд 1.48 мг/м^3 тоосонцор (PM10) ялгардаг байсан бол бэхжүүлэлт хийсний дараа ойролцоогоор 0.82 мг/м^3 , өвлийн улирлын дараах хэмжилтээр 0.96 мг/м^3 тоосонцор дэгддэг болж PM10 концентраци 35%-иар буурсан үзүүлэлтэй байна.

ANT нэмэлтээр бэхжүүлсэн талбайд бэхжүүлэлт хийхээс өмнө 30 машинд (5 минутын нийлбэр) дунджаар 1.61 мг/м^3 тоосонцор (PM10) дэгддэг байсан бол бэхжүүлэлт хийсний дараа ойролцоогоор 0.92 мг/м^3 тоосонцор, өвлийн улирлын дараах хэмжилтээр 0.97 мг/м^3 тоосонцор (PM10) дэгддэг болж PM10 концентраци 40%-иар тус бүр буурсан үзүүлэлтэй байна.

Гурван удаагийн тоосжилтын (PM10 концентраци) хэмжилтийн дундаж утгын харьцуулалтыг Хүснэгт 2-т үзүүлэв. Кальцийн хлоридоор барьцалдуулсан талбайн тоосжилтын дундаж утга 0.961 мг/м^3 -ээс 0.255 мг/м^3 , 0.621 мг/м^3 болж буурсан бол натрийн лигносульфонат ашигласан хэсэгт 0.954 мг/м^3 -ээс 0.233 мг/м^3 , 0.578 мг/м^3 болж буурсан байна. ANT бодис ашигласан хэсэгт 0.964 мг/м^3 -ээс 0.233 мг/м^3 , 0.578 мг/м^3 болж буурсан байна.

Хүснэгт 2.5. PM10 тоосонцрын нийт хэмжилтийн дундаж утга

	Бэхжүүлэлт хийхээс өмнө, мг/м^3 (2022.08.17-18)	Бэхжүүлэлт хийсний дараах хэмжилтийн утга, мг/м^3 (2022.10.05-06)	Бэхжүүлэлт хийсэн талбайн өвлийн улирлын дараах хэмжилтийн утга, мг/м^3 (2023.5.18-19)
Кальцийн хлорид	0.961	0.255	0.621
Натрийн лигносульфонат	0.954	0.233	0.578
ANT	0.964	0.225	0.421

Тоосжилт хэмжсэн туршилтын үр дүнгүүдийг нэмэлтээр хавсаргав. Гурван төрлийн бэхжүүлэгч бодис ашигласан туршилтын үр дүнгээс харахад бэхжүүлэлтийн өмнөх туршилтын үр дүнд салхи ихсэх үед тоосжилт дагаж ихсэж байсан бол нэмэлт бодис ашиглан бэхжүүлсний дараа салхины нөлөөлөл багассан.

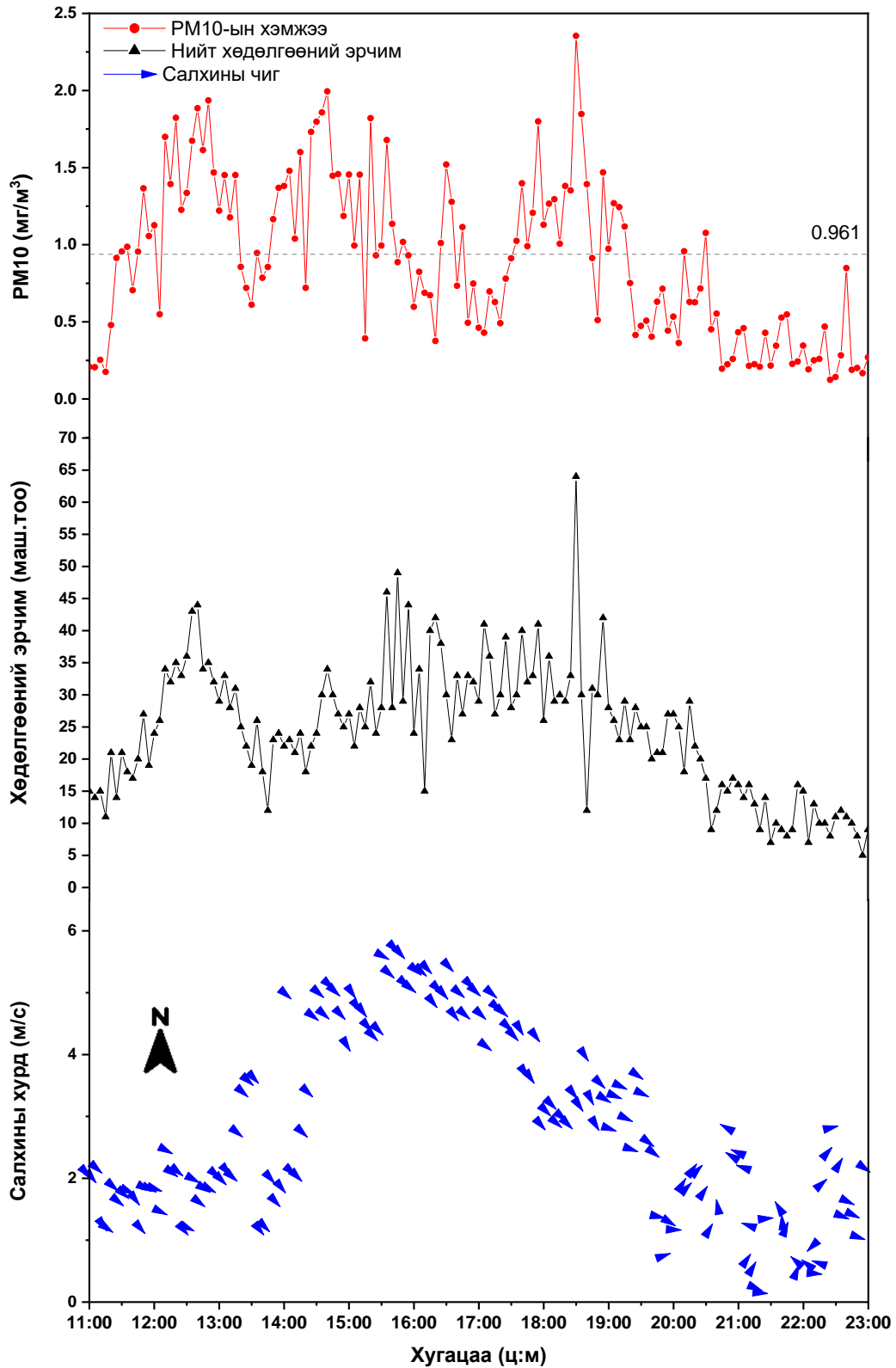
Талбайн нүдэн ажиглалтаар тоосжилт үүсэж харагдаж байгаа боловч уг тоосжилтод агуулагдах нарийн ширхэглэлтэй “фугитив” тоосны хэмжээ буурсныг “DustTrak” багажийн хэмжилтийн үр дүн батлан харуулж байна. Туршилтын үр дүнгээс харахад бэхжүүлэлт хийснээс 2 сарын дараа PM10 тоосонцрын хэмжилтийн дундаж утгууд анхны утгаас 73-77%-иар буурсан үзүүлэлттэй байна. Бэхжүүлэлт

хийснээс 9 сарын дараа талбайн тоосжилт хэмжихэд PM10 тоосонцрын дундаж утга бэхжүүлэлтийн өмнөх анхны утгаас 36-56%-иар буурсан үзүүлэлтэй байна.

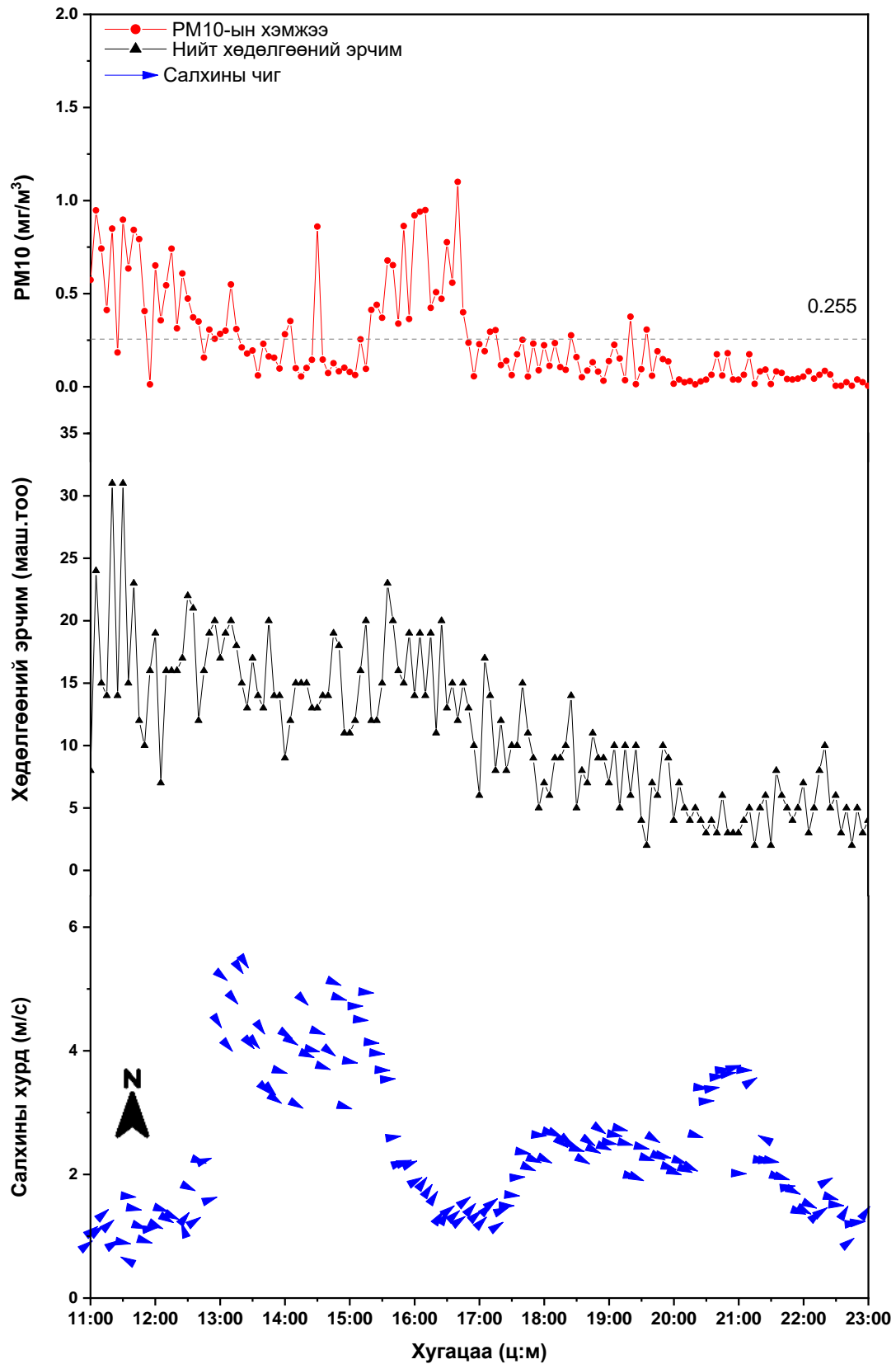
Химийн нэмэлт бодисоор бэхжүүлэлт хийснээс 2 сарын дараах тоосжилтын утгыг, бэхжүүлэлт хийснээс 9 сарын дараах утгатай харьцуулахад үүсэж буй тоосжилтын концентрацийн утга нэмэгдсэн буюу химийн нэмэлт бодисын нөлөөлөл нь буурсан байна.

Талбайн тоосжилт хэмжсэн туршилтын үр дүнд хөрсийг 4%-ийн цемент+АНТ нэмэлтээр бэхжүүлэх нь тоосжилтыг илүү хэмжээгээр бууруулж байгаа бол натрийн лигносульфонат болон кальцийн хлорид ч мөн тоосжилтыг тодорхой хэмжээнд бууруулах чадвартай байна.

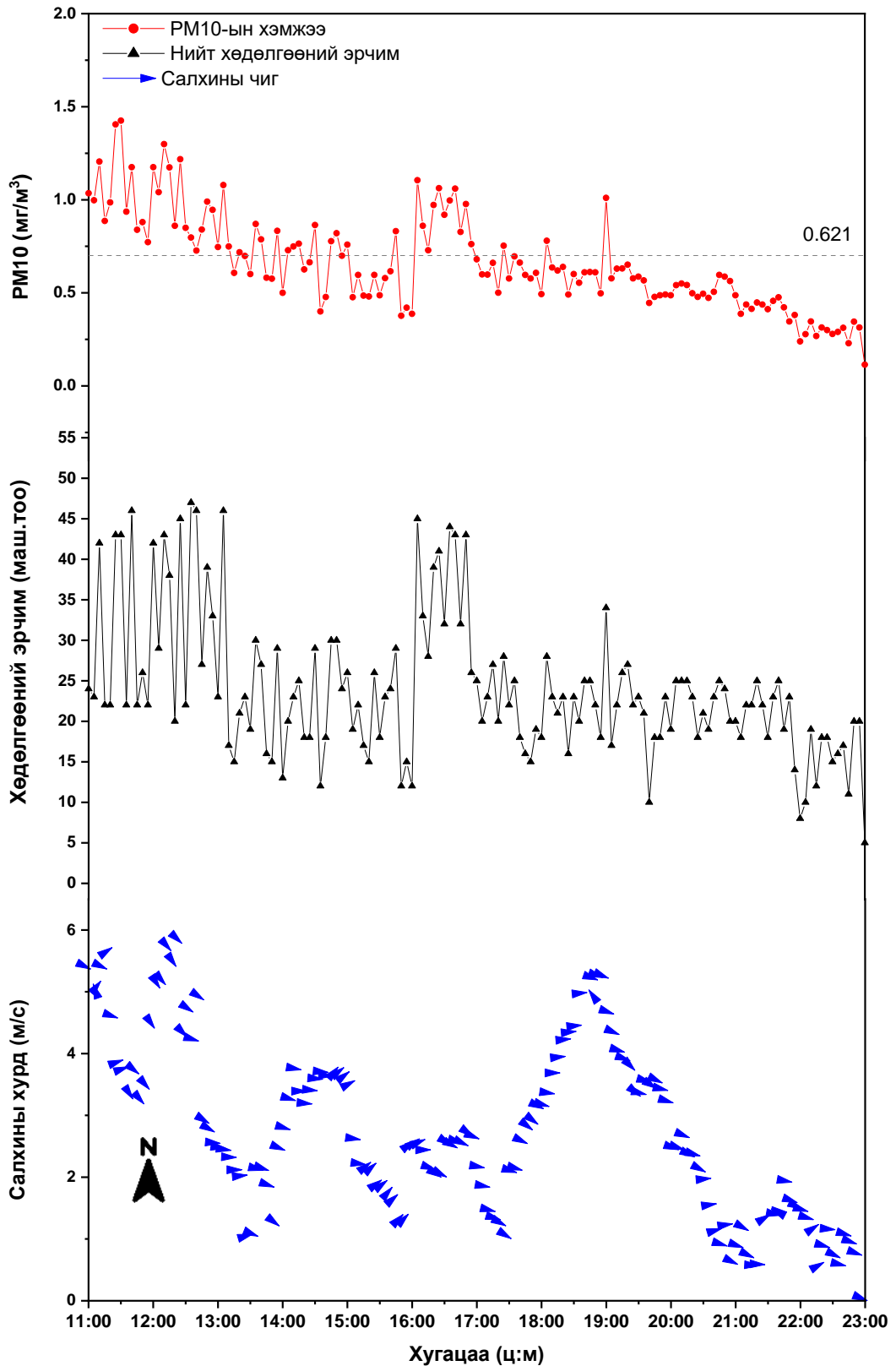
ХАВСРАЛТ 1. ТАЛБАЙН ТООСЖИЛТ ХЭМЖСЭН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН



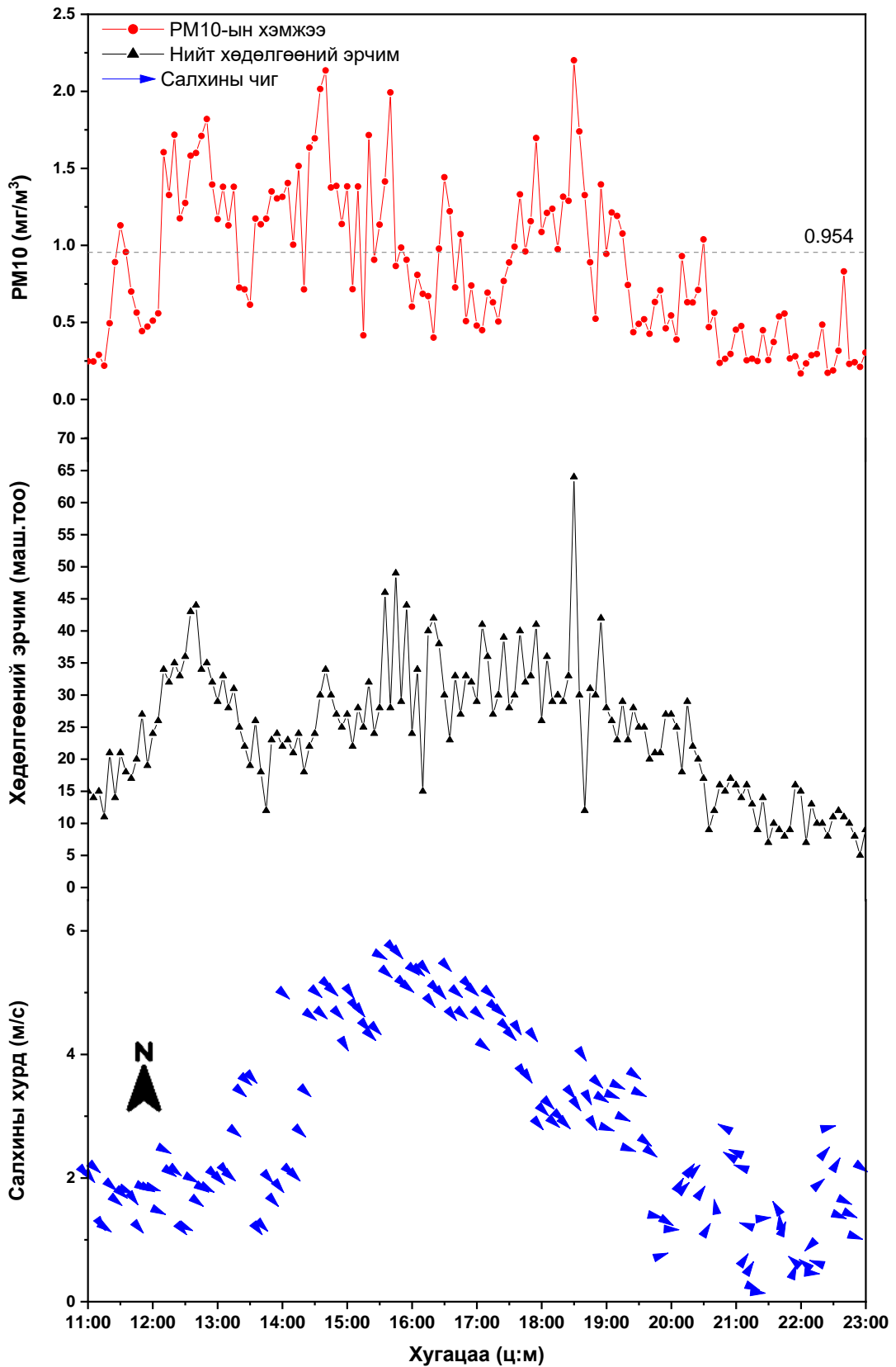
Зураг 2.10. Кальцийн хлоридоор бэхжүүлсэн хэсгийн эхний хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;



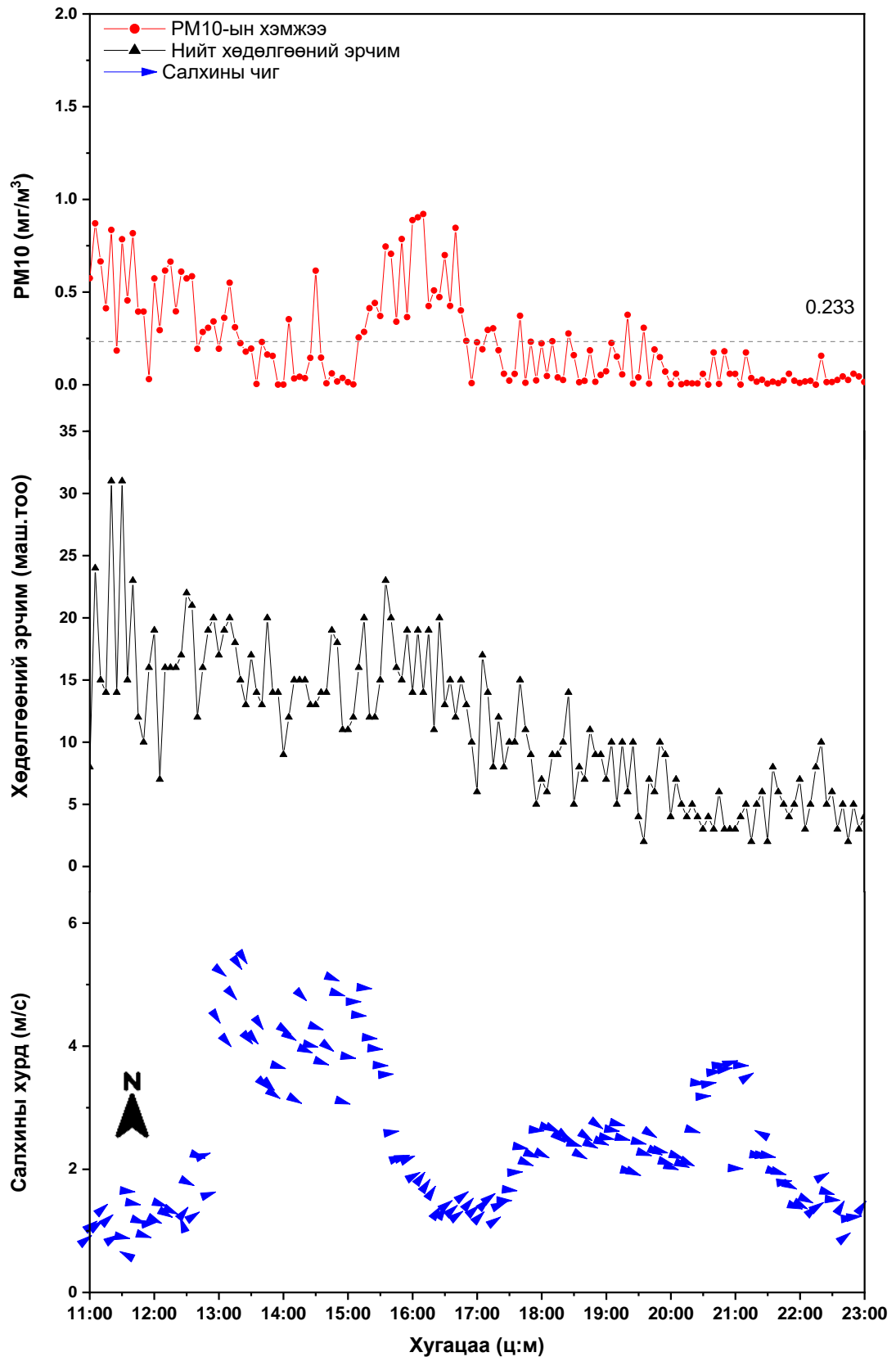
Зураг 2.11. Кальцийн хлоридоор бэхжүүлсэн хэсгийн хоёр дах хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;



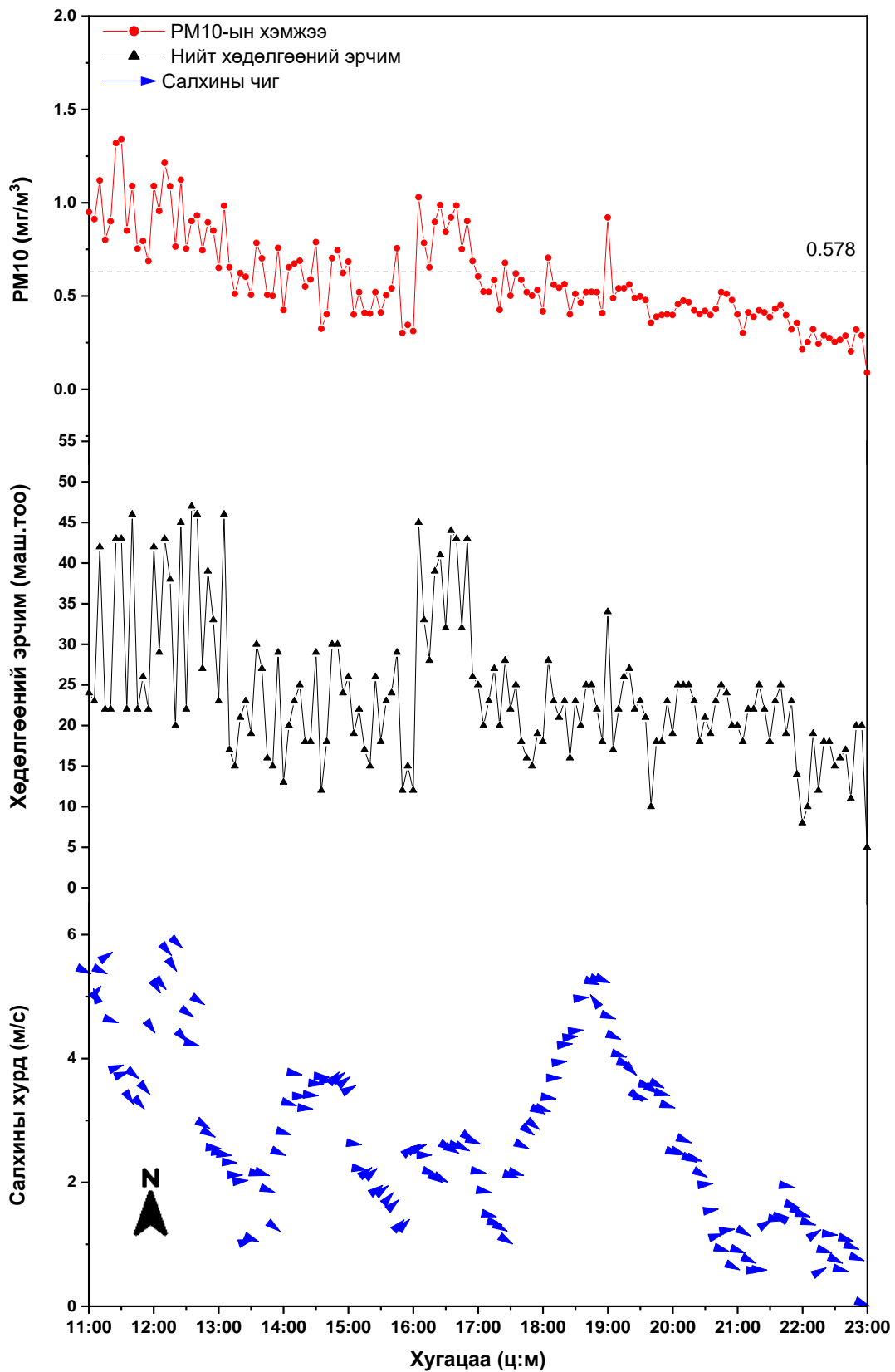
Зураг 2.12. Кальцийн хлоридоор бэхжүүлсэн хэсгийн гурав дах хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;



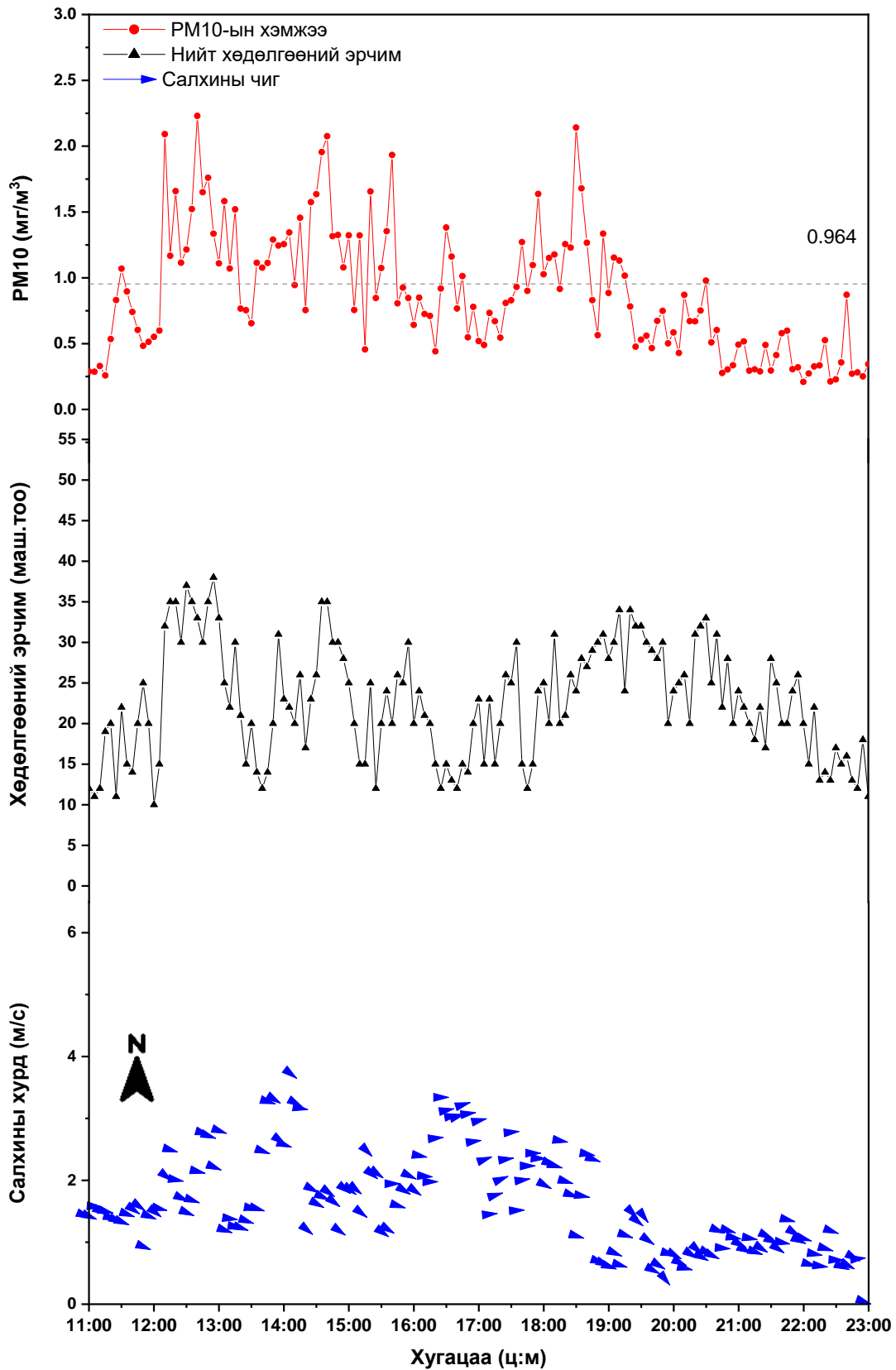
Зураг 2.13. Натрийн лигносульфонатаар бэхжүүлсэн хэсгийн эхний хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;



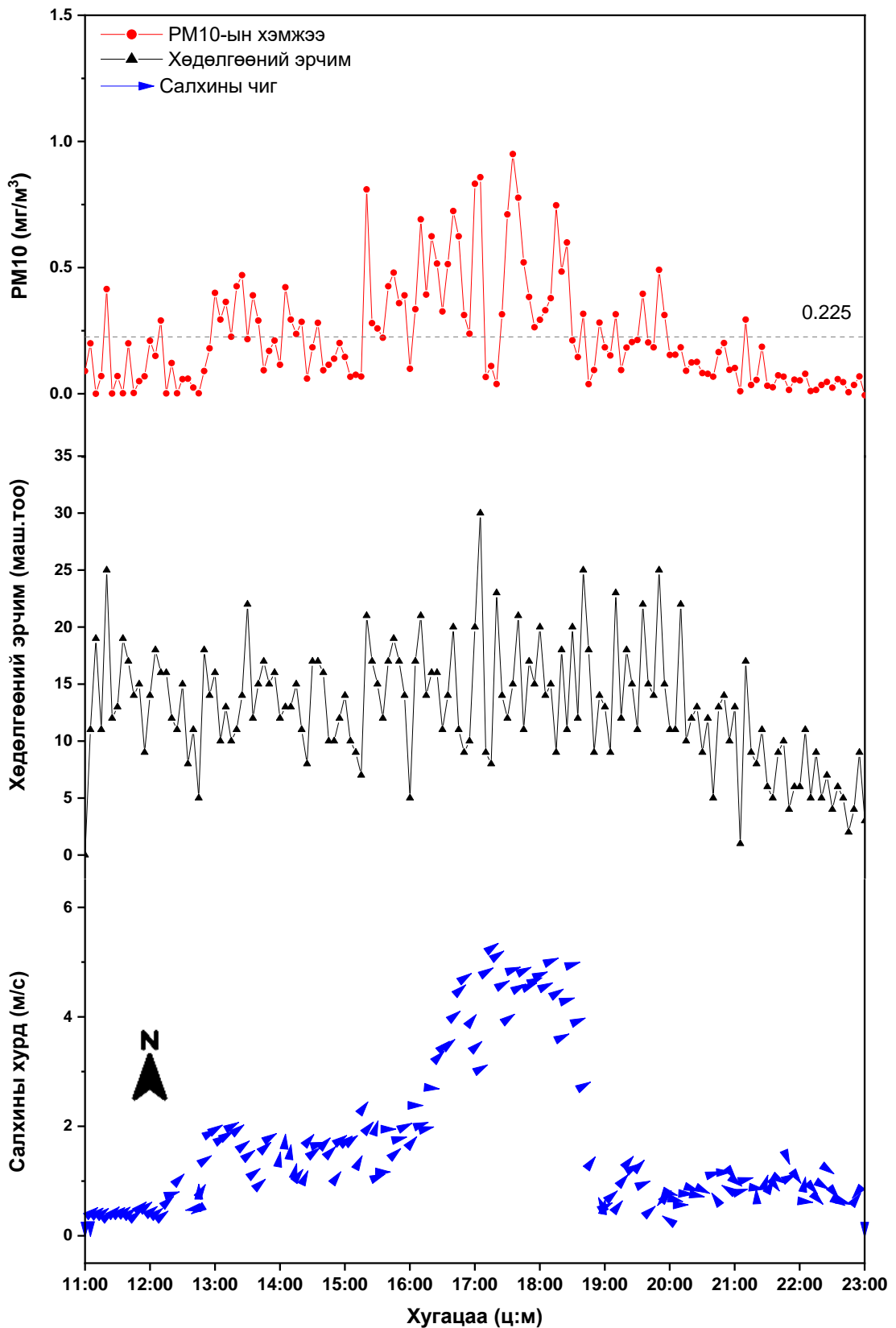
Зураг 2.14. Натрийн лигносульфонатаар бэхжүүлсэн хэсгийн хоёр дах хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;



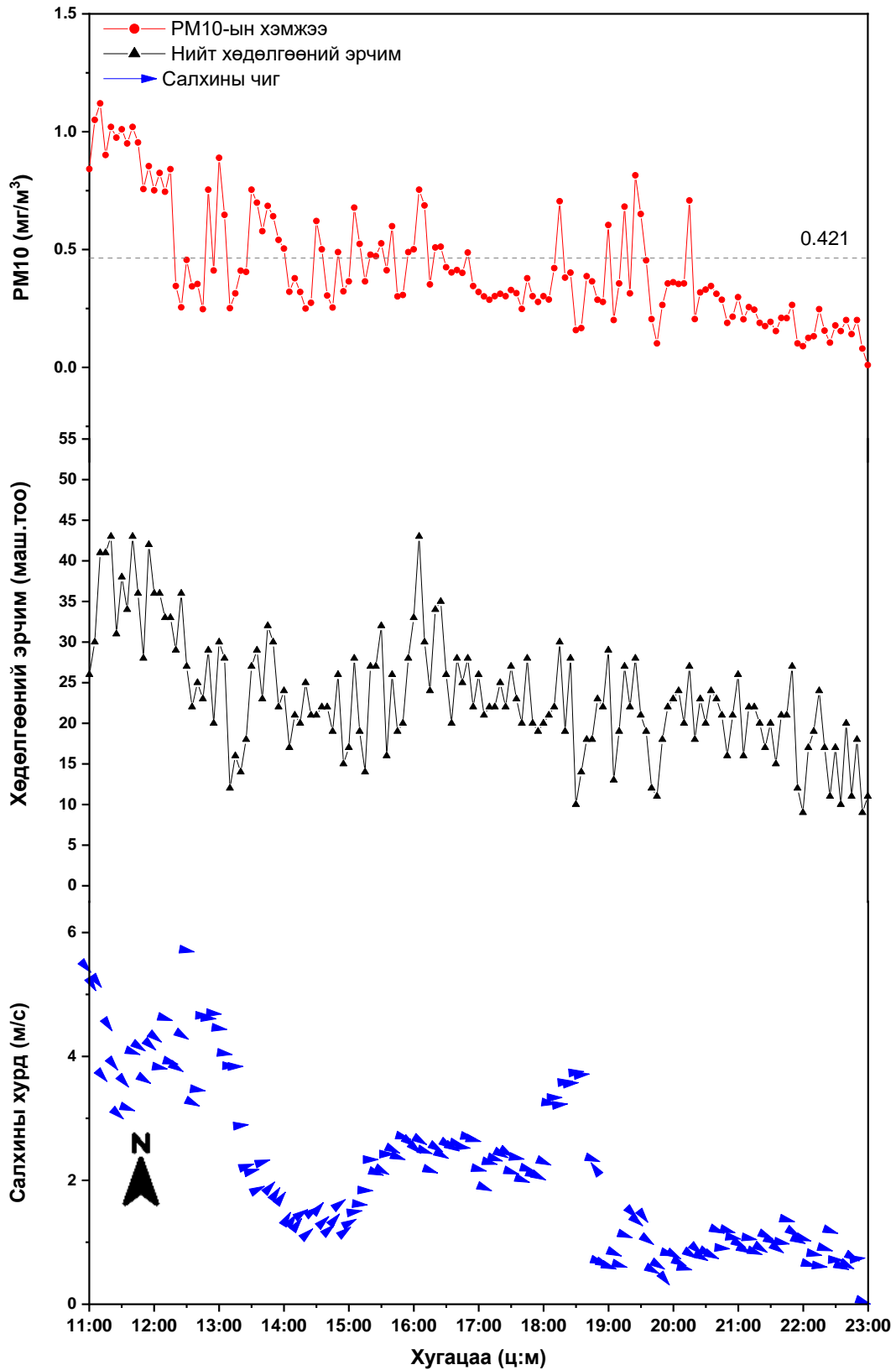
Зураг 2.15. Натрийн лигносульфонатаар бэхжүүлсэн хэсгийн гурав дах хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, зүг болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;



Зураг 2.16. ANT-аар бэхжүүлсэн хэсгийн эхний хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;



Зураг 2.17. АНТ-аар бэхжүүлсэн хэсгийн хоёр дах хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;



Зураг 2.18. АНТ-аар бэхжүүлсэн хэсгийн гурав дах хэмжилтийн тоосжилт, салхины хурд, чиглэл болон хөдөлгөөний эрчмийн үр дүнг харуулсан график;

**ТООН СИМУЛЯЦИЙН АРГА АШИГЛАН ХАЙРГАН
ХУЧИЛТТАЙ ЗАМААС ЯЛГАРАХ ТООСЖИЛТЫГ
ХЭМЖИХ (CFD)**

БҮЛЭГ 3: ТООН СИМУЛЯЦИЙН АРГА АШИГЛАН ХАЙРГАН ХУЧИЛТТАЙ ЗАМААС ЯЛГАРАХ ТООСЖИЛТЫГ ХЭМЖИХ

3.1. Тоон симуляцийн аргын тухай

Өмнөх бүлгүүдэд тоосжилтыг бууруулах бодисын үр нөлөөг лабораторийн болон талбайн хэмжилт, ажиглалтын хүрээнд туршиж харьцуулсан бол энэхүү бүлэгт цахим технологийн хөгжлийн тусламжтайгаар хурдацтай хөгжиж буй “Компьютер, симуляцийн арга”-ыг ашиглан бэхжүүлэгч бодисын үр нөлөөг судлах боломжийг дурдах болно.

Дэвшилтэт тооцооллын аргыг ашигласнаар тээврийн хэрэгслээс авто замд ялгарах тоосжилтын хэмжээг виртуал орчинд дуурайлган загварчлах, дүн шинжилгээ хийх, тоос бууруулах бодисуудын үр нөлөөг бага зардлаар, хялбар байдлаар үнэлэх боломжийг олгох юм. Лабораторийн болон талбайн хэмжилтийг компьютерын тоон загварчлалтай хослуулсан энэхүү нэгдсэн арга нь тоосжилт бууруулах арга техникийг илүү иж бүрэн системтэйгээр ойлгож, тоос бууруулах бодисыг тухайн орчин нөхцөлд тохируулан сонгож, шийдвэр гаргах боломжийг олгоход тусална.

Авто зам барилгын ажилд “Finite element method (FEM)” буюу “Төгсгөлөг элементийн арга (ТЭА)”-ыг ашиглах нь засварын ажлын зардал болон хугацааг бууруулах, техник, эдийн засгийн хувьд үр ашигтай зэрэг ач холбогдолтой юм. Төгсгөлөг элементийн арга (FEM) нь инженерийн өргөн хүрээний асуудлуудын шийдлийг олж авахад ашигладаг “Тоон шинжилгээний арга” юм.

“Computational Fluid Dynamic (CFD)” буюу “Тооцон бодох шингэний динамик ТБШД”-ийг ашиглан хучилтгүй авто замын нөхцөл байдлыг загварчлах байдлаар агаар мандал дахь нарийн ширхэглэлтэй тоосонцруудын динамик хөдөлгөөн, салхины хурд, хөдөлгөөний урсгал, авто замын хучлагад нөлөөлж буй хүчин зүйлсийн талаар илүү нарийвчлалтай ойлголттой болох боломжтой.

CFD аргын хэрэглээ нь виртуал орчинд төрөл бүрийн авто замын хучлагын материалын шинж чанар, хөрсний бүтэц, тоосжилтыг турших замаар тоос бууруулах нэмэлтүүдийн үр нөлөөг оновчлоход тусална. Энэ нь талбайн туршилтын ажлын зардлыг бууруулж, засварын ажлын хугацааг хэмнэх, лабораторийн болон талбайн туршилтын хэмжилтийн утгыг бататгах зэрэг давуу талуудтай.

Бэхжүүлээгүй болон химийн нэмэлт бодисоор бэхжүүлсэн туршилтын талбайг харьцуулан судлахын тулд салхины хурд, тээврийн хэрэгслийн мэдээлэл,

хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлс зэрэг ижил төстэй нөхцөлд хоёр хувилбарыг загварчилж харьцуулах нь чухал юм.

Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд хайрган хучилттай авто замаас үүсэж буй тоосжилтын дэгдэлтийг загварчлах талаарх онол болон ижил төстэй судалгааны ажлуудыг судалж, судалгааны ажлын аргачлалд тохируулан тоосонцрын ялгарал болон тэдгээрийн дэгдэлтийн талаарх томьёо, тээврийн хэрэгсэл болон тухайн орчны геометр загвар, өгөгдлүүдийг боловсруулсан. Эцэст нь тоон загвар болон талбайн туршилтын өгөгдлүүдийн үр дүнг харьцуулан баталгаажуулснаар тээврийн хэрэгслээс үүссэн талбайн тоосжилтын үр дүнг загварчилж гарган авсан.

3.2. Судалгааны ажлын онолын хэсэг

Компьютер болон тэдгээрийн график системүүд хурдацтай хөгжихийн хэрээр байгалийн олон үзэгдлийг (шингэн, хий, газар нутаг, мод, үүл гэх мэт) бодит цаг хугацаанд дуурайлгах боломжтой болж байна. Тооцон бодох шингэний динамикийн (CFD) арга нь шингэний урсгалтай холбоотой асуудлыг шийдвэрлэх, шинжлэхэд тоон арга, алгоритм ашигладаг тооцооллын арга юм. CFD аргад ашиглагддаг үндсэн тэгшитгэл нь Навьер-Стокес, Лагранж, Эйлерийн тэгшитгэлүүд байдаг. Навьер-Стокесийн тэгшитгэлийн нэг хэлбэр болох Рейнольдсын дундаж Навьер-Стокесийн тэгшитгэлийг (RANS) ихэнх CFD програмууд математик загвараар ашигладаг.

Хучилтгүй авто замаар зорчиж буй тээврийн хэрэгслийн хөдөлгөөнөөс үүсэх тоосжилт, түүний дэгдэлтийг компьютер тооцоолол ашиглан загварчлахад тулгардаг бэрхшээлүүдийн нэг нь тоосжилт үүсэх механизм нь салхинаас болон тээврийн хэрэгслийн дугуй гадаргуутай шүргэлцэх үед үүсдэг үзэгдлүүдээс шалтгаалдаг. Хучилтгүй авто замаас ялгарч буй тоосжилтын хэмжээ нь дараах шинж чанаруудаас хамаардаг тул эдгээрийг тоон загварчлалын утгад оруулж өгөх шаардлагатай. Үүнд:

- Тоосонцрын шинж чанар (материалын ширхэглэлийн хэмжээ гэх мэт),
- Хүрээлэн буй орчны нөхцөл (салхины хурд, чиглэл, температур гэх мэт),
- Авто замын нөхцөл байдал (шаварлаг хөрсний агууламж, талбайн нягт, чийгийн түвшин гэх мэт),
- Тээврийн хэрэгслийн онцлог (машины хурд, тээврийн хэрэгслийн жин, овор хэмжээ, дугуйны тоо гэх мэт).

Хучилтгүй замаас үүсэх бодит тоосжилтыг дуурайлган загварчлахад хэд хэдэн CFD программ хангамж шаардлагатай. Загваруудын дунд хамгийн өргөн ашиглагддаг программууд нь:

- **ANSYS Fluent:** ANSYS Fluent нь шингэний урсгалын нарийн төвөгтэй үзэгдлүүд, тэр дундаа тоосонцрын дэгдэлтийг дуурайлгах боломжтой CFD программ хангамж юм.
- **OpenFOAM:** OpenFOAM нь үнэгүй CFD программ хангамжийн багц бөгөөд шингэний урсгалын асуудлуудыг дуурайлган загварчлах боломжтой боловч тооцоолол болгонд код бичих шаардлага гардаг.
- **COMSOL Multiphysics:** COMSOL Multiphysics нь CFD томоохон хэмжээний тооцоолол хийх боломжтой физикийн салбарын симуляцийн программ хангамж бөгөөд компьютерын хүчин чадал ихээхэн шаарддаг.
- **STAR-CCM+:** STAR-CCM+ нь шингэний урсгал болон түүнтэй холбоотой үзэгдлүүд, тэр дундаа тоосжилтын тархалтыг дуурайлган загварчлах цогц боломжийг санал болгодог CFD программ хангамжийн багц юм.

3.2. Тоон симуляцийн аргын судлагдсан байдал

Хучилтгүй авто зам дээр тээврийн хэрэгслийн хөдөлгөөнөөс үүссэн тоосжилтын ялгарлын тухай ном болон судалгааны ажлуудад цөөн дурдагдсан ба сүүлийн үеийн технологийн дэвшлийн тусламжтайгаар энэ чиглэлийн судалгааны ажлууд эрчимтэй хийгдэж байна. Чен Жи (2009) ба түүний багийн судалгаанд тээврийн хэрэгслийг виртуал орчинд дүрслэх тооцооллыг хийсэн [1]. Тоон загварчлалыг хийхэд тулгардаг нэг томоохон сорилт бол тээврийн хэрэгслийн эргэн тойронд салхины турбулент урсгалаас үүдэлтэй тоосонцор дэгдэх зарчмыг загварчлах явдал юм. Тээврийн хэрэгслийн дугуйны үйлчлэлээр агаар мандалд дэгдсэн тоосжилтын нарийн ширхэглэл болон том хэмжээний турбулент хуйлралууд үүсдэг. Энэхүү нарийн төвөгтэй турбулент хуйлралыг CFD загварын Навьер-Стокесийн тэгшитгэлийн масс, момент, энерги хадгалалтад тулгуурлан тооцоолох боломжтой. Холсен (2011) ба түүний багийн судалгаанд тархалтын загварууд болон тэдгээрийн хэрэглээний талаарх судалгааны ажлуудыг хийсэн [2]. Эдвард А Лүүк (2014) хайрган хучилттай авто замын тээврийн хэрэгслийн тооцооллыг хийсэн боловч бодит нөхцөлтэй баталгаажуулах хангалттай талбай болон лабораторийн туршилтууд дутмаг байсан [3]. Даниэл Сун (2019) ба түүний багийн судлаачид CFD тоон симуляцийг ашиглаж машины хойно явж байгаа тээврийн хэрэгсэл дээр ирэх тоосжилтын ялгарлын урсгалыг загварчилсан [4]. Жинжүн Гуо (2023) ба түүний

багийн судлаачид барилгын талбайгаас агаар мандалд дэгдсэн нарийн ширхэглэлтэй тоосонцрын дэгдэлтийн талаар тоон симуляцийн судалгааг хийж гүйцэтгэсэн [5]. Энэ чиглэлийн олон судалгааны ажлууд хийгдсэн байгаа боловч, тоон симуляцийн үр дүнг бодит талбайн туршилтын үр дүнгээр баталгаажуулсан мөн бэхжүүлээгүй талбай болон химийн нэмэлтээр бэхжүүлсэн талбайн харьцуулсан судалгааны ажлууд ховор хийгдсэн байна.

3.3. Математик загварчлалын хэсэг

Агаарын урсгалд дэгдсэн тоосонцрын хөдөлгөөнийг дараах математик тэгшитгэлүүдийн тусламжтайгаар загварчилах боломжтой. CFD тооцоололд шингэний урсгалын дүрслэлүүдийг тооцоолон бодох, загварчлахад ялгаатай хоёр тайлбарыг ашиглаж ирсэн нь Эйлэрийн болон Лагранжийн тайлбарууд юм. Шингэний урсгалын математик загвар болох тухайн дифференциал тэгшитгэлийг бодохын тулд шингэний урсгалыг тодорхойлох тусгай аргачлалыг хэрэглэнэ. Шингэн орчныг хязгааргүй жижиг эзлэхүүнтэй маш олон эгэл хэсгүүдийн олонлогоос бүрдэнэ гэж үзэж болно. Тэдгээр бүрдүүлэгч эгэл хэсгүүд нь бусдаасаа ялгагдах байдлаар эрэмбэлэгдэж болно. Иймд уг эгэл хэсгүүдийн хөдөлгөөнөөр шингэний урсгал тодорхойлогдох боломжтой. Шингэний урсгалыг тодорхойлох тэгшитгэлүүд нь урсгал тасралтгүйн тэгшитгэл (continuity equation) болон хөдөлгөөний тэгшитгэл (equation of motion) байж болох ба эдгээр тэгшитгэлүүдийг эгэл хэсэг тус бүр дээр бодож физик хэмжигдэхүүнүүдийг тодорхойлох нь Лагранжийн аргын гол ажил юм. Энэхүү судалгааны ажилд түр зуурын дэгдсэн тоос буюу фугитив тоосны ялгаралтыг Лагранжийн тоосонцрыг хянах аргыг ашиглан загварчилсан. RANS-ийн турбулент хуйлралын загварууд нь фугитив тоосны ялгаралтыг дангаараа загварчилж чаддаггүй тул Лагранжийн тоосонцрыг хянах аргыг ашигласан. Заннетти (2004) судалгааны ажил дээрээ энэхүү математик томъёог ашигласан бөгөөд турбулент салхины хурдны хэлбэлзэл u^I -ыг энгийн нэгдүгээр эрэмбийн автокорреляцийн Марковын процесс болгон загварчилсан [6]. Энэхүү процесс нь тоосны анхны утгыг нь зөвхөн өмнөх утгаас хамаарах хамаарлыг хэлдэг. Автокорреляц загвар нь хувьсагчийн одоогийн утга нь түүний өнгөрсөн утга ба дурын нэг утгуудын шугаман хослол гэж үздэг. Турбулент хэлбэлзэл u^I -ийн нөлөөллийг тооцохын тулд дараах томъёог авч үзнэ:

$$u^I(t_2) = R_L(t_2 - t_1)u^I(t_1) + u^{II}(t_2)$$

Энд: $R_L(t_2 - t_1)$ нь u^I турбулент хэлбэлзлийн $\Delta t = t_2 - t_1$ хугацаанд үүссэн утга бөгөөд, R_L нь Лагранжийн хугацааны хуваарь бөгөөд тоосонцрын хурд өөрөө

хамааралтай байх хугацааг илэрхийлдэг, u^{II} нь цэвэр санамсаргүй дурын вектор юм. Энэхүү аргыг симуляцид хэрэглэснээр дэгдсэн тоосонцор бүрийг салангид загварчлах боломжтой бөгөөд салхины урсгал дахь бусад тоосонцруудын байрлалаас хамаардаггүй болгох юм. Тиймээс тоосонцор болон салхины хооронд тусгай харилцан үйлчлэлийн тооцоолол шаардагдахгүйгээр тоосжилтыг загварчлах боломжтой болох тул тооцооллыг хөнгөвчилж байгаа юм.

Харин тээврийн хэрэгслийн дугуйны эргэлтээс ялгарах тоосжилтыг хэмжээг загварчлахын тулд ялгарах тоосжилтын хэмжээ, тээврийн хэрэгслийн хурд, жин, дугуй, зам дээрх байршил зэргийг тодорхойлох шаардлагатай. Судалгааын ажлын тооцоололд “AnsysFluent” программын тоосонцор дэгдэх аргыг тодорхойлдог “Discrete phase Model (DPM)” загварыг ашигласан. DPM нь нарийн ширхэглэлтэй тоосонцрын дэгдэлтийг тодорхойлохын тулд дараах математик тэгшитгэлийг ашигладаг. Үүнд:

- *Нарийн ширхэглэлийн хөдөлгөөний тэгшитгэл (Particle Tracking Equation):* Энэ тэгшитгэл нь салангид тоосонцруудын хөдөлгөөнийг зохицуулдаг бөгөөд дараах байдлаар өгөгдөнө:

$$m \left(\frac{dv}{dt} \right) = F_d + F_g$$

Энд:

m - нарийн ширхэглэлийн масс,

v - нарийн ширхэглэлийн хурд,

t - тархах хугацаа,

F_d - тоосны нарийн ширхэглэлийн салхитай харилцан үйлчилсний улмаас түүнд үйлчлэх татах хүчийг илэрхийлнэ,

F_g - нарийн ширхэглэл дээр үйлчлэх таталцлын хүч юм.

Энэхүү тэгшитгэл нь тоосонцор дээр ирэх хүч нь түүний масс ба хурдатгалын үржвэртэй тэнцүү гэсэн Ньютоны хөдөлгөөний хоёр дахь хуулиас гаралтай.

- *Нарийн ширхэглэлийн дэгдэлтийн тэгшитгэл (Particle Injection Equation):* Энэ тэгшитгэл нь агаар мандал дахь салхины урсгалд нарийн ширхэглэлийг дэгдэж, тархах хурдыг зохицуулдаг бөгөөд дараах байдлаар өгөгдөнө:

$$\frac{dn}{dt} = J_p * A$$

Энд:

$\frac{dn}{dt}$ - нарийн ширхэглэлийн дэгдэх хурд,

J_p - нэгж эзлэхүүн дэх нарийн ширхгийн дэгдэх хурд,

A - дэгдэх талбай юм.

- Массын хадгалалтын тэгшитгэл (Conservation of Mass Equation): Энэ тэгшитгэл нь нарийн ширхэглэлтэй тоосонцрын масс хадгалалтыг зохицуулдаг бөгөөд дараах томъёогоор олно:

$$\frac{d(mf)}{dt} = - \frac{dn}{dt}$$

Энд:

mf - агаар мандлын урсгал дахь нарийн ширхэглэлийн массын хэсэг,

$\frac{dn}{dt}$ - нарийн ширхэглэлийн хурд юм.

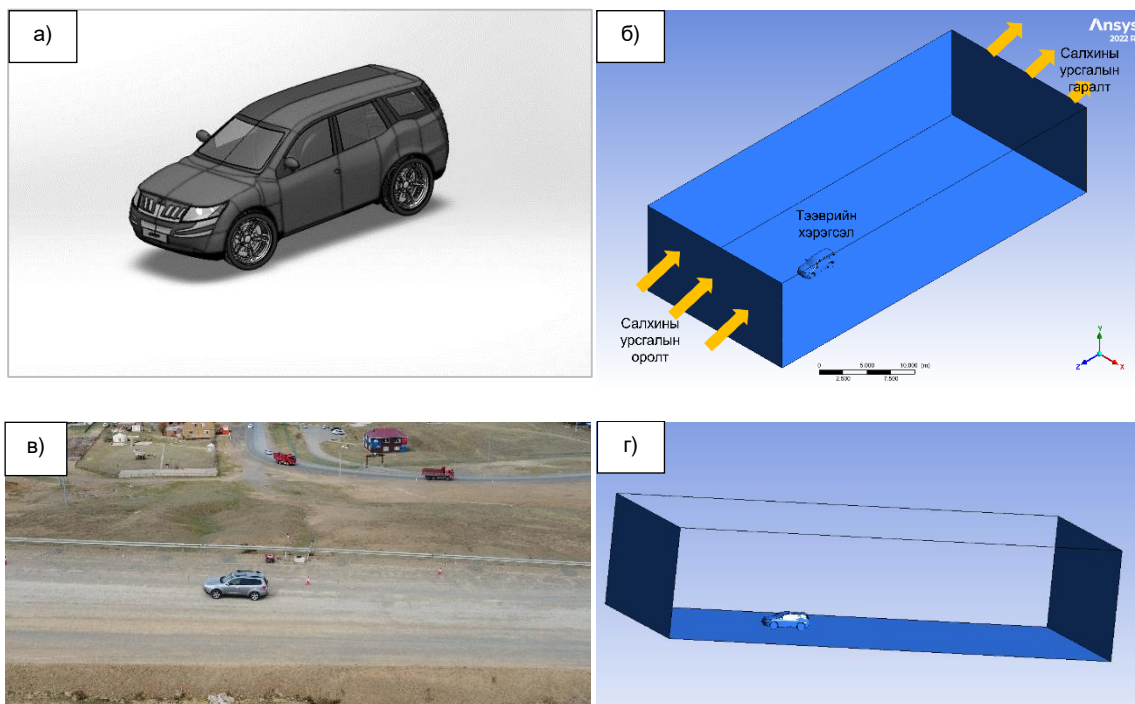
Эдгээр тэгшитгэлийг ANSYS Fluent дээрх DPM загварыг ашиглан агаар мандалд дэгдсэн нарийн ширхэглэлийн хөдөлгөөнийг дуурайлган загварчлахад ашигласан.

3.4. Геометр загварчлал болон тохируулгын хэсэг

Тоон симуляцийн ажлын бэлтгэл үед хайрган хучилттай авто замаас үүссэн тоосжилтыг судлах зорилгоор тээврийн хэрэгслийг сонгон авч, 3D моделийг загварчлах шаардлагатай. Горхийн (Тэрэлж) давааны хучилтгүй хэсгийг химийн нэмэлт бодисоор бэхжүүлсний дараа тээврийн хэрэгслийн тусламжтайгаар хурд болон байршлаас хамааруулсан хэмжилтийг DustTrak багаж ашиглан хийж гүйцэтгэсэн.

Талбайн үр дүнг тоон симуляцийн үр дүнтэй харьцуулж бататгахын тулд ижил хэмжээтэй тээврийн хэрэгслийг загварчлах нь хамгийн чухал юм. 3D модель загварыг талбайн туршилтад ашигласан “Субару Форестер 2011” загварын машиныг сонгон авсан. Хайрган хучилттай авто замын хучлагын гадаргуу болон тээврийн хэрэгслийн хоорондын харилцан үйлчлэлийн дүнд үүссэн тоосжилтыг бүртгэн авч талбайн үр дүнтэй харьцуулах боломжтой юм.

Геометр процесс нь 3D модель үүсгэх, тоон симуляцийн домэйн хүрээг тодорхойлох, олон жижиг элементүүдэд хувааж оронт топ (meshing) үүсгэх зэргийг багтаасан. 3D модельд тээврийн хэрэгслийн хэлбэр, хэмжээ, жин болон тоосжилтод нөлөөлж болох бусад хүчин зүйлсийг багтаасан. Тээврийн хэрэгсэл болон хайрган хучилттай авто замын хучилтгүй хөрсөн хэсэг хоорондын харилцан үйлчлэлийг дүрслэхийн тулд хучлагын гадаргуу болон Горхийн (Тэрэлж) давааны ойр орчмыг загварчилсан (Зураг 3.1).



Зураг 3.1. Тоон симуляцид ашигласан тээврийн хэрэгслийн геометр загварчлал; а) Субару Форестер 2011 загварын тээврийн хэрэгслийн 3D модель; б) Геометр моделийг тухайн орчны домэйн хүрээнд оруулсан байдал; в) Горхийн (Тэрэлж) даваанд хийсэн талбайн туршилт; г) Талбайн туршилттай ижил загварчлал;

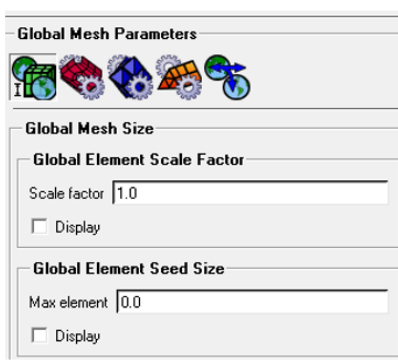
Тээврийн хэрэгслийн CAD моделийг программд оруулж ирсний дараа бид тооцооллын тохируулгад зориулж моделийн хэсэг бүрд харгалзах нэр өгч, холбогдох хэсгүүдийн эргэн тойронд салхины урсгалын домэйн бүсийг бий болгосон. Домэйний хэмжээ нь ихэвчлэн салхины урсгалын хурднаас хамааран тээврийн хэрэгслийн хэмжээнээс 7-10 дахин их байдаг. Загварчлалд ашигласан тээврийн хэрэгсэл болон домэйний хэмжээсүүдийг доорх Хүснэгт 3.1-т үзүүлэв.

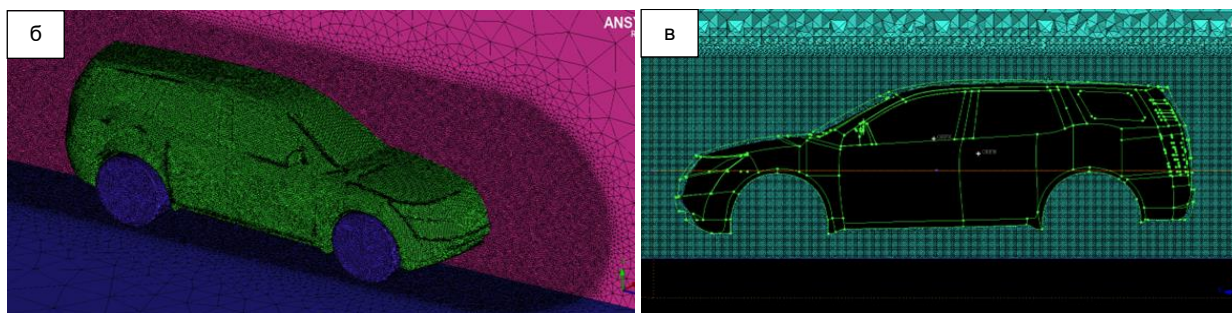
Хүснэгт 3.1. Геометр загварчлалд ашигласан утгууд

Хэмжээс	Хэмжих нэгж	Утга
Тээврийн хэрэгслийн урт, өргөн, өндөр	мм	4560×1780×1700
Тээврийн хэрэгслийн жин	кг	1650
Дугуйны тоо	ширхэг	4
Хучилтгүй автозамын домэйний урт, өргөн, өндөр	м	200×15×8

ICEM CFD программыг домэйн болон 3D моделийг олон жижиг элементүүд болгоход ашигласан ба энэ нь салхины урсгал явагдаж байгаа орон зайн хэмжээснээс хамааруулан геометрийн энгийн дүрсүүдэд хувааж, тухайлах зорилготой юм. Иймд домэйн болон геометр моделийг тэгш өнцөгт эсвэл квадрат орон тороор хувааж салангид жижиг элементүүд болгон хувааснаар салхины урсгалын шинж чанар, тоосжилтын шинж чанарыг нарийн тодорхойлох боломжтой.

Тоосонцор хамгийн их дэгдэж байгаа дугуйны хэсэг болон хучилтын гадаргуугийн элементийн нарийвчлалыг хангах үүднээс нягтралыг өндөр нарийвчлалтай сонгох шаардлагатай. Элементүүдийн тоог баталгаажуулахын тулд олон удаа туршсан бөгөөд 20 сая элементтэй загварын үр дүн нь 32 сая оронт тортой ижил үр дүн гарсан тул 20 сая элементтэй хэсгийг сонгосон. Домэйний хүрээ хэсэгт элементүүд бага хэмжээтэй буюу 2000-3000 ширхэг байгаа бол тоосжилт их үүсэж буй дугуйн ойр орчмын хэсэгт 100,000 гаруй ширхэг байгаа нь тээврийн хэрэгслийн ойролцоох тоос дэгдэлтийг нарийвчлалтай загварчлах боломжийг олгоно (Зураг 3.2).

a)	Mesh Info ---	--- Mesh Info ---	
	<pre> Element types : NODE : 310 LINE_2 : 8678 TETRA_4 : 21726805 TRI_3 : 240766 Element parts : CHASSIS : 104585 FLUID : 21726805 GEOM : 801 GROUND : 46975 INLET : 740 LEFT_WALL : 3202 OUTLET : 742 SYMMETRY : 69136 TYRES : 20652 UPPER_WALL : 2921 Total elements : 21976559 Total nodes : 3689216 Min : -10 -0.83 -30 Max : 0 10 15 </pre>	<pre> Element types : NODE : 310 LINE_2 : 8826 TETRA_4 : 32423723 TRI_3 : 290942 Element parts : CHASSIS : 104242 FLUID : 32423723 GEOM : 954 GROUND : 64515 INLET : 740 LEFT_WALL : 3202 OUTLET : 758 SYMMETRY : 101939 TYRES : 20801 UPPER_WALL : 2927 Total elements : 32723801 Total nodes : 5487491 Min : -10 -0.83 -30 Max : -0.0530907 10 15 </pre>	



Зураг 3.2. 3D моделиг олон жижиг элементэд хуваах (meshing); а) Программын үзүүлэлтүүд болон элементүүдийн тоо; б) Хучилтгүй авто замын гадаргуу болон дугуй орчмын элементүүд; в) Тээврийн хэрэгслийн эргэн тойронд үүсгэсэн элементүүд;

Симуляцийн тохиргоо:

3D загварчлалыг хийж дууссаны дараа тооцооллын утгуудыг оруулж өгнө. Сонгон авсан талбайн бэхжүүлээгүй болон нэмэлт бодисоор бэхжүүлсний дараа шинж чанар тухайлбал, тэдгээрийн ширхгийн хэмжээ, чийгийн агууламж, нягтрал, болон бусад холбогдох шинж чанаруудыг “Дунд шатны тайлангийн Бүлэг 3”-т

заасны дагуу оруулж өгсөн. Мөн түүнчлэн тээврийн хэрэгслийн хөдөлгөөний хурдыг 20,40 болон 60 км/ц хурдтайгаар хэд хэдэн чиглэлтэй салхины хурд, атмосферийн нөхцөл гэх мэт байгаль орчны бодит нөхцөл байдалтай харгалзуулан загварчилсан.

Үүний дараа тоон симуляцид ашиглах салхины турбулент урсгалын загварыг тохируулсан. Энэ тохиолдолд бид Навьер-Стоксын тэгшитгэлийг RANS загвар болох Discrete Phase Model аргачлалыг сонгож, к-ε турбулент загвар боловсруулан тооцоолол хийсэн. Эдгээр математик загварчлалын аргуудын утгыг ANSYS FLUENT программын Setup хэсэгт оруулж өгнө. Сонгосон тэгшитгэлийн дагуу тохиргоог хийж симуляцийг ажиллуулсан бөгөөд ижил үр дүн заах хүртэл тооцоол явуулж шалгуурыг хянасан. Нэгдсэн шийдлийг олж авах хүртэл олон давтамжтайгаар программыг уншуулж, тохиргоо болон хугацааны алхмуудыг өөрчлөх замаар олон удаа ажиллуулснаар алдаа багатай, үнэн зөв гэж үзэж болохуйц тооцооллыг гаргаж авсан болно.

3.5. Тоон симуляцийн арга ашиглан хучилтгүй замаас ялгарах тоосжилтыг хэмжсэн үр дүн

Тоон симуляцийн хамгийн чухал хэсэг нь загваруудын үнэн зөв, найдвартай байдлыг үнэлэх зорилгоор хийсэн баталгаажуулалтын ажил юм. Үүний тулд боловсруулсан тооцоолол дээр бусад судалгааны ажлуудад ашиглагдаж байсан Nissan Pathfinder спорт тээврийн хэрэгслийг туршилтын кейс болгон сонгон авсан. 6.75 м/с хурдтай салхины эсрэг 13.5 м/с жигд хурдтай Nissan Pathfinder тээврийн хэрэгслийг загварчилж судалгааны ажлын үр дүнтэй харьцуулж бататгасан.

Үүний дараа үндсэн Субару Форестер 2011 машинаар Горхи-Тэрэлжийн давааны хучилтгүй авто зам дээрх тоон симуляцийг 20 км/ц, 40 км/ц болон 60 км/ц хурдтай үед энгийн болон бэхжүүлээгүй хөрсөнд хийсэн. Бэхжүүлээгүй хөрсний нягт нь 2084 г/см³ байсан ба бодисоор бэхжүүлсний дараа нягт нь 2154 г/см³ болж нэмэгдсэн.

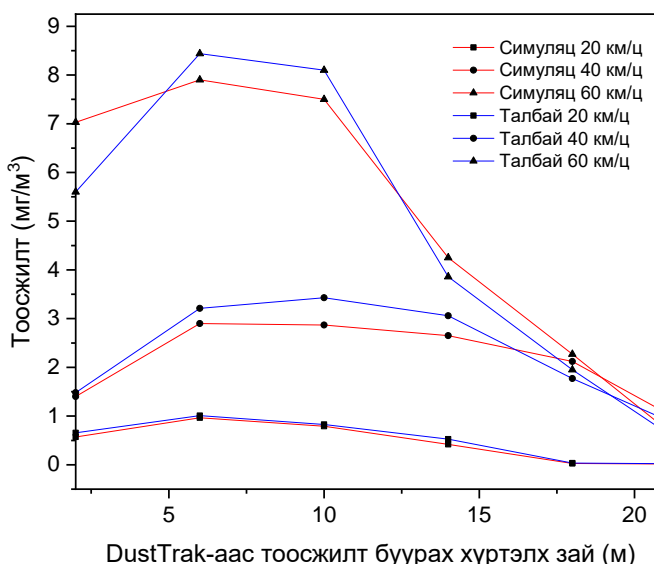
Тоосонцрын нийт концентрацийг тухайн агшин бүрд DustTrak багажаар хэмжиж, тээврийн хэрэгслийн туулсан зай хүртэл бүртгэсэн тоосонцрыг харгалзан үзэж үр дүнг боловсруулсан. Тодруулбал, 20 км/ц хурдтай машины хувьд 1 секундэд 4 м, 40 км/цагийн хувьд 6 м, 60 км/ц хурдтай машины хувьд 7 м зайнуудыг туулсан.

Бэхжүүлээгүй хөрсний симуляци болон талбайн туршилтын үр дүнг Хүснэгт 3.2-т үзүүлэв. Тээврийн хэрэгсэл 20 км/цаг хурдтай зорчих үед тоосонцрын концентрацийн утга нь тээврийн хэрэгсэл болон хэмжилтийн DustTrak багажаас 4-8

м-ийн зайд ажиглагдсан бөгөөд симуляцийн хэмжилт нь хамгийн их тоосонцрын 0.965 мг/м^3 , талбайн хэмжилтийн хамгийн их 1.01 мг/м^3 утгыг үзүүлсэн.

Тээврийн хэрэгсэл 40 км/цаг хурдтай зорчих үед 12-18 метрийн зайд тоон симуляцийн болон талбайн хэмжилтийн тоосонцрын хамгийн их утга тус бүр 2.87 мг/м^3 болон 3.43 мг/м^3 байна. Харин 60 км/цаг хурдтай зорчих үед 7-14 метрийн зайд симуляцийн болон талбайн хэмжилтийн хамгийн их болох 7.9 мг/м^3 болон 8.44 мг/м^3 концентрацийн утгыг тус тус үзүүлсэн. Эдгээр утгууд нь тоон симуляци болон талбайн хэмжилтийн хооронд ижил төстэй үр дүнг гаргаж байгааг харуулж байна.

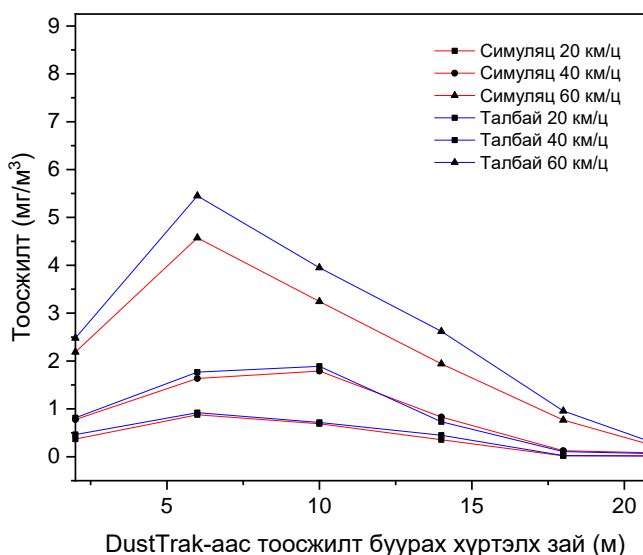
Тоосжилт хэмжигч DustTrak багажаас алслагдсан байршилд симуляци болон талбайн хэмжилтийн хооронд бага зэрэг ялгаа ажиглагдсан. Хол байршлуудад хэмжилтийн стандарт хазайлт илүү их байгаагаас харж болно.



Зураг 3.3. Бэхжүүлээгүй талбайн тоосжилтын утгууд (тоон симуляци болон талбайн туршилтын үр дүнгийн харьцуулалт)

Хүснэгт 3.2. Бэхжүүлээгүй хөрсний симуляци болон талбайн туршилтын үр дүн

Авто машины хурд (км/ц)	Тоосжилт хэмжих төхөөрөмжөөс тээврийн хэрэгсэл хүртэлх зай	Симуляцийн нийт тоосжилтын концентраци (мг/м ³)	Талбайн туршилтын нийт тоосжилтын концентраци (мг/м ³)	Хэмжилтийн стандарт хазайлт, σ
20	0-4 м зайд	0.57	0.657	13.24
20	4-8 м зайд	0.965	1.01	4.46
20	8-12 м зайд	0.79	0.828	4.59
20	12-16 м зайд	0.42	0.527	20.30
20	16-20 м зайд	0.027	0.036	25.83
20	20-24 м зайд	0.012	0.018	31.11
40	0-6 м зайд	1.4	1.48	5.41
40	6-12 м зайд	2.9	3.21	9.66
40	12-18 м зайд	2.87	3.43	16.33
40	18-24 м зайд	2.65	3.06	13.40
40	24-30 м зайд	2.12	1.77	19.77
40	30-36 м зайд	0.723	0.647	11.75
60	0-7 м зайд	7.03	5.6	20.34
60	7-14 м зайд	7.9	8.44	6.84
60	14-21 м зайд	7.5	8.1	8.00
60	21-28 м зайд	4.25	3.86	9.18
60	28-35 м зайд	2.27	1.95	14.10
60	35-42 м зайд	0.232	0.247	6.47

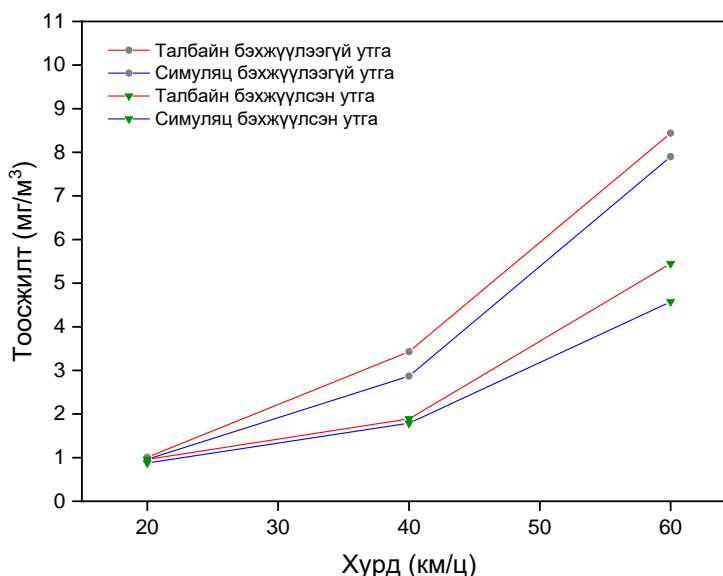


Зураг 3.4. Бэхжүүлсэн авто зам дээрх тоосжилтын утгууд (тоон симуляци болон талбайн туршилтын үр дүнгийн харьцуулалт)

Хүснэгт 3.3. Бэхжүүлсэн хөрсний симуляци болон талбайн туршилтын үр дүн

Авто машины хурд (км/ц)	Тоосжилт хэмжих төхөөрөмжөөс тээврийн хэрэгсэл хүртэлх зай	Симуляцийн нийт тоосжилтын концентраци (мг/м ³)	Талбайн туршилтын нийт тоосжилтын концентраци (мг/м ³)	Хэмжилтийн стандарт хазайлт, σ
20	0-4 м зайд	0.368	0.462	25.54
20	4-8 м зайд	0.878	0.921	4.90
20	8-12 м зайд	0.689	0.717	4.06
20	12-16 м зайд	0.354	0.448	26.55
20	16-20 м зайд	0.018	0.024	33.33
20	20-24 м зайд	0.0134	0.016	19.40
40	0-6 м зайд	0.778	0.814	4.63
40	6-12 м зайд	1.636	1.767	8.01
40	12-18 м зайд	1.79	1.89	5.59
40	18-24 м зайд	0.829	0.731	11.82
40	24-30 м зайд	0.125	0.107	14.40
40	30-36 м зайд	0.0668	0.052	22.16
60	0-7 м зайд	2.186	2.48	13.45
60	7-14 м зайд	4.573	5.45	19.18
60	14-21 м зайд	3.244	3.95	21.76
60	21-28 м зайд	1.943	2.62	34.84
60	28-35 м зайд	0.765	0.956	24.97
60	35-42 м зайд	0.0468	0.057	21.79

Түүнчлэн, тоон симуляцийн тоосжилтын утгыг бэхжүүлсэн болон бэхжүүлээгүй талбайн үр дүнтэй харьцуулж үзэхэд тоосжилт бууруулах нэмэлтийг ашигласнаар тоосжилтын концентраци буурч байгаа нь ажиглагдсан. Энэхүү дүгнэлт нь лабораторийн болон талбайн туршилтын үр дүнтэй нийцэж байгаа нь хайрган хучилттай авто замаас үүсэж буй тоосжилтыг бууруулахад бэхжүүлэгч нэмэлтүүдийн үр нөлөөг улам баталгаажуулж байна (Зураг 1.5).

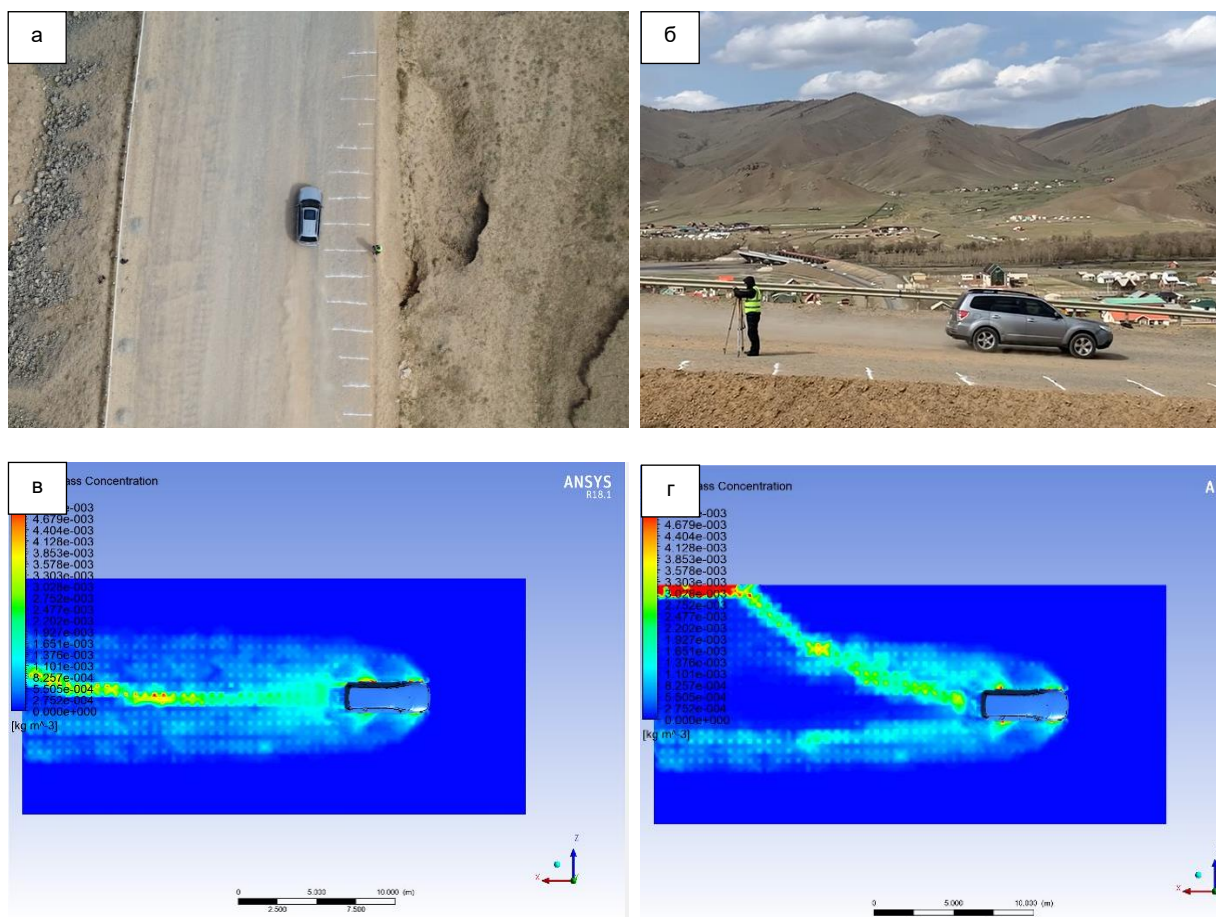


Зураг 3.5. Бэхжүүлсэн авто зам дээрх тоосжилтын утгууд (тоон симуляци болон талбайн туршилтын үр дүнгийн харьцуулалт)

Хүснэгт 3.4. Бэхжүүлсэн хөрсний симуляци болон талбайн туршилтын үр дүн

Авто машины хурд (км/ц)	Талбайн туршилтын бэхжүүлэгч ашиглахаас өмнөх талбайн нийт тоосжилт (мг/м ³)	Симуляцийн туршилтын бэхжүүлэгч ашиглахаас өмнөх талбайн нийт тоосжилт (мг/м ³)	Талбайн туршилтын бэхжүүлэгч ашигласны дараах талбайн нийт тоосжилт (мг/м ³)	Симуляцийн туршилтын бэхжүүлэгч ашигласны дараах талбайн нийт тоосжилт (мг/м ³)
20	1.01	0.965	0.921	0.878
40	3.43	2.87	1.89	1.79
60	8.44	7.9	5.45	4.57

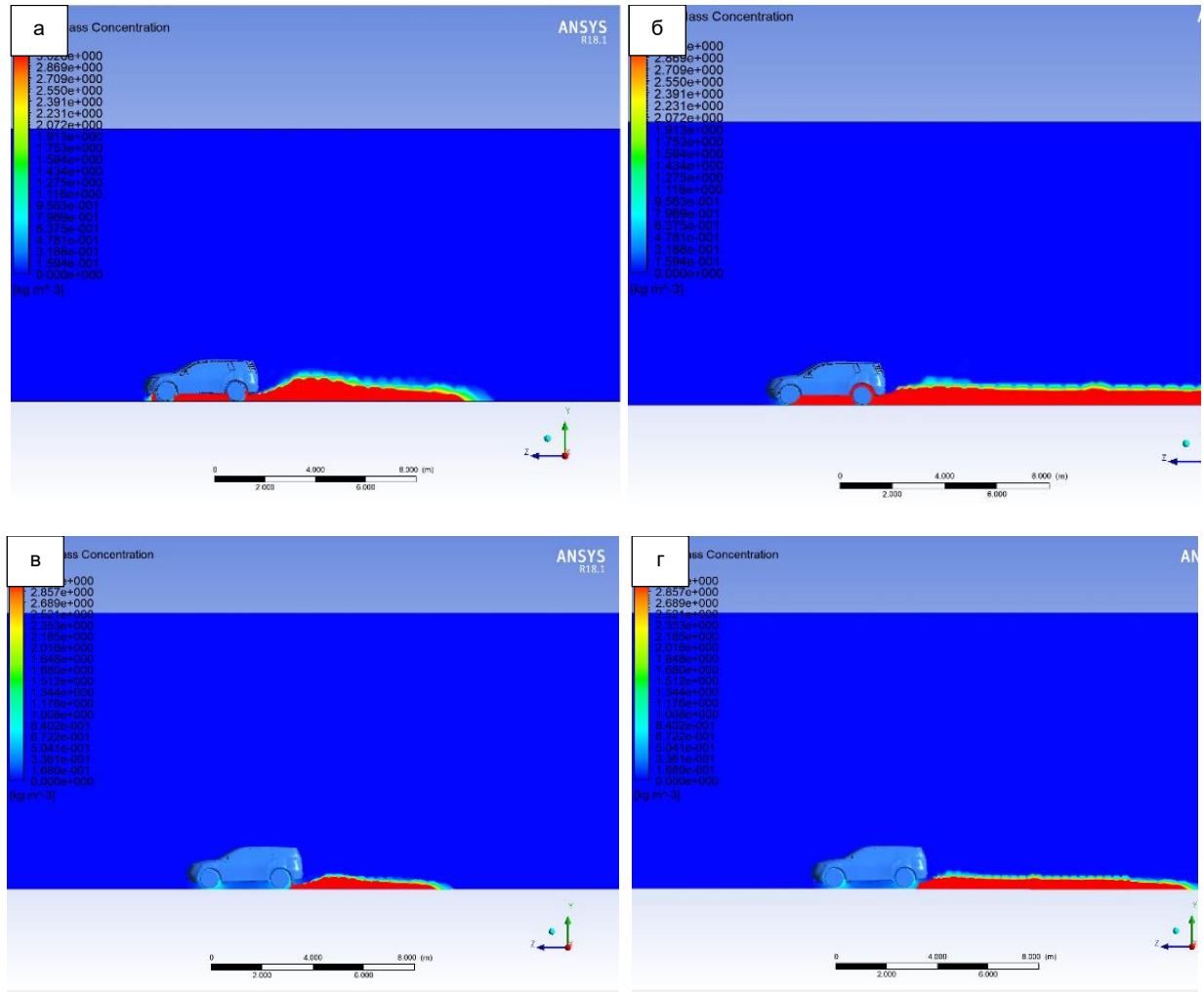
Цаашилбал, тоон симуляцийн үр дүн болон талбайн хэмжилтийн хооронд ижил төстэй үр дүн үзүүлж байгаа нь тоос бууруулагч нэмэлтийн үр нөлөөллийг тоон симуляцийн арга ашиглан үнэн зөв урьдчилан таамаглах боломжтой гэж үзэж байна.



Зураг 3.6. Химийн нэмэлт бэхжүүлэгч ашиглахын өмнөх симуляцийн үр дүн;
а) Дроны тусламжтай гүйцэтгэсэн талбайн тоосжилт хэмжих туршилт;
б) DustTrak багажийн тусламжтай гүйцэтгэсэн талбайн туршилт;
в) Дээрээс харсан 40 км/ц хурдтай 90° салхитай үед тоосжилтын хэмжээ
г) Дээрээс харсан 60 км/ц хурдтай 45° салхитай үед тоосжилтын хэмжээ;

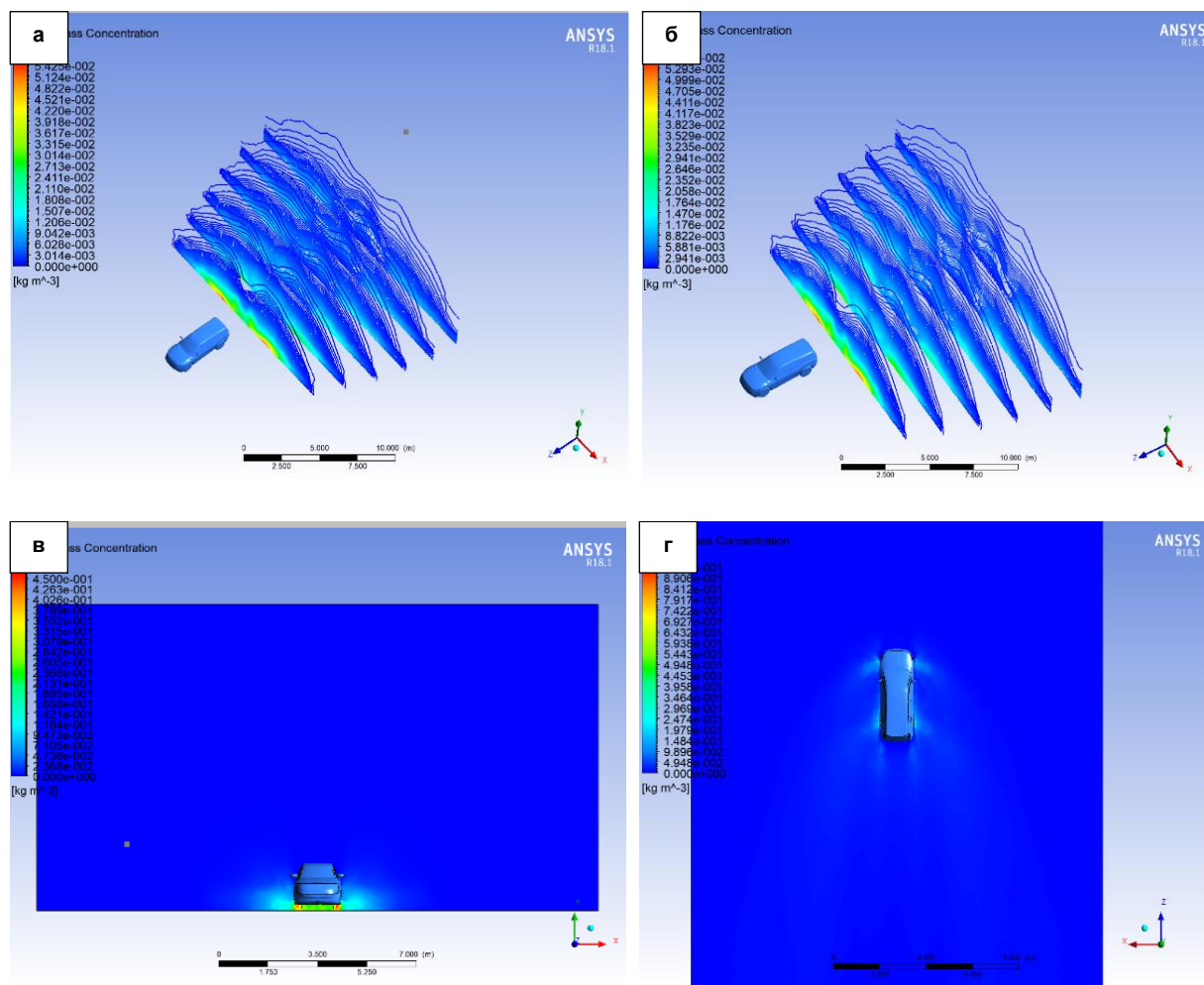
Талбайн хэмжилтийн үеэр DJI дрон, GPS болон DustTrak төхөөрөмж ашиглан тээврийн хэрэгслийн байршил болон ялгарч буй тоосонцрын концентрацийг хэмжсэн (Зураг 3.6а,б). DustTrak төхөөрөмжийг туршилтын тээврийн хэрэгсэл зөрж өнгөрөх байрлалаас 5 метрийн зайд байрлуулсан бөгөөд тоон симуляцийн зураглалын үр дүнтэй харьцуулахын тулд тал бүрээс видео бичлэг хийсэн. Тоон симуляцийн үр дүнгийн зургуудаас харахад тээврийн хэрэгслийн хурдатгалын эсрэг чиглэлтэй салхитай үед тоосжилт нь тээврийн хэрэгслийн хойно шулуун үүсэж байна. Мөн салхины чиглэл 45 градустайгаар хажуу талаас салхилж байгаа тохиолдолд тоосжилт нь машины хойно, салхи үлээж байгаа тал руу чиглэн үүсэж байна (Зураг 3.6в,г). Энэхүү ажиглалтаас тоон симуляцийн арга нь бодит нөхцөлтэй ижил төстэй хэв шинжийг үзүүлж, үнэн зөв дуурайж болохыг харуулж байна. Симуляцийн үр дүнгийн зураглалыг талбайн хэмжилтийн видео бичлэгтэй харьцуулахад тоосжилт хэрхэн бүрэлдэж байгааг симуляци илүү нарийвчлалтай

харуулсан. Энэ нь тоосны агууламжийн нарийвчилсан мэдээллийг авахын тулд симуляцийг ашиглах нь илүү давуу талтай гэдгийг харуулж байна.



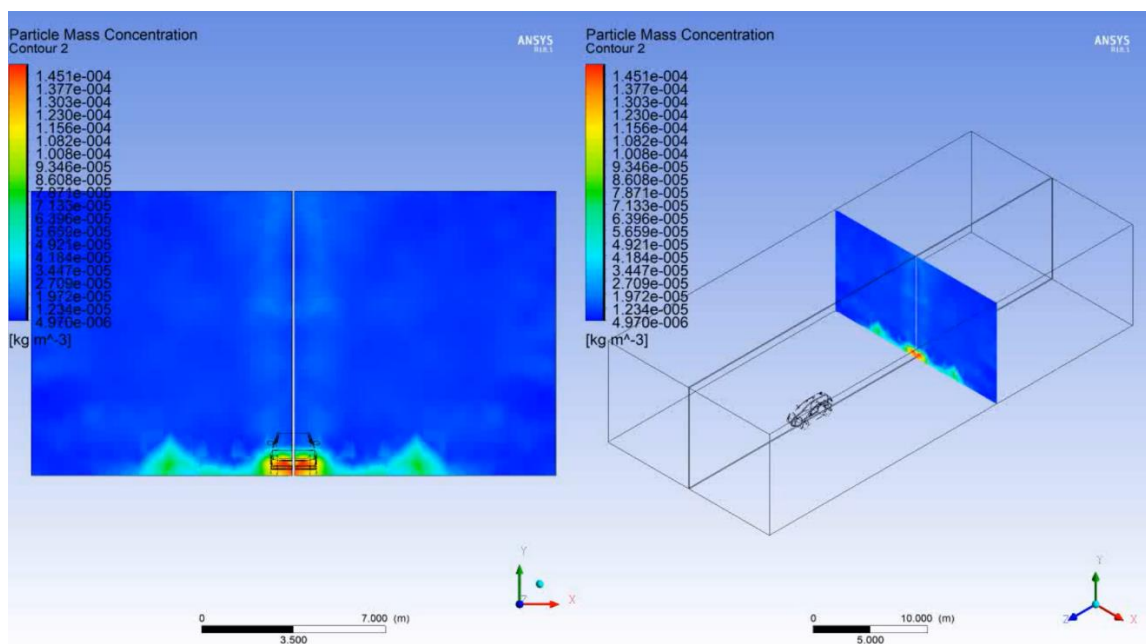
Зураг 3.7. а) Хажуугаас харсан 40 км/ц хурдтай үеийн тоосжилт; б) Хажуугаас харсан 60 км/ц хурдтай үеийн тоосжилт; в) Хажуугаас харсан 40 км/ц хурдтай үеийн тоосжилт; г) Хажуугаас харсан 60 км/ц хурдтай үеийн тоосжилт;

Цаашилбал, тоон симуляцийн үр дүнгээс харахад 60 км/цаг хурдтай зорчиж буй тээврийн хэрэгсэл 40 км/цаг хурдтай явж байсантай харьцуулахад тоосжилт их хэмжээгээр ялгарч байгаа нь симуляци нь бодит амьдрал дээрх тоос босох процессыг үнэн зөв тусгаж байгааг дахин баталж байна (Зураг 3.7а,б). Бодисоор бэхжүүлсний дараах тоон симуляцийн утга нь ижил хурдтай яваа бэхжүүлээгүй авто замын тохиолдлуудтай харьцуулахад тоосжилт бага үүсэж байгааг харуулж байна. (Зураг 3.7в.г). Энэ нь бодисоор бэхжүүлсэн хөрснөөс үүсэх тоосжилтыг симуляци ижил хэмжээтэйгээр үүсгэж байгааг харуулж байна.



Зураг 3.8. Бэхжүүлэгч ашигласны дараах симуляцийн үр дүн; а) 40 км/ц хурдтай явж байхад байршил бүр дээрх тоосжилт; б) 60 км/ц хурдтай явж байх үед байршил бүр дээрх тоосжилт; в) Урдаас харсан 60 км/ц хурдтай машины тоосжилт; г) Дээрээс харсан 20 км/ц хурдтай машины тоосжилт;

Тээврийн хэрэгслийн хойно үүсэж байгаа тоосжилтын хэмжээг байрлал болгонд харуулах боломжтойг Зураг 3.8а,б-д харуулсан. Мөн түүнчлэн тоон симуляцийн тусламжтайгаар тоосны агууламжийн талаарх тоон утгуудыг төрөл бүрийн хурд, зайнуудаас хэмжиж авах боломжтойг харуулж байгаа нь талбайн хэмжилтийг орлож болох нэг давуу тал юм (Зураг 3.9). Талбайн хэмжилтэд тодорхой байршилд тоос босох, тоосжилтын агууламжийг нарийн үнэлэхэд хүндрэлтэй байдаг тул иж бүрэн мэдээлэл цуглуулахад бэрхшээлтэй байдаг. Үүнээс гадна, олон тооны тээврийн хэрэгсэл зөрж өнгөрөх үед тус бүрээс нь хэдий хэмжээний тоосжилт ялгарч байгааг хэмжихэд хүндрэл учирдаг. Үүний эсрэгээр тоон симуляци нь тоосны агууламжийн талаар илүү дэлгэрэнгүй мэдээллийг өгөх, олон тооны кейс үүсгэх, хүссэн цэгээс мэдээлэл цуглуулах боломжийг олгож байна.



Зураг 3.9. Тоон симуляцийн байршлууд дахь тоосонцрын агуулгыг харуулсан үр дүнгийн зураглал

Дүгнэж хэлэхэд тоон симуляцийн үр дүн болон талбайн хэмжилтийн харьцуулалт нь тоосжилт бууруулах судалгаанд симуляцийг ашиглахын давуу талыг харуулж байгаа бөгөөд мөн талбайн үр дүнг баталгаажуулж байна. Энэхүү тоон симуляци нь бодит орчин нөхцөлийг үнэн зөв үлгэрлэн, тоосжилтын агуулга, түүний тархалтын талаарх дэлгэрэнгүй мэдээллийг өгч байна.

Тээврийн хэрэгслийн хурд, салхины чиглэл зэрэг олон хувилбарууд дээр тоосжилтыг үүсгэж, тодорхой цэгүүдэд тоон өгөгдөл цуглуулах боломжийг санал болгосноор тоон симуляци нь тоосжилтыг бууруулах үр дүнтэй стратегийг боловсруулах хэрэгсэл болгон ашиглах боломжтой болж байна.

Энэхүү судалгааны үр дүнгээс харахад “ANSYS Fluent” программыг тоос бууруулах төслүүд болох хайрган хучилттай даваанууд, авто замын барилгын ажлын түр замууд, уурхайн замууд болон гэр хорооллын шороон замууд дээр ашигласнаар, тээврийн хэрэгслээс үүсэх тоосжилтыг загварчилж, олон төрлийн химийн нэмэлт бодисын нөлөөллийг “виртуал орчинд” тооцоолж, сонгох боломжийг бүрдүүлж байна.

Нөгөө талаас хэмжилтийн багажнаас алслагдсан байршилд симуляци болон талбайн хэмжилтийн хооронд ялгаа ажиглагдсан нь анхны нөхцөлүүдийн зарим тодорхойгүй утгууд, симуляцийн загварыг хялбарчлах, хүрээлэн буй орчны нөхцөл байдлын өөрчлөлт зэрэг төрөл бүрийн хүчин зүйлээс шалтгаалсан байх боломжтой.

Эдгээр хүчин зүйлүүд нь хэмжилтийн багажнаас хол зайд тоон симуляци болон талбайн үр дүнгийн хооронд ажиглагдсан ялгааг үүсгэсэн байж болзошгүй тул дан ганц тоон симуляцийн үр дүнд үндэслэн шийдвэр гаргах бус лабораторийн үр дүнтэй хослуулах нь зүйтэй. Тоон симуляцийн тооцооллын программыг ашигласнаар тээврийн хэрэгслээс авто замд ялгарах тоосжилтын хэмжээг виртуал орчинд дуурайлган загварчилж, дүн шинжилгээ хийж, тоос бууруулах бодисуудын үр дүнг бага зардлаар, хялбар аргаар үнэлэх үр дүнтэй арга гэж үзэж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] Chen J, Fu X and Wegman E. Real-time simulation of dust behavior generated by a fast traveling vehicle. *ACM Trans Modeling Comput Simulation* 2004; 9(2): 81–104.
- [2] Holsen T, Dhaniyala S and Hopke P. Fugitive dust emissions: development of a real-time monitor. Limited Scope Report, SERDP Project RC-1728, Department of Defense, Strategic Environmental Research and Development Program, Alexandria, Virginia, USA, 2011.
- [3] Edward A, Xiaoling Tong, Luke and Robert Smith. Numerical validation of a near-field fugitive dust model for vehicles moving on unpaved surfaces. *Journal of Automobile Engineering*, Institution of Mechanical Engineers, USA, 2014
- [4] Xueqing Shi, Daniel (Jian) Sun, Song Fu, Zhonghua Zhao and Jinfang Liu. Assessing On-Road Emission Flow Pattern under Car-Following Induced Turbulence Using Computational Fluid Dynamics (CFD) Numerical Simulation. *Sustainability* 2019
- [5] Guo, J.; Lin, W.; Li, H.; Zhang, Z.; Qin, X. Numerical Simulation Study on Spatial Diffusion Behavior of Non-Point Source Fugitive Dust under Different Enclosure Heights. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2023
- [6] Zannetti P. New Monte Carlo scheme for simulating Lagrangian particle diffusion with wind shear effects. *Appl Math Modelling* 1984; 8: 188–192.

**ХӨРС БЭХЖҮҮЛЭГЧ НЭМЭЛТ БОДИСЫН ТЕХНИК
ЭДИЙН ЗАСГИЙН ТООЦОО БОЛОН БАЙГАЛЬ
ОРЧИНД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА**

БҮЛЭГ 4: ХӨРС БЭХЖҮҮЛЭГЧ НЭМЭЛТ БОДИСЫН ТЕХНИК ЭДИЙН ЗАСГИЙН ТООЦОО БОЛОН БАЙГАЛЬ ОРЧИНД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА

4.1 Техник эдийн засгийн тооцоо

Тоосжилт ихтэй болон эвдрэл их үүсдэг давааны хучилтгүй хөрсөн хэсгийг тусгай барьцалдуулагч бодисоор бэхжүүлэх туршилт, судалгааны ажлын техник эдийн засгийн тооцоог хийхэн өмнө бодлогын баримт бичигт тусгагдсан байдлыг судлан үзсэн бөгөөд одоо мөрдөгдөж буй бодлогын баримт бичгүүдийн дараах зорилтуудад тусгагдсан байна.

- Монгол Улсын урт хугацааны хөгжлийн бодлого болох “Алсын хараа 2050”-ыг 2020 оны 5 дугаар сарын 13-ны өдрийн УИХ-ын 52 дугаар тогтоолоор баталсан юм.
Орчин төвтэй шийдэл Зорилт9.2 2.Байгальд ээлтэй, дэвшилтэт техник, технологи нэвтрүүлэн бохирдол үүсгэгчийг багасгаж, агаар, хөрс болон орчны бохирдлыг бууруулсан байна.
- Монгол Улсыг 2021-2025 онд хөгжүүлэх таван жилийн үндсэн чиглэлийг 2020 оны 8 дугаар сарын 28-ны өдөр ба УИХ-ын 23 дугаар тогтоолоор баталсан. Хүнд ээлтэй амьдрах орчин 2.5.3.агаар, ус, хөрсний бохирдол болон дуу чимээг багасгаж, цэвэр, ногоон байгууламж бүхий орчныг нэмэгдүүлнэ. ЗУРГАА.НОГООН ХӨГЖИЛ Зорилго 6.Хүрээлэн байгаа орчны бохирдол, доройтлыг бууруулах, байгалийн баялгийг зүй зохистой ашиглах, нөхөн сэргээх, байгальд ээлтэй дэвшилтэт ногоон технологи нэвтрүүлж уур амьсгалын өөрчлөлтийг сааруулах, дасан зохицох бодлогыг хэрэгжүүлж хүн амын эрүүл, аюулгүй орчинд амьдрах эрхийг хангана.
- Улаанбаатар хотын захирагчийн 4 жилийн үйл ажиллагааны хөтөлбөр 2020 оны 12 сарын 4-ний өдөр НИТХ-ын 02/10 тоот тогтоолоор батлагдсан. Байгаль орчинтой холбоотойгоор нийслэл Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлыг 80 хувь бууруулж, тээврийн хэрэгслээс үүдэх агаарын бохирдлыг бууруулах бодлого хэрэгжүүлэх зорилт болгосон байна.

Тус судалгааны ажлыг хийхдээ туршилтын талбайд 3 төрлийн бодис туршсан бөгөөд бодис тус бүрээр нь зардлыг харьцуулан гаргахад дараах үр дүнг үзүүлж байна. 3 бодисыг харьцуулахдаа тухайн бодисын өртөг болон хөрсийг бодисоор бэхжүүлэх үеийн ажил тус бүрээр нь зардлыг тооцон гаргасан болно.

4.1.1 ANТ хөрс бэхжүүлэгчээр бэхжүүлэх үеийн барилгын ажлын зардал

Байршил: Тэрэлж-Горхийн даваа

Туршилт хийсэн он/сар/өдөр: 2022.08.25

Туршилт гүйцэтгэсэн хугацаа: 11:00 - 15:00

Туршилтын байршил: ПК1+000 – ПК2+000

Нийт зардал

33,225,747

Хүснэгт 4.1. ANТ бодисыг туршихад ашиглагдсан тоног, төхөөрөмжийн зардал

4.1.1. Ашиглагдсан тоног, төхөөрөмж			
№	Техник төхөөрөмжийн нэр	Тоног	Түрээсийн зардал (₮)
1	Ресайклер	1	3,500,000
2	Усны машин 14 тонн	1	
3	Автогрейдер	1	1,300,000
4	Доргиурт индүү	1	1,500,000
5	Хийн дугуйт индүү	1	1,500,000
6	Трайлер (техник ачсан)	2	2,500,000
7	Цемент ачсан трайлер	1	350,000
Нийт зардал			10,650,000

Хүснэгт 4.2. ANТ бодисыг туршихад ашиглагдсан бодисын үнэ

4.1.2. Ашиглагдсан бодис, урвалж			
№	Бодисны нэр	Тоо хэмжээ	Үнэ өртөг (₮)
1	ANТ хөрс бэхжүүлэгч	50л	8,750,000
2	Цемент 4%	28тн	10,780,000
3	Ус	-	-
Нийт зардал			19,530,000

Хүснэгт 4.3. ANТ бодисыг туршихад ажилласан хүн хүчны зардал

4.1.3 Ажилласан хүн хүч				
№	Ажилтны нэр	Компани	Хийж гүйцэтгэсэн ажил	Цалин (₮)
1	Ресайклер оператор	“Үйлсийн Зам” ХХК	Ресайклер жолоодох	Түрээсийн зардалд багтсан
2	Ресайклер туслах ажилтан	“Үйлсийн Зам” ХХК	Ресайклерын үйл ажиллагаанд туслах	
3	Усны машины оператор	“Үйлсийн Зам” ХХК	Усалгаа хийх	
4	Автогрейдер оператор	“Үйлсийн Зам” ХХК	Тэгшилгээ хийх	
5	Доргиурт индүүний оператор	“Үйлсийн Зам” ХХК	Урьдчилсан нягтруулалт хийх	
6	Хийн дугуйт индүүний оператор	“Үйлсийн Зам” ХХК	Эцсийн нягтруулалт хийх	
7	Трайлер жолооч	“Үйлсийн Зам” ХХК	Техник тээвэрлэх	
8	Цемент ачсан трайлер жолооч	“Үйлсийн Зам” ХХК	Цемент тээвэрлэх	
9	Туслах ажилтан	Цагийн ажилтан	Цемент тараах	284,000
11	Туслах ажилтан	Цагийн ажилтан	Цемент тараах	

“Тоосжилт ихтэй болон эвдрэл их үүсдэг давааны хучилтгүй хөрсөн хэсгийг тусгай барьцалдуулагч бодисоор бэхжүүлэх туршилт, судалгаа /Тэрэлж..”-ны ажлын эцсийн шатны тайлан

12	Туслах ажилтан	Цагийн ажилтан	Цемент тараах	
13	Туслах ажилтан	Цагийн ажилтан	Цемент тараах	
14	Туслах ажилтан	Цагийн ажилтан	Цемент тараах	
15	Туслах ажилтан	Цагийн ажилтан	Цемент тараах	
16	Туслах ажилтан	Цагийн ажилтан	Цемент тараах	
17	Туслах ажилтан	Цагийн ажилтан	Цемент тараах	
18	Туслах ажилтан	Цагийн ажилтан	Цемент тараах	
19	Туслах ажилтан	Цагийн ажилтан	Цемент тараах	
Лабораторийн туслах ажилтан				
20	Лабораторийн ахлах инженер	“Кэй Эйч Ти Эс” ХХК	Талбайн туршилт шинжилгээ хянах	91,477
21	Лабораторийн туслах	“Кэй Эйч Ти Эс” ХХК	Талбайн туршилт шинжилгээ хийх	47,727
22	Лабораторийн туслах	“Кэй Эйч Ти Эс” ХХК	Талбайн туршилт шинжилгээ хийх	47,727
Судалгааны баг				
23	Б.Батхишигт	“Ай Роуд” ХХК	Талбайг хянах	47,727
24	Б.Болдбаатар	“Ай Роуд” ХХК	Судалгаа хийх	47,727
25	Д.Ганбилэг	“Ай Роуд” ХХК	Талбайг хянах	79,545
26	Э.Норовсүрэн	“Ай Роуд” ХХК	Судалгаа хийх	59,660
27	С.Альфараби	“Ай Роуд” ХХК	Судалгаа хийх	47,727
28	Б.Энхсайхан	“Ай Роуд” ХХК	Талбайг хянах	99,430
Зөвлөх баг				
29	Д.Энхбаатар захирал	“Үйлсийн зам” ХХК	Талбайн туршилтыг зохион байгуулах	71,500
30	Р.Балжир инженер	Зөвлөх инженер	Талбайн хяналт	71,500
31	Юрий Коротков Сергеевич	АНТ-Инжиниринг	Талбайн хяналт	71,500
Нийт зардал				1,067,247

Хүснэгт 4.4. АНТ бодисыг туршсан бусад зардал

4.1.4 Бусад зардал			
№	Зориулалт	Хүний тоо	Нийт үнэ
1	Ажилчдын өдрийн хоол	34	818,500
2	Лабораторийн материал		680,000
3	Лабораторийн туршилт		480,000
Нийт			1,498,500

4.1.2 Лигносульфонат хөрс бэхжүүлэгчээр бэхжүүлэх үеийн барилгын ажлын зардал

Байршил: Тэрэлж-Горхийн даваа

Туршилт хийсэн он/сар/өдөр: 2022.08.25

Туршилт гүйцэтгэсэн хугацаа: 17:00 - 20:00

Туршилтын байршил: ПК1+000 – ПК2+000

Нийт зардал

18,168,000

Хүснэгт 4.5. Лигносульфонат бодисыг туршихад ашиглагдсан тоног, төхөөрөмжийн зардал

4.2.1. Ашиглагдсан тоног, төхөөрөмж			
№	Техник тоног төхөөрөмжийн нэр	Тоо хэмжээ	Түрээсийн зардал (₮)
1	Ресайклер	1	3,500,000
2	Усны машин 14 тонн	1	
3	Автогрейдер	1	1,300,000
4	Доргиурт индүү	1	1,500,000
5	Хийн дугуйт индүү	1	1,500,000
6	Трайлер (техник ачсан)	2	2,500,000
7	Бодис тээвэрлэлт	1	350,000
Нийт зардал			10,650,000

Хүснэгт 4.6. Лигносульфонат бодисыг туршихад ашиглагдсан бодис урвалжын үнэ

4.2.2. Ашиглагдсан бодис, урвалж			
№	Бодисны нэр	Тоо хэмжээ	Үнэ өртөг (₮)
1	Лигносульфонат хөрс бэхжүүлэгч	1тонн	5,000,000
3	Ус	-	-
Нийт зардал			5,000,000

Хүснэгт 4.7. Лигносульфонат бодисыг туршихад ажилласан хүн хүчний зардал

4.2.3 Ажилласан хүн хүч				
№	Ажилтны нэр	Компани	Хийж гүйцэтгэсэн ажил	Цалин (₮)
1	Ресайклер оператор	“Үйлсийн Зам” ХХК	Ресайклер жолоодох, удирдах	Түрээсийн зардалд багтсан
2	Ресайклер туслах ажилтан	“Үйлсийн Зам” ХХК	Туслах ажилтан	
3	Усны машины оператор	“Үйлсийн Зам” ХХК	Усалгаа хийх	
4	Автогрейдер оператор	“Үйлсийн Зам” ХХК	Тэгшилгээ хийх	
5	Доргиурт индүүний оператор		Урьдчилсан нягтруулалт хийх	
6	Хийн дугуйт индүүний оператор		Эцсийн нягтруулалт хийх	
7	Трайлер жолооч		Техник тээвэрлэх	
Лабораторийн туслах ажилтан				

“Тоосжилт ихтэй болон эвдрэл их үүсдэг давааны хучилтгүй хөрсөн хэсгийг тусгай барьцалдуулагч бодисоор бэхжүүлэх туршилт, судалгаа /Тэрэлж..!”-ны ажлын эцсийн шатны тайлан

8	Лабораторийн ахлах инженер	“Кэй Эйч Ти Эс” ХХК	Талбайн туршилт шинжилгээ хянах	52,272
9	Лабораторийн туслах ажилтан	“Кэй Эйч Ти Эс” ХХК	Талбайн туршилт шинжилгээ хийх	27,272
10	Лабораторийн туслах ажилтан	“Кэй Эйч Ти Эс” ХХК	Талбайн туршилт шинжилгээ хийх	27,272
Судалгааны баг				
23	Б.Батхишигт	“Ай Роуд” ХХК	Талбайг хянах	27,272
24	Б.Болдбаатар	“Ай Роуд” ХХК	Судалгаа хийх	27,272
25	Д.Ганбилэг	“Ай Роуд” ХХК	Талбайг хянах	45,455
26	Э.Норовсүрэн	“Ай Роуд” ХХК	Судалгаа хийх	34,095
27	С.Альфараби	“Ай Роуд” ХХК	Судалгаа хийх	27,272
28	Б.Энхсайхан	“Ай Роуд” ХХК	Талбайг хянах	56,818
Зөвлөх баг				
29	Д.Энхбаатар захирал	“Үйлсийн зам” ХХК	Талбайн туршилтыг зохион байгуулах	71,500
30	Р.Балжир инженер	Зөвлөх инженер	Талбайн хяналт хийх	71,500
31	Юрий Коротков Сергеевич	АНТ-Инжиниринг	Талбайн хяналт хийх	71,500
Нийт зардал				539,500

Хүснэгт 4.8. Лигносульфонат бодисыг туршсан бусад зардал

4.2.4 Бусад зардал			
№	Зориулалт	Хүний тоо	Нийт үнэ
1	Ажилчдын өдрийн хоол	34	818,500
2	Лабораторийн материал		680,000
3	Лабораторийн туршилт		480,000
Нийт			1,498,500

4.1.3 Кальцийн хлорид хөрс бэхжүүлэгчээр бэхжүүлэх үеийн барилгын ажлын зардал

Байршил: Тэрэлж-Горхийн даваа

Туршилт хийсэн он/сар/өдөр: 2022.08.25

Туршилт гүйцэтгэсэн хугацаа: 17:00 - 20:00

Туршилтын байршил: ПК1+000 – ПК2+000

Нийт зардал

18,168,000

Хүснэгт 4.9. Кальцийн хлорид бодисыг туршихад ашиглагдсан тоног, төхөөрөмжийн зардал

4.3.1. Ашиглагдсан тоног, төхөөрөмж			
№	Техник тоног төхөөрөмжийн нэр	Тоо хэмжээ	Түрээсийн зардал (₮)
1	Ресайклер	1	3,500,000
2	Усны машин 14 тонн	1	
3	Автогрейдер	1	1,300,000
4	Гөлгөр булт индүү	1	1,500,000
5	Хийн дугуйт индүү	1	1,500,000
6	Трайлер (техник ачсан)	2	2,500,000
7	Бодис тээвэрлэлт	1	350,000
Нийт зардал			10,650,000

Хүснэгт 4.10. Кальцийн хлорид бодисыг туршихад ашиглагдсан тоног, төхөөрөмжийн зардал

4.3.2. Ашиглагдсан бодис, урвалж			
№	Бодисны нэр	Тоо хэмжээ	Үнэ өртөг (₮)
1	Кальцийн хлорид бэхжүүлэгч	250 кг	2,500,000
3	Ус	-	-
Нийт зардал			2,500,000

Хүснэгт 4.11. Кальцийн хлорид бодисыг туршихад ажилласан хүн хүчний зардал

4.3.3 Ажилласан хүн хүч				
№	Ажилтны нэр	Компани	Хийж гүйцэтгэсэн ажил	Цалин (₮)
1	Ресайклер оператор	“Үйлсийн Зам” ХХК	Ресайклер жолоодох, удирдах	Түрээсийн зардалд багтсан
2	Ресайклер туслах ажилтан	“Үйлсийн Зам” ХХК	Туслах ажилтан	
3	Усны машины оператор	“Үйлсийн Зам” ХХК	Усалгаа хийх	
4	Автогрейдер оператор	“Үйлсийн Зам” ХХК	Тэгшилгээ хийх	
5	Доргиурт индүүний оператор	“Үйлсийн Зам” ХХК	Урьдчилсан нягтруулалт хийх	
6	Хийн дугуйт индүүний оператор	“Үйлсийн Зам” ХХК	Эцсийн нягтруулалт хийх	
7	Трайлер жолооч	“Үйлсийн Зам” ХХК	Техник тээвэрлэх	

Лабораторийн туслах ажилтан				
20	Лабораторийн ахлах инженер	“Кэй Эйч Ти Эс” ХХК	Талбайн туршилт шинжилгээг хянах	52,272
21	Лабораторийн туслах ажилтан	“Кэй Эйч Ти Эс” ХХК	Талбайн туршилт шинжилгээ хийх	27,272
22	Лабораторийн туслах ажилтан	“Кэй Эйч Ти Эс” ХХК	Талбайн туршилт шинжилгээ хийх	27,272
Судалгааны баг				
23	Б.Батхишигт	“Ай Роуд” ХХК	Талбайг хянах	27,272
24	Б.Болдбаатар	“Ай Роуд” ХХК	Судалгаа хийх	27,272
25	Д.Ганбилэг	“Ай Роуд” ХХК	Талбайг хянах	45,455
26	Э.Норовсүрэн	“Ай Роуд” ХХК	Судалгаа хийх	34,095
27	С.Альфараби	“Ай Роуд” ХХК	Судалгаа хийх	27,272
28	Б.Энхсайхан	“Ай Роуд” ХХК	Талбайг хянах	56,818
Зөвлөх баг				
29	Д.Энхбаатар захирал	“Үйлсийн зам” ХХК	Талбайн туршилтыг зохион байгуулах	71,500
30	Р.Балжир инженер	Зөвлөх инженер	Талбайн хяналт хийх	71,500
31	Юрий Коротков Сергеевич	АНТ-Инжиниринг	Талбайн хяналт хийх	71,500
Нийт зардал				539,500

Хүснэгт 4.12. Кальцийн хлорид бодисыг туршсан бусад зардал

1.4 Бусад зардал			
№	Зориулалт	Хүний тоо	Нийт үнэ
1	Ажилчдын өдрийн хоол	34	818,500
2	Лабораторийн материал		680,000
3	Лабораторийн туршилт		480,000
Нийт			1,498,500

4.1.4 Гурван төрлийн бодисын зардлын харьцуулалт

Хүснэгт 4.13. Гурван төрлийн бодисын нийт зардлын харьцуулалт

Ашиглагдсан бодис, урвалж								
№	Бодисны нэр	Туршилтын талбайн урт, м	Тоо хэмжээ	Ашиглагдсан бодис, урвалжийн үнэ (₮)	Ажилласан хүн хүчний цалин (₮)	Ашиглагдсан тоног, төхөөрөмжийн зардал (₮)	Бусад зардал (₮)	Барилгын ажлын нийт зардал (₮)
1	АНТ хөрс бэхжүүлэгч	200	50л	19,530,000	1,067,247	10,650,000	1,978,500	33,225,747
2	Лигносульфонат хөрс бэхжүүлэгч	100	1тонн	5,000,000	1,067,247	10,650,000	1,978,500	18,695,747
3	Кальцийн хлорид бэхжүүлэгч	100	250 кг	2,500,000	1,067,247	10,650,000	1,978,500	16,195,747

Хүснэгт 4.14. 1 м³ талбайг бэхжүүлэх үеийн зардал

1 м ³ талбайг бэхжүүлэх үеийн зардал							
№	Бодисны нэр	Тоо хэмжээ	Ашиглагдсан бодис, урвалжийн үнэ (₮)	Ажилласан хүн хүчний цалин (₮)	Ашиглагдсан тоног, төхөөрөмжийн зардал (₮)	Бусад зардал (₮)	Барилгын ажлын нийт зардал (₮)
1	4% цемент + ANT хөрс бэхжүүлэгч	0.143	55,799	3,049	30,429	5,653	94,930
2	Лигносульфонат	1.5	47,618	10,164	101,429	18,843	178,054
3	Кальцийн хлорид	2.4	24,000	10,164	101,429	18,843	154,245

4.1.5 “Налайх АЗЗА” ТӨХК засвар, арчлалтын зардал

А24 дугаартай Налайх-Тэрэлжийн авто замыг “Налайх АЗЗА” ТӨХК нь хариуцдаг ба 2022 онд засвар арчлалтын нийт зардал нь 331 сая төгрөг байгаагаас 44.2 сая төгрөг нь хайрган хучилттай давааны урсгал болон ээлжит засвар, өвлийн засвар арчлалтад зарцуулагдахаар төлөвлөгдсөн байна.

2022 оны календарчилсан графикаас харахад давааны хайрган замд хэв дүрс гарган засах ажил 4-10 сарийн хооронд 8 удаа хийгддэг ба нэг удаагийн засварт 2.87 сая төгрөг зарцуулагддаг байна.

Ээлжит засварын хүрээнд буталсан чулуу ба хайрган хучлагад шинэ материал нэмж засварлах ажил хамаардаг бөгөөд нэг удаагийн ажилбарт 17.76 сая төгрөг төллөвлөгддөг. Өвлийн арчлалтыг элсэн овоолго байгуулах ажил 1 удаа 1.205 сая төгрөг, халтиргааны эсрэг элс, давсны хольцыг цацах ажилбар 4 удаа нийт 1.26 сая төгрөг тус тус төсөвлөгдсөн байна.

2023 онд засвар арчлалтын нийт зардал нь 211.2 сая төгрөг байгаагаас 46.2 сая төгрөг нь хайрган хучилттай давааны урсгал болон ээлжит засвар, өвлийн засвар арчлалтад зарцуулагдахаар төлөвлөгдсөн байна.

2023 оны календарчилсан графикаас харахад давааны хайрган замд хэв дүрс гарган засах ажил 4-10 сарийн хооронд 6 удаа хийгддэг ба нэг удаагийн засварт 2.87 сая төгрөг зарцуулагддаг байна.

Ээлжит засварын хүрээнд буталсан чулуу ба хайрган хучлагад шинэ материал нэмж засварлах ажил хамаардаг бөгөөд нэг удаагийн ажилбарт 25.89 сая төгрөг төсөвлөсөн. Өвлийн арчлалтыг элсэн овоолго байгуулах ажил 1 удаа 1.205 сая төгрөг, халтиргааны эсрэг элс, давсны хольцыг цацах ажилбар 4 удаа нийт 1.26 сая төгрөг тус тус төсөвлөгдсөн байна.

“Налайх АЗЗА” ТӨХК-аас ирүүлсэн 2022 болон 2023 онд төсөвлөгдсөн арчлалт, засварын төсвийг харьцуулан үзэхэд засвар, арчлалтын нийт зардал буурсан мөн арчлалт хийгдэх давтамж багассан үзүүлэлттэй харагдаж байна (Хүснэгт 4.15).

Хүснэгт 4.15. “Налайх АЗЗА” ТӨХК-ийн засвар, арчлалтын зардлын харьцуулалт

№	Ажлын нэр	Тооцоот жил 2022 он			Тооцоот жил 2023 он		
		Хэм/нэг	Ажлын тоо хэмжээ	Төсөвт өртөг.төг	Хэм/нэг	Ажлын тоо хэмжээ	Төсөвт өртөг.төг
1	Хөвөөн дээр элсэн овоолго хийх	1м3	18	1,204,942	1м3	18	1,204,942
2	Зорчих хэсэг дээр хальтиргааны эсрэг элс, давсны хольцыг авто машин дээрээс гараар цацах.	1м2	3,500	1,263,467	1м2	3500	1,263,467
3	12м хүртэлх өргөнтэй хайрган замыг хэв дүрс гарган засаж тэгшлэх	1м2	160000	23,893,964	1м2	120000	17,920,473
4	7м өргөнтэй буталсан чулуу ба хайрган хучилаганд шинэ материал нэмж засварлах	1м3	320	17,765,020	1м3	240	25,890,836

4.2. Хөрс бэхжүүлэгч нэмэлт бодисын шинж чанар, хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөлөл

Энэхүү бүлэгт доод зэрэглэлийн хучилттай буюу хайрга, дайрган хучилттай авто замаас үүсэж буй тоосжилтыг бууруулагч, хучилтгүй хөрсөн хэсгийг бэхжүүлэх зориулалттай тусгай химийн барьцалдуулагч бодисуудын ангилал, шинж чанар, гарал үүсэл, хэрэглээ, зарцуулагдах норм болон байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөлөл зэргийг тусгав. Сэдэв бүрийг хүснэгтэд дараах байдлаар авч үзсэн болно.

- **Хүснэгт 1.а:** Хөрс барьцалдуулагч болон бэхжүүлэгч бодисын хэрэглээ, гарал үүсэл болон төлөв байдал;
- **Хүснэгт 1.б:** Хөрс барьцалдуулагч болон бэхжүүлэгч бодисын шинж чанар, хэрэглэх хязгаар болон зарцуулагдах норм;
- **Хүснэгт 1.в:** Хөрс барьцалдуулагч болон бэхжүүлэгч нэмэлт бодисуудыг ашиглахад анхаарал зүйлс;
- **Хүснэгт 1.г:** Хөрс барьцалдуулагч болон бэхжүүлэгч бодисын хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөө;

Хүснэгтэд өгөгдсөн хураангуй мэдээлэл нь судалгааны ажлуудын үр дүн болон төслийн багийн туршлагад үндэслэсэн бөгөөд шинэ мэдээлэл гарах үед шинэчлэгдэх шаардлагатай.

ХҮСНЭГТ 1.а: ХӨРС БАРЬЦАЛДУУЛАГЧ БОЛОН БЭХЖҮҮЛЭГЧ БОДИСЫН ХЭРЭГЛЭЭ, ГАРАЛ ҮҮСЭЛ БОЛОН ТӨЛӨВ БАЙДАЛ

Энэхүү хүснэгтэд тусгагдсан мэдээлэл нь судалгааны ажлуудын үр дүн болон төслийн багийн туршлагад үндэслэсэн бөгөөд шинэ мэдээлэл гарах үед шинэчлэгдэж байх шаардлагатай. Нэмэлт бодис ашиглах дэлгэрэнгүй мэдээллийг нийлүүлэгч компаниас нэмэлтээр авах шаардлагатай.				
Ангилал	Дэд ангилал	Хэрэглээ	Гарал үүсэл	Нийлүүлэлтийн хэлбэр, төлөв байдал
Ус болон усан суурьтай нэгдэл	Ус	<ul style="list-style-type: none"> Богино-хугацааны тоосжилт дарах 	<ul style="list-style-type: none"> Усны эх үүсвэр Үйлдвэрийн болон уул уурхайн зориулалтаар хэрэглэсэн хаягдал усыг багтааж болно 	<ul style="list-style-type: none"> Шингэн
	Усан суурьтай	<ul style="list-style-type: none"> Богино-хугацааны тоосжилт дарах 	<ul style="list-style-type: none"> Усны "Чийг шингээх чадвар"-ыг нэмэгдүүлэхийн тулд гадаргуун идэвхт бодис нэмсэн усны эх үүсвэр; Гадаргуун идэвхт бодисууд нь ихэвчлэн саван суурьтай; 	<ul style="list-style-type: none"> Шингэн Нэмсэн гадаргуун идэвхт бодис нь шингэн эсвэл нунтаг байж болно. Гадаргуун идэвхт бодис нь ихэвчлэн өндөр концентрацитай байна.
Хлорид суурьтай	Кальцийн хлорид	<ul style="list-style-type: none"> Нарийн ширхэглэлтэй тоосжилт дарах, хадгалах 	<ul style="list-style-type: none"> Байгалийн давсны уусмалаас ууршсан (нуур эсвэл далайн ус) байна. Аммиак-содын үйл явц эсвэл байгалийн давсны уусмалаас бромьг салгах замаар натрийн карбонатыг үйлдвэрлэх дайвар бүтээгдэхүүний давсны уусмал; Давсны хүчил (жишээ нь: натрийн гидроксидын үйлдвэрлэл) шохойн чулуу эсвэл ижил төстэй кальцийн эх үүсвэрээр саармагжуулах замаар үйлдвэрлэсэн; 	<ul style="list-style-type: none"> 28-42%-ийн кальцийн хлоридын агууламжтай шингэн, үлдсэн агууламж нь уснаас бүрдэнэ; Кальцийн хлоридын агууламж 75% -иас их нунтаг талст хэлбэртэй; Кальцийн хлоридын агууламж >94%-иас ихтэй үрэл хэлбэртэй;
	Магнийн хлорид	<ul style="list-style-type: none"> Нарийн ширхэглэлтэй тоосжилт дарах, хадгалах 	<ul style="list-style-type: none"> Байгалийн давсны уусмалаас ууршсан (нуур эсвэл далайн ус); 	<ul style="list-style-type: none"> 28-33% магнийн хлоридын агууламжтай шингэн, үлдсэн агууламж нь ус
	Натрийн хлоридын уусмал	<ul style="list-style-type: none"> Нарийн ширхэглэлтэй тоосжилт дарах, хадгалах 	<ul style="list-style-type: none"> Байгалийн давсны уусмалаас ууршсан (нуур эсвэл далайн ус); Чулуун давснаас олборлосон; 	<ul style="list-style-type: none"> Янз бүрийн хэмжээний натри, магни, кальцийн хлорид агуулсан шингэн, үлдсэн агууламж нь ус Давсны талстууд

ХҮСНЭГТ 1.а: ХӨРС БАРЬЦАЛДУУЛАГЧ БОЛОН БЭХЖҮҮЛЭГЧ БОДИСЫН ХЭРЭГЛЭЭ, ГАРАЛ ҮҮСЭЛ БОЛОН ТӨЛӨВ БАЙДАЛ /үргэлжлэл/

Ангилал	Дэд ангилал	Хэрэглээ	Гарал үүсэл	Нийлүүлэлтийн хэлбэр, төлөв байдал
Органик нефтийн бус гаралтай нэгдэл	Глицерин/глицерид суурьтай	<ul style="list-style-type: none"> Нарийн ширхэглэлтэй тоосжилт дарах, хадгалах 	<ul style="list-style-type: none"> Ургамлын тос болон био түлшний үйлдвэрлэлийн дайвар бүтээгдэхүүн; Хэрэглэсэн тосноос дахин боловсруулсан; 	<ul style="list-style-type: none"> Шингэн
	Лигносульфонат	<ul style="list-style-type: none"> Нарийн ширхэглэлтэй тоосжилт дарах, хадгалах 	<ul style="list-style-type: none"> Сульфитын цаас үйлдвэрлэх процессын дайвар бүтээгдэхүүн (жишээлбэл: Kraft процесс) Химийн салгах процессын бодисууд (аммиак, кальци, натри) болон тодорхой хэмжээгээр модны төрөл зүйлээс хамаарна; Гүйцэтгэл нь модны төрлөөс хамаарна; Идэвхтэй бүрэлдэхүүн хэсэг нь элсэн чихэр агуулсан саармагжуулсан хүхрийн хүчил; 	<ul style="list-style-type: none"> Лигносульфонатын агууламж 25% -иас ихтэй шингэн, үлдсэн агууламж нь ус Нунтаг
	Ургамлын гаралтай тос	<ul style="list-style-type: none"> Нарийн ширхэглэлтэй тоосжилт дарах, хадгалах 	<ul style="list-style-type: none"> Ургамлын тос боловсруулах үйлдвэрийн нэг хэсэг; Түгээмэл хэрэглэгддэг ургамлуудад шар буурцаг, наранцэцэг, хөвөн, хулдаас, далдуу мод зэрэг орно; 	<ul style="list-style-type: none"> Шингэн, идэвхтэй хатуу бодисын агууламж нь цэвэршүүлэлтээс хамаарч өөр өөр байдаг
	Давирхайн тос	<ul style="list-style-type: none"> Нарийн ширхэглэлтэй тоосжилт дарах, хадгалах 	<ul style="list-style-type: none"> Мод бэлтгэх процессын нэрлэгийн бүтээгдэхүүн Гүйцэтгэл нь модны төрлөөс хамаарна 	<ul style="list-style-type: none"> Шингэн, идэвхтэй хатуу бодисын агууламж нь цэвэршүүлэлтээс хамаарч өөр өөр байдаг
Органик нефтийн гаралтай нэгдэл	Битумын эмульс	<ul style="list-style-type: none"> Барьцалдуулагч/150 мм-ээс доош гүнд нь хольж ашиглавал цаг агаарын бүх нөхцөлд тэсвэртэй Нарийн ширхэглэлтэй тоосжилт дарах, хадгалах 	<ul style="list-style-type: none"> Хурдан хатдаг битумын эмульс, ихэвчлэн SS-1 (анион) эсвэл CSS-1 (катион) агуулсан байна; SS-1h болон CSS-1h-ийг зузаан царцдас/шигдэлт бага тохиолдолд (жишээлбэл, маш элсэрхэг хөрс) ашиглахгүй; Удаан хатдаг битумын эмульс, ихэвчлэн SC-70, SC-250, эсвэл SC-800 нь дэгдэмхий бодисыг хүрээлэн буй орчны хязгаарлалтаас шалтгаалан ашигладаггүй; 	<ul style="list-style-type: none"> Шингэн
	Түүхийн нефть/эрдэс гаралтай тос	<ul style="list-style-type: none"> Нарийн ширхэглэлтэй тоосжилт дарах, хадгалах 	<ul style="list-style-type: none"> Цэвэршүүлэх физик аргаар ялгах явцад түүхий нефтээс гаргаж авдаг Ашигт малтмалын тосыг үйлдвэрлэлийн дагалдах бүтээгдэхүүнээс гаргаж авч болно; 	<ul style="list-style-type: none"> Шингэн. Усаар шингэлэх боломжгүй
	Нефтийн давирхай	<ul style="list-style-type: none"> Барьцалдуулагч/150 мм-ээс доош гүнд нь хольж ашиглавал цаг агаарын бүх нөхцөлд тэсвэртэй Нарийн ширхэглэлтэй тоосжилт дарах, хадгалах 	<ul style="list-style-type: none"> Түүхий нефтийн тодорхой эх үүсвэрээс гаргаж авсан нефтийн давирхай ба лигнинийн хослол; 	<ul style="list-style-type: none"> Шингэн. Усаар шингэлэх боломжгүй

ХҮСНЭГТ 1.а: ХӨРС БАРЬЦАЛДУУЛАГЧ БОЛОН БЭХЖҮҮЛЭГЧ БОДИСЫН ХЭРЭГЛЭЭ, ГАРАЛ ҮҮСЭЛ БОЛОН ТӨЛӨВ БАЙДАЛ /үргэлжлэл/

Ангилал	Дэд ангилал	▪ Хэрэглээ	▪ Гарал үүсэл	▪ Нийлүүлэлтийн хэлбэр, төлөв байдал
Органик нефтийн гаралтай нэгдэл	Синтетик шингэн барьцалдуулагч	<ul style="list-style-type: none"> Барьцалдуулагч/150 мм-ээс доош гүнд нь хольж ашиглавал цаг агаарын бүх нөхцөлд тэсвэртэй Нарийн ширхэглэлтэй тоосжилт дарах, хадгалах 	<ul style="list-style-type: none"> Тодорхой химийн түүхий эдийн урвалын бүтээгдэхүүнээс тоосжилтыг хянах, гадаргууг тогтворжуулах зорилгоор тусгайлан үйлдвэрлэсэн; 	<ul style="list-style-type: none"> Шингэн. Усаар шингэлэх боломжгүй
Синтетик полимер эмульс	Ихэвчлэн поливинил акрилат, поливинил ацетат, поливинил хлорат эсвэл стирол-бутадиен-стирол дээр суурилсан нэгдэл	<ul style="list-style-type: none"> Барьцалдуулагч/150 мм-ээс доош гүнд нь хольж ашиглавал цаг агаарын бүх нөхцөлд тэсвэртэй Нарийн ширхэглэлтэй тоосжилт дарах, хадгалах 	<ul style="list-style-type: none"> Инженерийн техникийн үзүүлэлтүүдийг хангахын тулд тоосжилтыг хянах, гадаргууг тогтворжуулах зорилгоор тусгайлан үйлдвэрлэсэн; Цавуу эсвэл будагны үйлдвэрлэлийн процессын дайвар бүтээгдэхүүн байж болно; 	<ul style="list-style-type: none"> Шингэн Зарим бүтээгдэхүүнийг нунтаг хэлбэрээр нийлүүлдэг боловч нийтлэг биш
Концентрацитай шингэн барьцалдуулагч	Өндөр хүчиллэг	<ul style="list-style-type: none"> Барьцалдуулагч/150 мм-ээс доош гүнд нь хольж ашиглавал цаг агаарын бүх нөхцөлд тэсвэртэй 	<ul style="list-style-type: none"> Хүхрийн/фосфорын хүчил суурьтай бүтээгдэхүүн 	<ul style="list-style-type: none"> Шингэн, өндөр концентрацитай
	Бага хүчиллэг/энзим	<ul style="list-style-type: none"> Барьцалдуулагч/150 мм-ээс доош гүнд нь хольж ашиглавал цаг агаарын бүх нөхцөлд тэсвэртэй 	<ul style="list-style-type: none"> Ферментийн уураг суурьтай бүтээгдэхүүн 	<ul style="list-style-type: none"> Шингэн, өндөр концентрацитай
Механик барьцалдуулагч	Бентонит/орон нутагт байгаа тохиромжтой шавар	<ul style="list-style-type: none"> Нарийн ширхэглэлтэй тоосжилт дарах, хадгалах Механик барьцалдуулагч 	<ul style="list-style-type: none"> Байгалийн шаварлаг ордуудаас олборлосон 	<ul style="list-style-type: none"> Нунтаг

ХҮСНЭГТ 1.6: ХӨРС БАРЬЦАЛДУУЛАГЧ БОЛОН БЭХЖҮҮЛЭГЧ БОДИСЫН ШИНЖ ЧАНАР, ХЭРЭГЛЭХ ХЯЗГААР БОЛОН ЗАРЦУУЛАГДАХ НОРМ

Ангилал	Дэд ангилал	Шинж чанар	Хэрэглэх хязгаар	Хэрэглэх норм
Ус болон усан суурьтай нэгдэл	Ус	<ul style="list-style-type: none"> Хөрсний нарийн ширхэглэлийг бөөгнөрүүлэх зориулалттай. 	<ul style="list-style-type: none"> Амархан ууршдаг Агаар мандалд үүсэж буй тоосжилтыг 24 цагаас бага хугацаанд хянах чадвартай. 	<ul style="list-style-type: none"> Аргачлал: Гадаргууд цацаж/шүршиж нэвчүүлэх аргыг ашиглана. Зарцуулагдах норм: тухайн материалын шинж чанараас хамаардаг ба элсэрхэг материалд зарцуулалтын хувь өндөр байна. Хэрэглэх давтамж: Агаарын температур, чийгшилээс хамаарах ба 1-12 цагийн турш үр дүнтэй байна.
	Усан суурьтай	<ul style="list-style-type: none"> Шууд ашиглахад тохиромжтой 		
Хлорид суурьтай	Кальцийн хлорид	<ul style="list-style-type: none"> Ус шингээх чадвар нь агаарын температур, харьцангуй чийгшлээс хамаарна; Тухайлбал: 25°C температурт харьцангуй чийгшил 29% байхад агаараас усыг шингээж авдаг. 38°C температурт 20%-ийн харьцангуй чийгшилтэй үед агаараас усыг шингээж эхэлдэг. Хөрсний нарийн ширхэглэл хоорондын усны гадарга талалцлын хүчийг нэмэгдүүлж, ус уурших процессыг удаашруулж, улмаар хатах явцад хөрсний нягтаршлыг бий болгоно. 	<ul style="list-style-type: none"> Агаар дахь чийгийг шингээхийн тулд хамгийн бага харьцангуй чийгшлийн түвшинг шаарддаг. Чийгшил өндөртэй үед магнийн хлоридоос (MgCl₂) илүү үр дүнтэй. Металл болон хайлшийн зэврэлтийн идэвхтэй хугацааг уртасгадаг. Борооны усанд уусах хандлагатай. Бэхжүүлсэн хөрс нь хэт нарийн ширхэглэлтэй үед гадаргуу чийгтэй үед хальтиргаа үүсэж болзошгүй. 	<ul style="list-style-type: none"> Аргачлал: Гадаргууд цацах/шүрших эсвэл гүнд нь холих аргыг ашиглана. Гүнд нь холих арга нь илүү үр дүнтэй байна. Зарцуулагдах норм: <ul style="list-style-type: none"> Шингэн төлөв: 35-38%-ийн кальцийн хлоридын уусмалыг 0.9-1.6 л/м² талбайд цацаж, хөрсөнд нэвчүүлэх аргыг ашиглана. Талст бүтэцтэй: 1м² талбайд 0.4-1.1 кг бодис (77% цэвэршилттэй) ашиглагдана. Ердийн хэрэглээнд 0.5 кг/м² байна. Үрлэн: . Ердийн хэрэглээнд 0.5 кг/м² байна. (94% цэвэршилттэй) Хэрэглэх давтамж: 3-6 сард 1 удаа хэрэглэнэ. Борооны эсвэл өвлийн улирал дууссаны дараа ашиглахад тохиромжтой.
	Магнийн хлорид	<ul style="list-style-type: none"> Температураас үл хамааран 32%-ийн харьцангуй чийгшилтэй үед агаараас ус, чийгийг шингээж эхэлдэг. Кальцийн хлоридоос илүү гадарга таталцлын хүчийг нэмэгдүүлдэг бөгөөд хуурай үед маш бат бэх замын гадаргууг үүсгэдэг. 	<ul style="list-style-type: none"> Агаар дахь чийгийг шингээхийн тулд хамгийн бага харьцангуй чийгшлийн түвшинг шаарддаг. Хуурай цаг агаарт илүү тохиромжтой. Концентрацитай уусмал нь гангийн зэврэлтийн идэвхтэй хугацааг уртасгадаг. 	<ul style="list-style-type: none"> Аргачлал: Гадаргууд цацах/шүрших эсвэл гүнд нь холих аргыг ашиглана. Гүнд нь холих арга нь илүү үр дүнтэй байна. Зарцуулагдах норм: <ul style="list-style-type: none"> Шингэн төлөв: 28-35%-ийн магнийн хлоридын уусмалыг 1.4-2.3 л/м² нормоор цацаж, хөрсөнд нэвчүүлэх аргыг ашиглана. Хэрэглэх давтамж: 3-6 сард 1 удаа хэрэглэнэ.

ХҮСНЭГТ 1.6: ХӨРС БАРЬЦАЛДУУЛАГЧ БОЛОН БЭХЖҮҮЛЭГЧ БОДИСЫН ШИНЖ ЧАНАР, ХЭРЭГЛЭХ ХЯЗГААР БОЛОН ЗАРЦУУЛАГДАХ НОРМ /үргэлжлэл/

Ангилал	Дэд ангилал	Шинж чанар	Хэрэглэх хязгаар	Хэрэглэх норм
Хлорид суурьтай	Натрийн хлоридын уусмал	<ul style="list-style-type: none"> Температураас үл хамааран 79%-ийн харьцангуй чийгшилтэй үед агаараас ус, чийгийг шингээж эхэлдэг. Кальцийн хлоридоос бага гадарга таталцлын хүчийг нэмэгдүүлдэг. 	<ul style="list-style-type: none"> Агаар дахь чийгийг шингээхийн тулд хамгийн бага харьцангуй чийгшлийн түвшинг шаарддаг. 	<ul style="list-style-type: none"> Хэрэглэх давтамж: Улиралд 1-2 удаа цацаж хэрэглэнэ. Кальцийн хлоридоос илүү их хэмжээний тунгаар ашиглагдана.
Органик нефтийн бус гаралтай нэгдэл	Глицерин/глицерид суурьтай	<ul style="list-style-type: none"> Бусад органик нефтийн бус гаралтай барьцалдуулагчидтай хослуулж ашиглана. Гигроскоп (материалаас чийг шингээх) шинж чанар дээр үндэслэн замын материалын нарийн ширхэглэлийг хооронд нь холбох үүрэг гүйцэтгэнэ. Бусад барьцалдуулагчтай хослуулж ашигласан тохиолдолд хөрсний материалын уян налархайн индекс (УНИ)-ийг бууруулж, бат бэхийг (СВР) нэмэгдүүлнэ. Бэхжүүлэлт хийсэн хучилтыг автогрейдерээр сийрүүлж, бага зэрэг усалгаа хийснээр хучилтын гүйцэтгэлийг сайжруулна. 	<ul style="list-style-type: none"> Авто замын дүүргэгч материалын матриц дахь чийгийг хадгалахын тулд хамгийн бага хөрсний чийгийн түвшинг шаарддаг. Биодизель түлш, үр тарианы зах зээлийн үнэ ханштай шууд холбоотой байдаг тул үнэ өртөг хэлбэлзэж болзошгүй. 	<ul style="list-style-type: none"> Аргачлал: Гадаргууд цацах/шүрших эсвэл материалыг зам дээр нь холих аргыг ашиглана. Гүнд нь холих арга нь илүү үр дүнтэй. Зарцуулагдах норм: Анхны боловсруулалтын ажилд зарцуулагдах норм нь глицерин болон барьцалдуулагч бодисын шинж чанараас хамаарах ба ихэвчлэн 1м² талбайд 1.1-2.3 л бодис ашиглагдана. Хэрэглэх давтамж: Улиралд 1-2 удаа хэрэглэнэ. Борооны эсвэл өвлийн улирал дууссаны дараа ашиглахад тохиромжтой.
Органик нефтийн бус гаралтай нэгдэл	Лигносульфонат	<ul style="list-style-type: none"> Лигнин болон нийлмэл нүүрсустөрөгчит нэгдэл нь замын материалын нарийн ширхэглэлийг хооронд нь холбох холбогчийн үүрэг гүйцэтгэнэ. Чийгшил багатай, хуурай улиралд удаан хугацаанд үр дүнгээ хадгална. Бусад барьцалдуулагчтай хослуулж ашигласан тохиолдолд хөрсний материалын уян налархайн индекс (УНИ)-ийг бууруулж, бат бэхийг (СВР) нэмэгдүүлнэ. 	<ul style="list-style-type: none"> Барьцалдуулагч бодисын гүйцэтгэл нь гаргаж авч буй модны төрөл зүйл, олборлох үйл явц болон бодисны цэвэршил зэргээс шалтгаалан харилцан адилгүй байна. Хөнгөнцагаан болон түүний хайлшийн зэврэлтийн идэвхтэй хугацааг уртасгадаг. Усанд уусах шинж чанартай тул хүчтэй ширүүн борооны улмаас барьцалдуулах шинж чанар буурч болзошгүй. Нарийн ширхэглэлийн агууламж өндөртэй (200 дугаартай шигшүүрээр 	<ul style="list-style-type: none"> Аргачлал: Гадаргууд цацах/шүрших эсвэл материалыг зам дээр нь холих аргыг ашиглана. Гүнд нь холих арга нь илүү үр дүнтэй. Зарцуулагдах норм: Анхны боловсруулалтын ажилд зарцуулагдах норм нь лигносульфонатын агуулгаас хамаарна. <ul style="list-style-type: none"> 10-25%-ийн уусмал нь 1м² талбайд 2.3-4.5 л ашиглагдана. Ердийн нөхцөлд 25%-ийн шингэрүүлээгүй уусмалыг 2.3 л/м² талбайд ашиглана.

“Тоосжилт ихтэй болон эвдрэл их үүсдэг давааны хучилтгүй хөрсөн хэсгийг тусгай барьцалдуулагч бодисоор бэхжүүлэх туршилт, судалгаа /Тэрэлж..”-ны ажлын эцсийн шатны тайлан

			<p>өнгөрөх хувь (0.075 мм) >20%) хөрс нь чийгшил өндөртэй үед хучилтын гадаргууд гулгаа үүснэ.</p>	<p>- 1:1 харьцаатайгаар усаар шингэлсэн үед (50%-ийн уусмал) 1м² талбайд 4.5 л ашиглагдана.</p> <p>▪ Хэрэглэх давтамж: 3-6 сард 1 удаа хэрэглэнэ. Борооны эсвэл өвлийн улирал дууссаны дараа ашиглахад тохиромжтой.</p>
Органик нефтийн бус гаралтай нэгдэл	Лигносульфонат	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Лигнин болон нийлмэл нүүрсустөрөгчт нэгдэл нь замын материалын нарийн ширхэглэлийг хооронд нь холбох холбогчийн үүрэг гүйцэтгэнэ. ▪ Чийгшил багатай, хуурай улиралд удаан хугацаанд үр дүнгээ хадгална. ▪ Бусад барьцалдуулагчтай хослуулж ашигласан тохиолдолд хөрсний материалын уян налархайн индекс (УНИ)-ийг бууруулж, бат бэхийг (CBR) нэмэгдүүлнэ. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Барьцалдуулагч бодисын гүйцэтгэл нь гаргаж авч буй модны төрөл зүйл, олборлох үйл явц болон бодисны цэвэршил зэргээс шалтгаалан харилцан адилгүй байна. ▪ Хөнгөнцагаан болон түүний хайлшийн зэврэлтийн идэвхтэй хугацааг уртасгадаг. ▪ Усанд уусах шинж чанартай тул хүчтэй ширүүн борооны улмаас барьцалдуулах шинж чанар буурч болзошгүй. ▪ Нарийн ширхэглэлийн агууламж өндөртэй (200 дугаартай шигшүүрээр өнгөрөх хувь (0.075 мм) >20%) хөрс нь чийгшил өндөртэй үед хучилтын гадаргууд гулгаа үүснэ. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Аргачлал: Гадаргууд цацах/шүрших эсвэл материалыг зам дээр нь холих аргыг ашиглана. Гүнд нь холих арга нь илүү үр дүнтэй. ▪ Зарцуулагдах норм: Анхны боловсруулалтын ажилд зарцуулагдах норм нь лигносульфонатын агуулгаас хамаарна. <ul style="list-style-type: none"> - 10-25%-ийн уусмал нь 1м² талбайд 2.3-4.5 л ашиглагдана. Ердийн нөхцөлд 25%-ийн шингэрүүлээгүй уусмалыг 2.3 л/ м² талбайд ашиглана. - 1:1 харьцаатайгаар усаар шингэлсэн үед (50%-ийн уусмал) 1м² талбайд 4.5 л ашиглагдана. ▪ Хэрэглэх давтамж: 3-6 сард 1 удаа хэрэглэнэ. Борооны эсвэл өвлийн улирал дууссаны дараа ашиглахад тохиромжтой.
	Ургамлын гаралтай тос	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Замын хучилтын материалын нарийн ширхэглэлийг бөөгнөрүүлэх замаар тоосжилтыг бууруулна. ▪ Чийгшил багатай, хуурай улиралд удаан хугацаанд үр дүнгээ хадгална. ▪ Уян налархайн индекс (УНИ) болон бат бэх (CBR)-ийн үзүүлэлтийг өөрчлөхгүй. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Барьцалдуулагч бодисын гүйцэтгэл нь олборлох үйл явц болон цэвэршилтээс хамааран харилцан адилгүй байна. ▪ Агаарт амархан исэлдэж, хэврэг шинж чанартай болдог. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Аргачлал: Гадаргууд цацах/шүрших эсвэл материалыг зам дээр нь холих аргыг ашиглана. Гүнд нь холих арга нь илүү үр дүнтэй. ▪ Зарцуулагдах норм: Анхны боловсруулалтын ажилд зарцуулагдах норм нь тосны төрөл, агуулгаас хамаарах ба ихэвчлэн 1м² талбайд 1.1-2.3 л ашиглагдана. ▪ Хэрэглэх давтамж: Улиралд 1-2 удаа хэрэглэнэ.

ХҮСНЭГТ 1.6: ХӨРС БАРЬЦАЛДУУЛАГЧ БОЛОН БЭХЖҮҮЛЭГЧ БОДИСЫН ШИНЖ ЧАНАР, ХЭРЭГЛЭХ ХЯЗГААР БОЛОН ЗАРЦУУЛАГДАХ НОРМ /үргэлжлэл/

Ангилал	Дэд ангилал	Шинж чанар	Хэрэглэх хязгаар	Хэрэглэх норм
	Давирхайн тос	<ul style="list-style-type: none"> Замын хучилтын материалын нарийн ширхэглэлийг хооронд нь холбох холбогчийн үүрэг гүйцэтгэнэ. Чийгшил багатай, хуурай нөхцөлд материалын бат бэх шинж чанарыг нэмэгдүүлнэ. Бусад органик гаралтай барьцалдуулагчтай харьцуулахад ус тэсвэрлэлт сайн. Бэхжүүлэлт хийсний дараа хатуу, бат бэх хучлагын гадаргуу үүсдэг тул ээлжит засвар, арчлалт хийхэд хүндрэлтэй. 	<ul style="list-style-type: none"> Барьцалдуулагч бодисын гүйцэтгэл нь гаргаж авч буй модны төрөл зүйл, олборлох үйл явц болон бодисны цэвэршил зэргээс шалтгаалан харилцан адилгүй байна. Усанд уусах шинж чанартай тул хүчтэй ширүүн борооны улмаас барьцалдуулах шинж чанар буурч болзошгүй. Удаан хугацааны хуурай улиралд хучилтын гадаргуу элэгдэж, муудаж болзошгүй. 	<ul style="list-style-type: none"> Аргачлал: Гадаргууд цацах/шүрших эсвэл материалыг зам дээр нь холих аргыг ашиглана. Гүнд нь холих арга нь илүү үр дүнтэй. Зарцуулагдах норм: Анхны боловсруулалтын ажилд зарцуулагдах норм нь давирхайн агуулгаас хамаарна. <ul style="list-style-type: none"> 10-20%-ийн уусмалыг 1.4-4.5 л/м² нормоор ашиглана. 40-50%-ийн (1:4 харьцаатай усаар шингэлсэн) уусмалыг 2.3 л/м² нормоор ашиглана. Хэрэглэх давтамж: Жилд 1-2 удаа болосвруулалт (бэхжүүлэгч) хийнэ.
Органик нефтийн гаралтай нэгдэл	Битумын эмульс	<ul style="list-style-type: none"> Битумын эмульс нь авто замын хайрган хучлагын материалыг хооронд нь холбох, барьцалдуулах үүрэг гүйцэтгэнэ. Ус тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлнэ. Бэхжүүлэлт хийсний дараа авто замын материалын бат бэх шинж чанарыг (CBR) нэмэгдүүлдэг боловч, химийн шинж чанарын хувьд уян налархайн индексийн (УНИ) утгыг бууруулдаггүй. Бэхжүүлэлт хийсний дараа хучлагын гадаргууд хатуу царцдас үүсгэдэг тул засвар, арчлалтын явцад автогрейдер ашиглан хусаж, тэгшилгээ хийх боломжгүй. 	<ul style="list-style-type: none"> Материалын нарийн ширхэглэлийн хэмжээ их мөн асфальтены агуулга их үед авто замын хучлагын гадаргууд хатуу царцдас болон хучлагын холцрол, ховхрол үүсгэнэ. Засвар, арчлалт хийхэд хүндрэлтэй. Уламжлалт хайрган хучилттай авто замын стандартыг дагаж мөрдөх боломжгүй. Бүтээгдэхүүний хадгалалт болон тээвэрлэлтийн стандарт шаардлагыг үйлдвэрлэгч эсвэл нийлүүлэгч компаниас авах. 	<ul style="list-style-type: none"> Аргачлал: Бэхжүүлэх зорилгоор ашиглах тохиолдолд нэмэлт бодисыг зам дээр нь холих аргыг ашиглана. Зарцуулагдах норм: Анхны боловсруулалтын ажилд зарцуулагдах норм нь 0.25-1.5 л/м² байна. Хэрэглэх давтамж: Жилд 1 удаа бэхжүүлэлтийн ажил хийгдэнэ.
	Түүхийн нефть/эрдэс гаралтай тос	<ul style="list-style-type: none"> Авто замын материалыг хооронд нь холбох, барьцалдуулах үүрэг гүйцэтгэнэ. Чийгшил багатай, хуурай дулааны улиралд үр дүнгээ сайн хадгална. Уян налархайн индекс (УНИ) болон бат бэх (CBR)-ийн үзүүлэлтийг өөрчлөхгүй. 	<ul style="list-style-type: none"> Маш олон төрлийн бүтээгдэхүүн энэхүү ангилалд багтдаг ба гүйцэтгэл нь химийн шинж чанараас хамаарна. Энэ чиглэлийн туршилт, судалгааны ажлын мэдээлэл дутмаг. Түр хугацаанд тоосжилтыг бууруулна. 	<ul style="list-style-type: none"> Аргачлал: Гадаргууд цацах/шүрших аргыг түгээмэл ашигладаг боловч зам дээр нь холих арга нь урт хугацаанд үр дүнтэй. Зарцуулагдах норм: Анхны боловсруулалтын ажилд 1.5 л/м² нормоор ашиглана. Нэвчилтийг оновчтой болгохын тулд 2-3 удаагийн давтамжтайгаар хөнгөн цацах нь үр дүнтэй. Хэрэглэх давтамж: Улиралд 1-2 удаа бэхжүүлэлтийн ажил хийгдэнэ.

ХҮСНЭГТ 1.6: ХӨРС БАРЬЦАЛДУУЛАГЧ БОЛОН БЭХЖҮҮЛЭГЧ БОДИСЫН ШИНЖ ЧАНАР, ХЭРЭГЛЭХ ХЯЗГААР БОЛОН ЗАРЦУУЛАГДАХ НОРМ /үргэлжлэл/

Ангилал	Дэд ангилал	Шинж чанар	Хэрэглэх хязгаар	Хэрэглэх норм
	Нефтийн давирхай	<ul style="list-style-type: none"> Авто замын материалыг хооронд нь холбох, барьцалдуулах үүрэг гүйцэтгэнэ. Ус тэсвэрлэлтийг сайжруулна. Бэхжүүлэлт хийсний дараа авто замын материалын бат бэх шинж чанарыг (СВР) нэмэгдүүлдэг боловч, химийн шинж чанарын хувьд уян налархайн индексийн (УНИ) утгыг бууруулдаггүй. 	<ul style="list-style-type: none"> Хучлагын гадаргууд хатуу царцдас үүсгэдэг тул засвар, арчлалт хийхэд хүндрэлтэй. 	<ul style="list-style-type: none"> Аргачлал: Гадаргууд цацах/шүрших аргыг түгээмэл ашигладаг боловч зам дээр нь холих арга нь урт хугацаанд үр дүнтэй. Зарцуулагдах норм: Материалын шинж чанараас хамааран анхны боловсруулалтын ажилд 0.5-2.5 л/м² нормоор зарцуулагдана. Нэвчилтийг оновчтой болгохын тулд 2-3 удаагийн давтамжтайгаар хөнгөн цацах нь үр дүнтэй. Хэрэглэх давтамж: Улиралд 1-2 удаа бэхжүүлэлтийн ажил хийгдэнэ.
Синтетик полимер эмульс	Ихэвчлэн поливинил акрилат, поливинил ацетат, поливинил хлорат эсвэл стирол-бутадиен-стирол дээр суурилсан нэгдэл	<ul style="list-style-type: none"> Авто замын материалыг хооронд нь адгезийн шинж чанараар холбох, барьцалдуулах үүрэг гүйцэтгэнэ. Чийгшил багатай, хуурай дулааны улиралд үр дүнгээ сайн хадгална. Бэхжүүлэлт хийсний дараа авто замын материалын бат бэх шинж чанарыг (СВР) нэмэгдүүлдэг боловч, химийн шинж чанарын хувьд уян налархайн индексийн (УНИ) утгыг бууруулдаггүй. Бэхжүүлэлт хийсний дараа хучлагын гадаргууд хатуу царцдас үүсгэдэг тул засвар, арчлалтын явцад автогрейдер ашиглан хусаж, тэгшилгээ хийх боломжгүй 	<ul style="list-style-type: none"> Хучлагын гадаргууд хатуу царцдас үүсгэдэг тул засвар, арчлалт хийхэд хүндрэлтэй. Олон төрлийн бүтээгдэхүүнээс бүрддэг тул гүйцэтгэл нь түүхий эдээс шалтгаална. Тухайлбал, хог хаягдлаас гаргаж авсан бүтээгдэхүүн нь цаг хугацааны явцад урвалд орж, хувирч болзошгүй. Хэт ягаан туяа (ХЯТ)-ны нөлөөллөөр задардаг. 	<ul style="list-style-type: none"> Аргачлал: Гадаргууд цацах/шүрших эсвэл материалыг зам дээр нь холих аргыг ашиглана. Цацах/шүрших аргаар бэхжүүлэлт хийсэн тохиолдолд гадаргууд нь хальс үүсдэг тул зам дээр нь холих аргыг ашиглана. Зарцуулагдах норм: Полимерийн агуулгаас хамааран анхны боловсруулалтын ажилд зарцуулагдах норм: <ul style="list-style-type: none"> - 5-15% агууламжтай үед 1.4-4.5 л/м² норм зарцуулагдана. - 40-50% агууламжтай үед 1:9 харьцаатайгаар усаар шингэлж, 1 м² талбайд 1.4-4.5 л/м² норм зарцуулагдана. Бэхжүүлэлтийн ажлын дараа нэвчүүлэх аргаар бодисыг 1-2 удаагийн давтамжтайгаар хөнгөн цацах нь үр дүнтэй. Хэрэглэх давтамж: Газар дээр нь холих аргаар жилд 1 удаа бэхжүүлэлтийн ажил хийгдэнэ.
Концентрацитай шингэн барьцалдуулагч	Өндөр хучиллэг	<ul style="list-style-type: none"> Өндөр концентрацитай уусмалын тээвэрлэлтийн зардал бага байна. Катион солилцооны урвалын дүнд шаварлаг эрдсийн бүтцийг өөрчилж, улмаар материалын ус чийгэнд тэсвэртэй байдлыг нэмэгдүүлнэ. 	<ul style="list-style-type: none"> Бүтээгдэхүүний өргөн сонголттой. Нэмэлт бодисын гүйцэтгэлийн үзүүлэлтийг сайжруулахын тулд нарийн ширхэглэл ихтэй, шаварлаг хөрс шаардагддаг ба 	<ul style="list-style-type: none"> Аргачлал: Зөвхөн зам дээр нь холих аргыг ашиглан бэхжүүлэлтийн ажлыг хийнэ. Зарцуулагдах норм: Зарцуулагдах норм нь ихэвчлэн 0.01-0.03 л/м² хооронд хэлбэлзэнэ.

“Тоосжилт ихтэй болон эвдрэл их үүсдэг давааны хучилтгүй хөрсөн хэсгийг тусгай барьцалдуулагч бодисоор бэхжүүлэх туршилт, судалгаа /Тэрэлж../”-ны ажлын эцсийн шатны тайлан

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Чийгшил багатай, хуурай дулааны улиралд үр дүнгээ сайн хадгална. 	шаврын эрдсийн шинж чанараас хамаарна.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Хэрэглэх давтамж: Химийн урвал нь онолын хувьд байнгын тогтвортой байдаг тул дахин засвар, арчлалт хийх шаардлагагүй.
	Бага хучиллэг/энзим	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Энзимийн уургийн молекулууд нь хөрсний эрдсийн молекулуудтай урвалд орж, цементийн холбоо үүсгэдэг бөгөөд энэ нь хөрсний нарийн ширхэглэлийг барьцалдуулж, устай холбогдох чадварыг бууруулдаг. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Бүтээгдэхүүний өргөн сонголттой. ▪ Нэмэлт бодисын гүйцэтгэлийн үзүүлэлтийг сайжруулахын тулд нарийн ширхэглэл ихтэй, шаварлаг хөрс шаардагддаг ба шаврын эрдсийн шинж чанараас хамаарна 	
Механик барьцалдуулагч	Бентонит/орон нутагт байгаа тохиромжтой шавар	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Шавар нь материалын нарийн ширхэглэлийн агуулгыг нэмэгдүүлэх, том ширхэглэлтэй дүүргэгч материалыг механик аргаар холбоход ашигладаг. ▪ Уян налархайн индексийн (УНИ) утгыг нэмэгдүүлдэг боловч хөрсний материалын бат бэхийн утгад өөрчлөлт оруулдаггүй. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Нарийн ширхэглэлийн хэмжээ болон уян харимхай шинж чанарын хязгаараас давсан тохиолдолд хучлагын гадаргууд хальтиргаа, гулгаа үүсэж болзошгүй. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Аргачлал: Зөвхөн зам дээр нь холих аргыг ашиглан бэхжүүлэлтийн ажлыг хийнэ. ▪ Зарцуулагдах норм: Зарцуулагдах норм нь материалын уян налархайн индекс (УНИ)-ээс хамаардаг ба бэхжүүлэлтийн ажлын дараа нарийн ширхэглэлийн агууламж 11-20%, УНИ нь 6-10% (дүүргэгч материалын хуурай жингийн 1-3% шаварлаг хөрс) байх үед хамгийн сайн үр дүнтэй. ▪ Хэрэглэх давтамж: Дахин засвар, арчлалт хийх шаардлагагүй.

ХҮСНЭГТ 1.В: ХӨРС БАРЬЦАЛДУУЛАГЧ БОЛОН БЭХЖҮҮЛЭГЧ НЭМЭЛТ БОДИСЫГ АШИГЛАХАД АНХААРАХ ЗҮЙЛС

Нэмэлтийн ангилал/дэд ангилал	Уусмалын тогтвортой байдал	Усан орчны нөлөөлөл	Ургамалд үзүүлэх нөлөөлөл	Хөхтөн амьтан ба хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөлөл	Хөрсний хими	Автогрейдерээр засвар, арчлалт хийх боломж
Ус	Тогтвортой	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Нөлөөлөл байхгүй	Боломжтой
Усан суурьтай	Тогтвортой	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Нөлөөлөл байхгүй	Боломжтой
Кальцийн хлорид	Уусдаг ^{2,3}	Нөлөөлөх боломжтой ⁵	Нөлөөлөх боломжтой ⁷	Нөлөөлөх боломжтой ⁸	Шалгах ⁹	Боломжтой ¹²
Магнийн хлорид	Уусдаг ^{2,3}	Нөлөөлөх боломжтой ⁵	Нөлөөлөх боломжтой ⁷	Нөлөөлөх боломжтой ⁸	Шалгах ⁹	Боломжтой ¹²
Натрийн хлоридын уусмал	Уусдаг/урсдаг ²	Нөлөөлөх боломжтой ⁵	Нөлөөлөх боломжтой ⁷	Нөлөөлөх боломжтой ⁸	Шалгах ⁹	Боломжтой ¹²
Глицерин/глицерид суурьтай	Уусдаг/урсдаг ²	Нөлөөлөх боломжтой ⁵	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Нөлөөлөх боломжтой ⁸	Нөлөөлөл байхгүй	Боломжтой ¹²
Лигносальфонат	Уусдаг/урсдаг ²	Нөлөөлөх боломжтой ⁵	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Нөлөөлөл байхгүй	Боломжтой ¹²
Ургамлын гаралтай тос	Уусдаг/урсдаг ²	Нөлөөлөх боломжтой ⁵	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Нөлөөлөл байхгүй	Боломжтой ¹³
Давирхайн тос	Тогтвортой	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Нөлөөлөл байхгүй	Боломжтой ¹²
Битумын эмульс	Тогтвортой	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Шалгах ¹⁰	Боломжгүй ¹⁴
Түүхийн нефть/эрдэс гаралтай тос	Уусдаг ⁴	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Нөлөөлөл байхгүй	Боломжтой
Нефтийн давирхай	Тогтвортой	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Нөлөөлөл байхгүй	Боломжтой ¹³
Синтетик шингэн барьцалдуулагч	Уусдаг ⁴	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Нөлөөлөл байхгүй	Боломжтой
Синтетик полимер эмульс	Тогтвортой	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Нөлөөлөл байхгүй	Боломжгүй ¹⁴
Концентрацитай шингэн барьцалдуулагч	Тогтвортой	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Шалгах ¹¹	Боломжтой
Шаврын нэмэлт	Тогтвортой	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Ямар ч нөлөө үзүүлэхгүй	Нөлөөлөл байхгүй	Боломжтой ¹²

¹ Тогтмол ус цацахад их хэмжээний ус хэрэглэдэг тул хөрсний усанд нөлөөлж болзошгүй.
² Хүчтэй салхи/шурганы улмаас хучилтын доод үе рүү урсах/нэвчих магадлалтай.
³ Хучилтын доод үе рүү нэвчиж болно. Дулааны улиралд хучлагын гадаргуу хуурай болох үед хөнгөн усаар шүршихэд гадаргуу дээр буцаж, гарж ирэх магадлалтай.
⁴ Борооны усны нөлөөллөөр хучлагын доод үерүү нэвчинэ.
⁵ Ойролцоох гол горхи болон гүний усанд хлоридын түвшинг нэмэгдүүлж болзошгүй.
⁶ Биохимийн хүчилтөрөгчийн хэрэгцээ их байдаг тул усан орчинд нөлөөлж болзошгүй.
⁷ Хлоридын түвшин нь хлоридод тэсвэргүй замын хажуугийн ургамлуудад нөлөөлж болзошгүй.
⁸ Амьтан эсвэл шавжийг замын хөдөлгөөнд татах боломжтой.
⁹ Ховор тохиолдолд хөрсөн дэх зарим элементтэй урвалд орж гигроскопийн бус нэгдэл үүсгэдэг.
¹⁰ Анионы идэвхт эсвэл катионы идэвхт эмульсийг сонгох нь гүйцэтгэлд нөлөөлж болно.
¹¹ Шаварлаг эрдэстэй (ихэвчлэн тэлдэг шавар) урвалд орж идэвхжинэ.
¹² Хучлагын гадаргууг хөнгөн усаар шүршиж, автогрейдерийн тусламжтай засвар, арчлалт хийх боломжтой.
¹³ 4-тэй адил боловч засвар, арчлалтын дараа бэхжүүлэлтийг дахин хийх шаардлагатай.
¹⁴ Байнгын автогрейдерийн тусламжтай засвар, арчлалт хийх нь хучлагын гадаргуугийн элэгдлийг үүсгэдэг тул бэхжүүлэлтийг дахин хийх шаардлагатай.

ХҮСНЭГТ 1.Г: ХӨРС БАРЬЦАЛДУУЛАГЧ БОЛОН БЭХЖҮҮЛЭГЧ БОДИСЫН ХҮРЭЭЛЭН БУЙ ОРЧИНД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨ

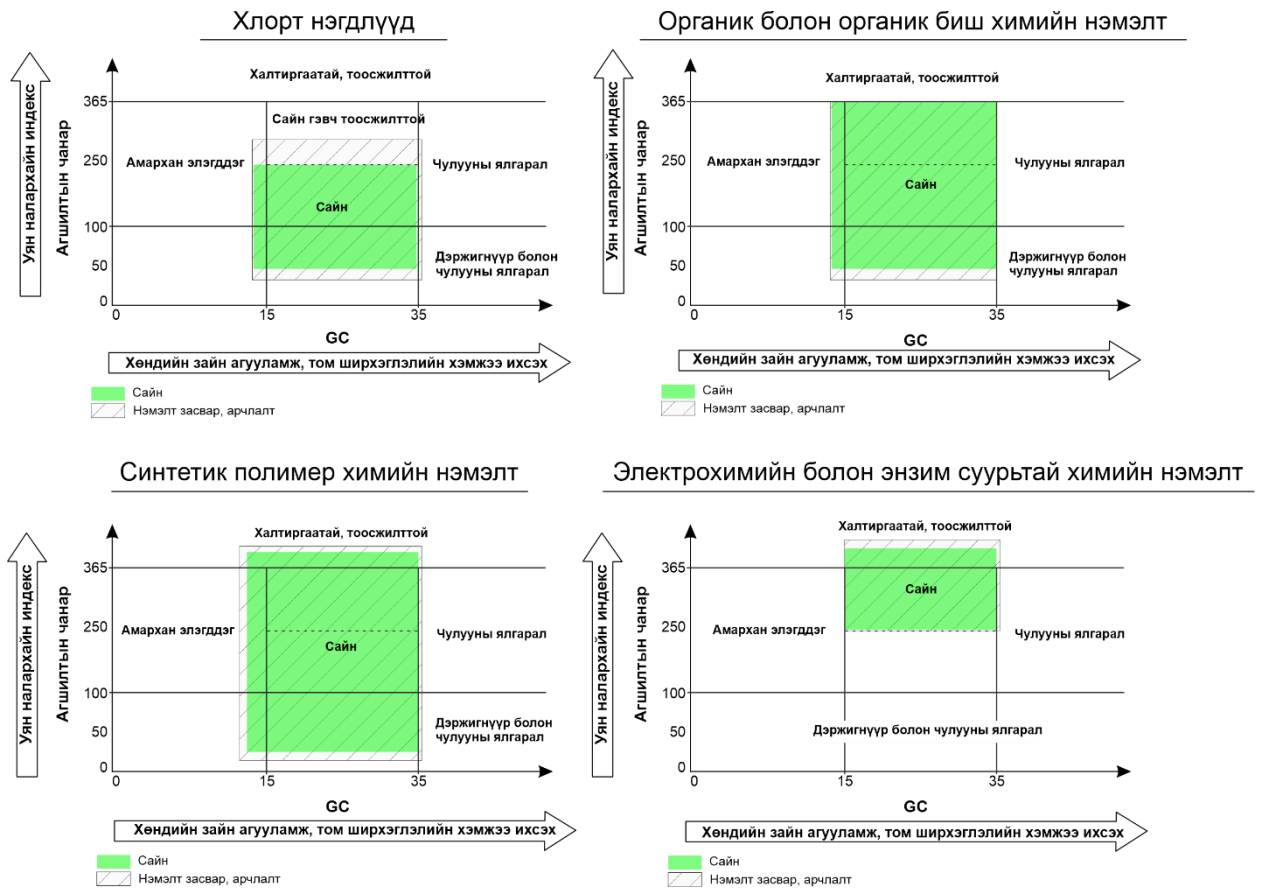
Энэхүү хүснэгтэд тусгагдсан мэдээлэл нь судалгааны ажлуудын үр дүн болон төслийн багийн туршлагад үндэслэсэн бөгөөд шинэ мэдээлэл гарах үед шинэчлэгдэж байх шаардлагатай. Энэ мэдээллийг байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөллийн түвшинг тодорхойлох үндэслэл болгон ашиглаж болохгүй. Химийн боловсруулалтын ханган нийлүүлэгчээс хүрээлэн буй орчны туршилтын үр дүнг (баримт бичгийг) байнга авах шаардлагатай.

Ангилал	Дэд ангилал	Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөө
Ус болон усан суурьтай нэгдэл	Ус	<ul style="list-style-type: none"> Усны эх үүсвэрээс хамаарна. Үйлдвэрлэлийн ус ихээхэн нөлөө үзүүлж болно Ахуйн хэрэглээний болон газар тариалангийн зориулалтаар хэрэглэдэг усыг ашиглахтай холбоотой нийгмийн нөлөөлөл
	Усан суурьтай	<ul style="list-style-type: none"> Усны эх үүсвэрээс хамаарна. Үйлдвэрлэлийн ус ихээхэн нөлөө үзүүлж болно Ахуйн хэрэглээний болон газар тариалангийн зориулалтаар хэрэглэдэг усыг ашиглахтай холбоотой нийгмийн нөлөөлөл;
Хлорид суурьтай	Кальцийн хлорид	<ul style="list-style-type: none"> Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн талаарх баримтжуулсан туршилт, судалгааны ажлууд дэлгэрэнгүй хийгдсэн. <u>Усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> Бэхжүүлэлт хийсэн талбай нь голын уснаас хамгаалалтын бүсээр тусгаарлагдсан үед сөрөг нөлөөлөл багатай. <u>Ургамалд үзүүлэх нөлөө:</u> Нарс, гацуур, улиас, үнс, гацуур, агч зэрэг зарим зүйл анги өртөмтгий байдаг. <u>Хөхтөн амьтдад үзүүлэх нөлөө:</u> Давс нь амьтдыг зам руу татах хандлагатай.
	Магнийн хлорид	<ul style="list-style-type: none"> Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн талаарх баримтжуулсан туршилт, судалгааны ажлууд дэлгэрэнгүй хийгдсэн. Зарцуулалтын норм өндөр ба хэрэглээний интервал илүү олон байдгаас шалтгаалан замын цас арилгах аргатай андуурагддаг. <u>Усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> Бэхжүүлэлт хийсэн талбай нь голын уснаас хамгаалалтын бүсээр тусгаарлагдсан үед сөрөг нөлөөлөл багатай. <u>Цэвэр усанд үзүүлэх нөлөө:</u> Хлоридын концентраци нь хулд загасны хувьд хамгийн багадаа 400 ppm, бусад төрлийн загасны хувьд 10,000 ppm үед сөрөг нөлөөлөл үзүүлж болзошгүй. Тоосжилт дарах/нарийн ширхэглэлтэй хөрсийг барьцалдуулах зорилгоор зарцуулагдаж буй норм нь тухайн бодисыг голын усруу цутгагдахад хүргэдэггүй. <u>Ургамалд үзүүлэх нөлөө:</u> Нарс, гацуур, улиас, үнс, гацуур, агч зэрэг зарим зүйл анги өртөмтгий байдаг. <u>Хөхтөн амьтдад үзүүлэх нөлөө:</u> Давс нь амьтдыг зам руу татах хандлагатай.
	Натрийн хлоридын уусмал	<ul style="list-style-type: none"> Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн талаарх баримтжуулсан туршилт, судалгааны ажлууд дэлгэрэнгүй хийгдсэн. <u>Усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> Бэхжүүлэлт хийсэн талбай нь голын уснаас хамгаалалтын бүсээр тусгаарлагдсан үед сөрөг нөлөөлөл багатай. <u>Цэвэр усанд үзүүлэх нөлөө:</u> Хлоридын концентраци нь хулд загасны хувьд хамгийн багадаа 400 ppm, бусад төрлийн загасны хувьд 10,000 ppm үед сөрөг нөлөөлөл үзүүлж болзошгүй. Тоосжилт дарах/нарийн ширхэглэлтэй хөрсийг барьцалдуулах зорилгоор зарцуулагдаж буй норм нь тухайн бодисыг голын усруу цутгагдахад хүргэдэггүй. <u>Ургамалд үзүүлэх нөлөө:</u> Нарс, гацуур, улиас, үнс, гацуур, агч зэрэг зарим зүйл анги өртөмтгий байдаг. Хөхтөн амьтдад үзүүлэх нөлөө: давс нь амьтдыг зам руу татдаг

Ангилал	Дэд ангилал	Байгаль орчинд үзүүлэх нөлөө
Органик нефтийн бус гаралтай нэгдэл	Глицерин/глицерид суурьтай	<ul style="list-style-type: none"> Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн талаарх баримтжуулсан туршилт, судалгааны ажлууд хязгаарлагдмал. <u>Усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> Байхгүй. <u>Цэвэр усанд үзүүлэх нөлөө:</u> Жижиг гол горхируу асгарсан/ууссан тохиолдолд биохимийн хэрэгцээт хүчилтөрөгчийн агуулга (БХХ) өндөр байна. <u>Ургамалд үзүүлэх нөлөө:</u> Байхгүй. Цэвэршүүлээгүй дахин боловсруулсан хүнсний глицерин нь эвгүй үнэртэй байж болзошгүй.
	Лигносульфонат	<ul style="list-style-type: none"> Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн талаарх баримтжуулсан туршилт, судалгааны ажлууд дэлгэрэнгүй хийгдсэн. <u>Усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> Байхгүй <u>Цэвэр усанд үзүүлэх нөлөө:</u> Жижиг гол горхируу асгарсан/ууссан тохиолдолд биохимийн хэрэгцээт хүчилтөрөгчийн агуулга (БХХ) өндөр байна. <u>Ургамалд үзүүлэх нөлөө:</u> Байхгүй. <u>Хөхтөн амьтдад үзүүлэх нөлөө:</u> Байхгүй.
	Ургамлын гаралтай тос	<ul style="list-style-type: none"> Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн талаарх баримтжуулсан туршилт, судалгааны ажлууд хязгаарлагдмал. <u>Усны чанарт үзүүлэх нөлөөлөл:</u> Тодорхойгүй/Бүртгэгдээгүй <u>Цэвэр усанд үзүүлэх нөлөө:</u> Бага нөөц үзүүлнэ. <u>Ургамалд үзүүлэх нөлөө:</u> Байхгүй <u>Хөхтөн амьтдад үзүүлэх нөлөө:</u> Амьтан, шавжийг зам руу татах хандлагатай.
	Давирхайн тос	<ul style="list-style-type: none"> Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн талаарх баримтжуулсан туршилт, судалгааны ажлууд хязгаарлагдмал. <u>Усны чанарт үзүүлэх нөлөөлөл:</u> Тодорхойгүй/Бүртгэгдээгүй <u>Цэвэр усанд үзүүлэх нөлөө:</u> Байхгүй <u>Ургамалд үзүүлэх нөлөө:</u> Тодорхойгүй <u>Хөхтөн амьтдад үзүүлэх нөлөө:</u> Тодорхойгүй
Органик нефтийн гаралтай нэгдэл	Битумын эмульс	<ul style="list-style-type: none"> Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн талаарх баримтжуулсан туршилт, судалгааны ажлууд дэлгэрэнгүй хийгдсэн. <u>Усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> Бүрэн бэхэжсэний дараа сөрөг нөлөө байхгүй. <u>Ургамалд үзүүлэх нөлөө:</u> Шууд хэрэглээгүй нөхцөлд байхгүй <u>Хөхтөн амьтдад үзүүлэх нөлөө:</u> Бүрэн бэхэжсэний дараа сөрөг нөлөө байхгүй. Асгархаас болгоомжилно уу. Бүтээгдэхүүний хадгалалт болон тээвэрлэлтийн стандарт шаардлагыг харна уу.
	Түүхийн нефть/эрдэс гаралтай тос	<ul style="list-style-type: none"> Эдгээр бүтээгдэхүүнд маш олон төрлийн орц, химийн найрлага багтана. “Ашигласан” бүтээгдэхүүн нь хортой эсвэл бүтээгдэхүүнд агуулагдах тос нь хортой байж болзошгүй. Иймд бүтээгдэхүүний хадгалалт болон тээвэрлэлтийн стандарт шаардлагыг харна уу.
	Нефтийн давирхай	<ul style="list-style-type: none"> Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн талаарх баримтжуулсан туршилт, судалгааны ажлууд дэлгэрэнгүй хийгдсэн. <u>Усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> Бүрэн бэхэжсэний дараа сөрөг нөлөө байхгүй. <u>Цэвэр усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> Бүрэн бэхэжсэний дараа сөрөг нөлөө байхгүй. Хэрэв их хэмжээгээр асгарсан тохиолдолд анхаарах хэрэгтэй <u>Ургамалд үзүүлэх нөлөө:</u> шууд хэрэглээгүй нөхцөлд байхгүй <u>Хөхтөн амьтдад үзүүлэх нөлөө:</u> Бүрэн бэхэжсэний дараа сөрөг нөлөө байхгүй.

Ангилал	Дэд ангилал	Байгаль орчинд үзүүлэх нөлөө
	Синтетик шингэн барьцалдуулагч	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Синтетик (тунамалын хоруу чанар, биологийн задрал, РАН агууламж, усны хоруу чанар) байгаль орчинд суурилсан ЕРА шалгуурыг хангасан байх ёстой ▪ <u>Усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> байхгүй. Хэрэв их хэмжээгээр асгарсан тохиолдолд анхаарах хэрэгтэй ▪ <u>Цэвэр усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> Байхгүй ▪ <u>Ургамалд үзүүлэх нөлөө:</u> Байхгүй ▪ <u>Хөхтөн амьтдад үзүүлэх нөлөө:</u> Байхгүй
Синтетик полимер эмульс	Ихэвчлэн поливинил акрилат, поливинил ацетат, поливинил хлорат эсвэл стирол-бутадиен-стирол дээр суурилсан нэгдэл	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн талаарх баримтжуулсан туршилт, судалгааны ажлууд хязгаарлагдмал. ▪ Нөлөөлөл нь бүтээгдэхүүний химийн найрлагаас хамаарна. ▪ Итгэмжлэгдсэн лабораториос химийн шинжилгээ, хүрээлэн буй орчны шинжилгээний үр дүнг авах шаардлагатай. ▪ <u>Усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> Тодорхойгүй. Хэрэв их хэмжээгээр асгарсан тохиолдолд анхаарах хэрэгтэй ▪ <u>Цэвэр усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> тодорхойгүй ▪ <u>Ургамалд үзүүлэх нөлөө:</u> тодорхойгүй ▪ <u>Хөхтөн амьтдад үзүүлэх нөлөө:</u> тодорхойгүй
Концентрацитай шингэн барьцалдуулагч	Өндөр хүчиллэг	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн талаарх баримтжуулсан туршилт, судалгааны ажлууд хязгаарлагдмал. ▪ Нөлөөлөл нь бүтээгдэхүүний химийн найрлагаас хамаарна. ▪ Итгэмжлэгдсэн лабораториос химийн шинжилгээ, хүрээлэн буй орчны шинжилгээний үр дүнг авах шаардлагатай. ▪ Шингэрүүлээгүй бүтээгдэхүүний рН маш бага байна. ▪ <u>Усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> тодорхойгүй. Хэрэв их хэмжээгээр асгарсан тохиолдолд анхаарах хэрэгтэй ▪ <u>Цэвэр усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> Тодорхойгүй ▪ <u>Ургамалд үзүүлэх нөлөө:</u> Тодорхойгүй ▪ <u>Хөхтөн амьтдад үзүүлэх нөлөө:</u> Тодорхойгүй
	Бага хүчиллэг/энзим	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн талаарх баримтжуулсан туршилт, судалгааны ажлууд хязгаарлагдма ▪ Нөлөөлөл нь бүтээгдэхүүний химийн найрлагаас хамаарна. ▪ Итгэмжлэгдсэн лабораториос химийн шинжилгээ, хүрээлэн буй орчны шинжилгээний үр дүнг авах шаардлагатай ▪ <u>Усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> Тодорхойгүй ▪ <u>Цэвэр усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> Тодорхойгүй ▪ <u>Ургамалд үзүүлэх нөлөө:</u> Тодорхойгүй ▪ <u>Хөхтөн амьтдад үзүүлэх нөлөө:</u> Тодорхойгүй
Механик барьцалдуулагч	Бентонит/орон нутагт байгаа тохиромжтой шавар	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Байгалийн хөрсний материал ▪ <u>Усны чанарт үзүүлэх нөлөөлөл:</u> Тодорхойгүй ▪ <u>Цэвэр усны чанарт үзүүлэх нөлөө:</u> Тодорхойгүй ▪ <u>Ургамалд үзүүлэх нөлөө:</u> Байхгүй

ХАВСРАЛТ 1: МАТЕРИАЛЫН ШИНЖ ЧАНАРЫГ УРЬДЧИЛАН ТААМАГЛАХ ГРАФИК



Уг график нь хөрсний ширхэглэлийн бүрэлдэхүүн тодорхойлох туршилт болон уян налархайн индекс (PI) тодорхойлох туршилт дээр үндэслэгдэнэ. Дараах тэгшитгэлүүд болон графикийн тусламжтай тухайн хөрсөнд тохирох химийн нэмэлтийн анхан шатны мэдээллийг авна.

$$Sp = (PI * 0.5) * P0.425 \text{ мм}$$

Үүнд:

Sp – Агшилтын чанар

PI – Уян налархайн индекс (УНИ)

P – Шигшүүрээр өнгөрсөн %

$$GC = ((P19.0 \text{ мм} - P2.36 \text{ мм}) * P4.75 \text{ мм}) / 100$$

Үүнд:

GC – Жигд байдлын итгэлцүүр

P – Шигшүүрээр өнгөрсөн %

ХАВСРАЛТ 2: БОГИНО ХУГАЦААНЫ ТООСЖИЛТ ДАРАХ ЗОРИЛГООР НЭМЭЛТ БОДИСЫГ СОНГОХ ӨГӨГДӨЛ ХҮСНЭГТ (ЦАЦАХ/ШҮРШИХ АРГААР)

Хөрс бэхжүүлэгчийн ерөнхий ангилал/дэд ангилал	Хөдөлгөөний эрчим			Уур амьсгал			Өнгөн үеийн материал											
	Хоногийн дундаж хөдөлгөөний эрчим (маш/хон)			Агаарын чийгшил			Уян налархайн индекс				Нарийн ширхэглэлийн бүрэлдэхүүн (75µм хэмжээтэй шигшүүрээр өнгөрөх %)							
	<100	100<200 ¹	>200 ¹	Хуурай ²	Чийгтэй	Нойтоц ^{3,4,5}	<3 ⁶	3-5 ⁶	6-15	>15 ^{5,7}	<5 ¹	5-10 ¹	11-20	21-30 ^{7,8}	>30 ^{5,7,8}			
Ус болон усан суурьт гадаргуугийн идэвхит нэгдлүүд																		
Ус	7 ¹	50	50	50	7	1	50	7	1	50	50	7	1	7	7			
Ус+гадаргуугийн идэвхит нэгдэл	7 ¹	50	50	50	7	1	50	7	1	50	50	7	1	7	7			
Хлорт нэгдлүүд (ус шингээгч)																		
Кальцийн хлорид	1	1	7	50 ⁹	1	50 ¹⁰	7	1	1	50	50	7	1	7	50			
Магнийн хлорид	1	1	7	7 ⁹	1	50 ¹⁰	7	1	1	50	50	7	1	7	50			
Натрийн хлоридын уусмал	1	7	50	50 ⁹	7	50 ¹⁰	50	1	1	50	50	7	1	7	50			
Органик нефтийн бус гаралтай нэгдлүүд																		
Глицерин суурьтай	1	7	50	1	1	50	7	1	1	50	50	7	1	7	50			
Лигносульфонат	1	1	7	1	1	50	7	1	1	50	50	7	1	1	7			
Ургамлын гаралтай тос	1	7	50	1	1	50	7	1	1	50	50	7	1	1	50			
Давирхайн тос	1	7	50	1	1	7	7	1	1	50	50	7	1	1	50			
Органик нефтийн гаралтай нэгдлүүд																		
Битумын эмульс	1	7	50	1	1	1	7	1	7 ⁸	50	7	1	7	50	50			
Түүхий нефть/эрдэс гаралтай тос	1	7	7	1	1	7	7	1	1	50	50	7	1	1	50			
Нефтийн давирхай	1	7	50	1	1	7	7	1	1	50	7	7	1	7	50			
Синтетик шингэн барьцалдуулагч	1	1	7	1	1	7	7	1	1	50	50	7	1	1	7			
Синтетик полимер эмульс																		
Синтетик полимер	7	7	50	7	7	7	7	7	7	50	50	7	7	50	50			
Өндөр концентрацитай шингэн барьцалдуулагч																		
Концентрацитай барьцалдуулагч	Нарийн ширхэглэлийг хадгалах, тоосжилтыг бууруулах зорилгоор шүршиж ашиглахад тохиромжгүй																	
Шаварлаг нэмэлт	Нарийн ширхэглэлийг хадгалах, тоосжилтыг бууруулах зорилгоор шүршиж ашиглахад тохиромжгүй																	
Шаварлаг нэмэлт	Нарийн ширхэглэлийг хадгалах, тоосжилтыг бууруулах зорилгоор шүршиж ашиглахад тохиромжгүй																	
Нэмэлтийн ангилал/дэд ангилал	ХДТЭЗВРИЙН ХЭРЭГСЛИЙН %	Геометр хэмжээс		Сонгох хүснэгт дэх өнгө болон тайлбарын бүдүүвч														
	>10 ¹	Эгц налуу ^{4,5}	Огцом эргэлттэй ^{1,5}	1	7	50												
Ус	7	1	1	1	7	50												
Усан суурьтай	7	1	1	1	7	50												
Кальцийн хлорид	1	7	7	1	7	50												
Магнийн хлорид	1	7	7	1	7	50												
Натрийн хлоридын уусмал	1	7	7	1	7	50												
Глицерин/глицерид суурьтай	1	7	7	1	7	50												
Лигносульфонат	1	7	7	1	7	50												
Ургамлын гаралтай тос	7	7	7	1	7	50												
Давирхайн тос	7	7	7	1	7	50												
Битумын эмульс	50	1	7	1	7	50												
Түүхийн нефть/эрдэс гаралтай тос	7	1	1	1	7	50												
Синтетик шингэн барьцалдуулагч	1	1	1	1	7	50												
Синтетик полимер эмульс	7	7	7	1	7	50												
Концентрацитай шингэн барьцалдуулагч	Нарийн ширхэглэлтэй материалын алдагдлаас сэргийлэхэд шүрших аргыг ашиглахад тохиромжгүй																	
Шаврын нэмэлт	Нарийн ширхэглэлтэй материалын алдагдлаас сэргийлэхэд шүрших аргыг ашиглахад тохиромжгүй																	

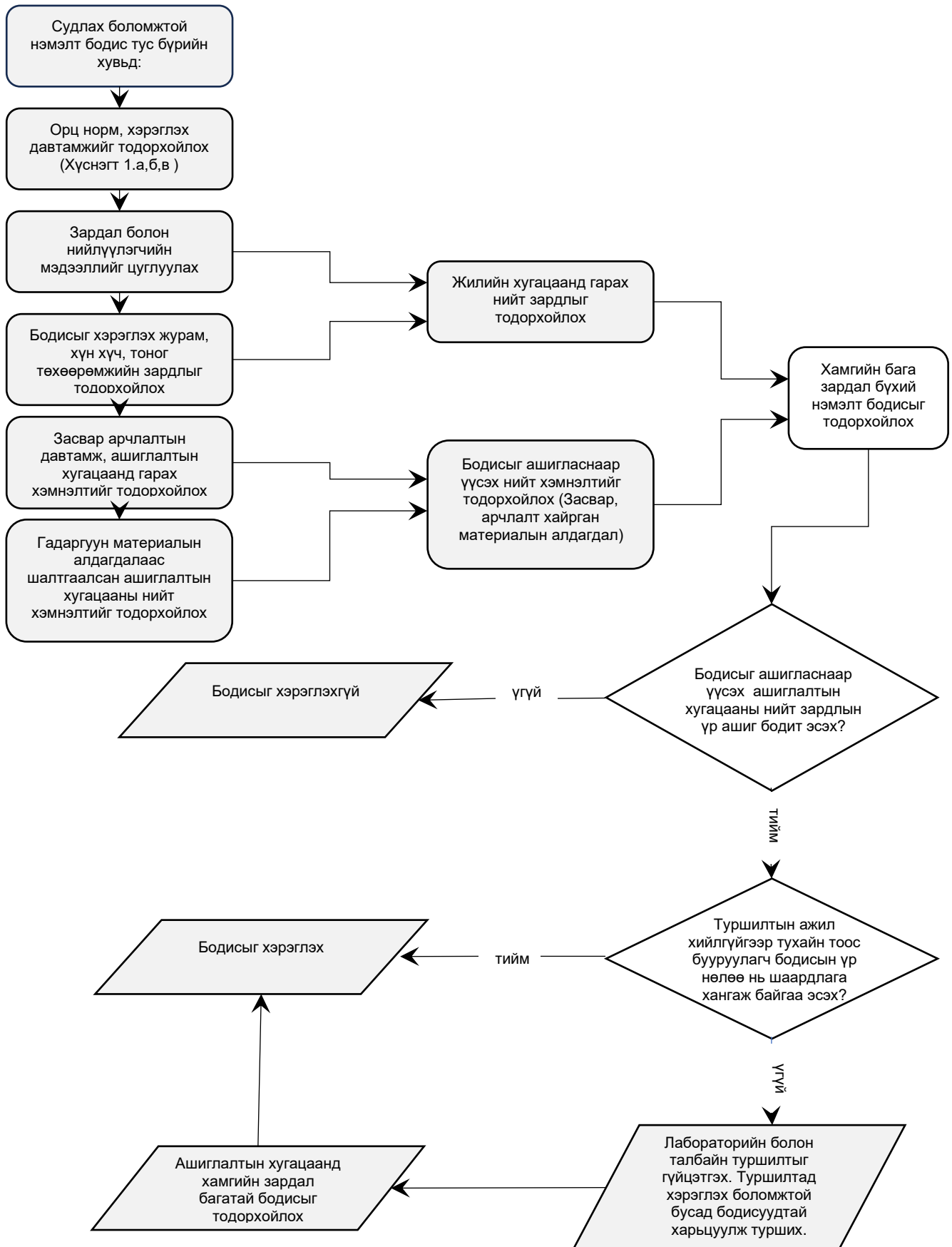
ХАВСРАЛТ 3: УРТ ХУГАЦААНЫ НАРИЙН ШИРХЭГЛЭЛИЙН АЛДАГДЛААС СЭРГИЙЛЭХ ЗОРИЛГООР НЭМЭЛТ БОДИСЫГ СОНГОХ ӨГӨГДӨЛ ХҮСНЭГТ (ЦАЦАХ/ШҮРШИХ АРГААР)

Хөрс бэхжүүлэгчийн ерөнхий ангилал/дэд ангилал	Хөдөлгөөний эрчим			Уур амьсгал			Өнгөн үеийн материал								
	Хоногийн дундаж хөдөлгөөний эрчим (маш/хон)			Агаарын чийгшил			Уян налархайн индекс				Нарийн ширхэглэлийн бүрэлдэхүүн (75µм хэмжээтэй шигшүүрээр өнгөрөх %)				
	<100	100<200 ¹	>200 ¹	Хуурай ²	Чийгтэй	Нойтон ^{3,4,5}	<3 ⁶	3-5 ⁶	6-15	>15 ^{5,7}	<5 ¹	5-10 ¹	11-20	21-30 ^{7,8}	>30 ^{5,7,8}
Ус болон усан суурьт гадаргуугийн идэвхит нэгдлүүд															
Ус	Урт хугацаанд нарийн ширхэглэлийн алдагдлаас сэргийлэх стратеги нь эдийн засгийн хувьд үр ашиггүй														
Ус+гадаргуугийн идэвхит нэгдэл															
Хлорт нэгдлүүд (ус шингээгч)															
Кальцийн хлорид	1	1	7	50 ⁹	1	50 ¹⁰	7	1	1	50	50	7	1	7	50
Магнийн хлорид	1	1	7	7 ⁹	1	50 ¹⁰	7	1	1	50	50	7	1	7	50
Натрийн хлоридын уусмал	1	7	50	50 ⁹	7	50 ¹⁰	50	1	1	50	50	7	1	7	50
Органик нефтийн бус гаралтай нэгдлүүд															
Глицерин суурьтай	1	7	50	1	1	50	7	1	1	50	50	7	1	7	50
Лигносальфонат	1	1	7	1	1	50	7	1	1	50	50	7	1	1	7
Ургамлын гаралтай тос	1	7	50	1	1	50	50	1	1	50	50	7	1	1	50
Давирхайн тос	1	7	50	1	1	7	7	1	1	50	50	7	1	1	50
Органик нефтийн гаралтай нэгдлүүд															
Битумын эмульс	1	7	50	1	1	7	7	1	7 ⁸	50	7	1	7 ⁷	50	50
Түүхий нефть/эрдэс гаралтай тос	1	7	7	1	1	7	7	1	1	50	50	7	1	1	7
Нефтийн давирхай	1	7	50	1	1	7	7	1	1	50	7	7	1	7	50
Синтетик шингэн барьцалдуулагч	1	1	7	1	1	7	7	1	1	50	50	7	1	1	7
Синтетик полимер эмульс															
Синтетик полимер	7	7	50	7	7	7	7	7	7	50	50	7	7	50	50
Өндөр концентрацтай шингэн барьцалдуулагч	Нарийн ширхэглэлийг хадгалах/тоосжилтыг бууруулах зорилгоор шүршиж ашиглахад тохиромжгүй														
Концентрацтай барьцалдуулагч															
Шаварлаг нэмэлт	Нарийн ширхэглэлийг хадгалах/тоосжилтыг бууруулах зорилгоор шүршиж ашиглахад тохиромжгүй														
Шаварлаг нэмэлт															
Нэмэлтийн ангилал/дэд ангилал	ХДТээврийн хэрэгслийн %	Геометр хэмжээс		Сонгох хүснэгт дэх өнгө болон тайлбарын бүдүүвч											
		Эгц налуу ^{4,5}	Огцом муруй ^{1,5}	1	Гүйцэтгэлд сайн нөлөө үзүүлнэ										
Ус	>10 ¹	Урт хугацаанд нарийн ширхэглэлийн алдагдлаас сэргийлэх стратеги нь эдийн засгийн хувьд үр ашиггүй		7	Гүйцэтгэлд тодорхой хэмжээгээр нөлөө үзүүлнэ										
Усан суурьтай				50	Гүйцэтгэлд чухал нөлөө үзүүлэхгүй										
Кальцийн хлорид	1	7	7	1 Өндөр хурдтай тээврийн хэрэгсэл, хүнд даацын тээврийн хэрэгсэл нь гадаргуун өнгөн хэсгийг эвдэж, угаалдалт, эвдрэл үүсэх процессыг хурдасгаж болзошгүй тул олон удаа шүрших шаардлагатай болно											
Магнийн хлорид	1	7	7	2 Харьцангуй чийгшил 40%-иас бага 20 хоногос дээш											
Натрийн хлоридын уусмал	1	7	7	3 Хүчтэй шуурганы нөлөөлөл											
Глицерин/глицерид суурьтай	1	7	7	4 Шуурганы үеэр доод үе рүү бодис нэвчин орох магадлалтай											
Лигносальфонат	1	7	7	5 CBR болон элэгдэлд тэсвэртэй байдлыг шалган цаг уурын аль ч орчин нөхцөлд даван туулах чадварыг баталгаажуулахын тулд хүнд даацын тээврийн хэрэгслийн тоог нэмэгдүүлэх шаардлагатай											
Ургамлын гаралтай тос	7	7	7	6 Барьцалдуулагчийн агууламж бага эсвэл огт байхгүй материал нь урсах болон гулгахад өртөмтгий байдаг. Бэхжүүлэгч нь замын доод бүтээц рүү шингэж болно											
Давирхайн тос	1	7	7	7 Чийгтэй үед халтиргаа үүсэж болно											
Битумын эмульс	50	1	7	8 Нарийн ширхгийн агууламж их бол өндөр агууламжтайгаар хэрэглэх нь үр дүнтэй											
Түүхийн нефть/эрдэс гаралтай тос	7	1	1	9 Өндөр гүйцэтгэлтэй ажиллахын тулд хамгийн бага чийгшлийн түвшинг шаарддаг											
Нефтийн давирхай	1	1	7	10 Бодис нь доод үеүүд рүү шингэж болох ба хайрган үе хатхад бага зэрэг усан бодисыг дээд үе рүү нэвчүүлж болно.											
Синтетик шингэн барьцалдуулагч	1	1	1	11 Ерөнхийдөө шүршиж хэрэглэхэд тохиромжгүй. Тээврийн хэрэгслийн улмаас эвдэрч, өнгөн хэсэгт "гадаргуун үе" үүсэж болно											
Синтетик полимер эмульс	7	7	7												
Концентрацитай шингэн барьцалдуулагч	Нарийн ширхэглэлтэй материалын алдагдлаас сэргийлэхэд шүрших аргыг ашиглах нь тохиромжгүй														
Шаврын нэмэлт															

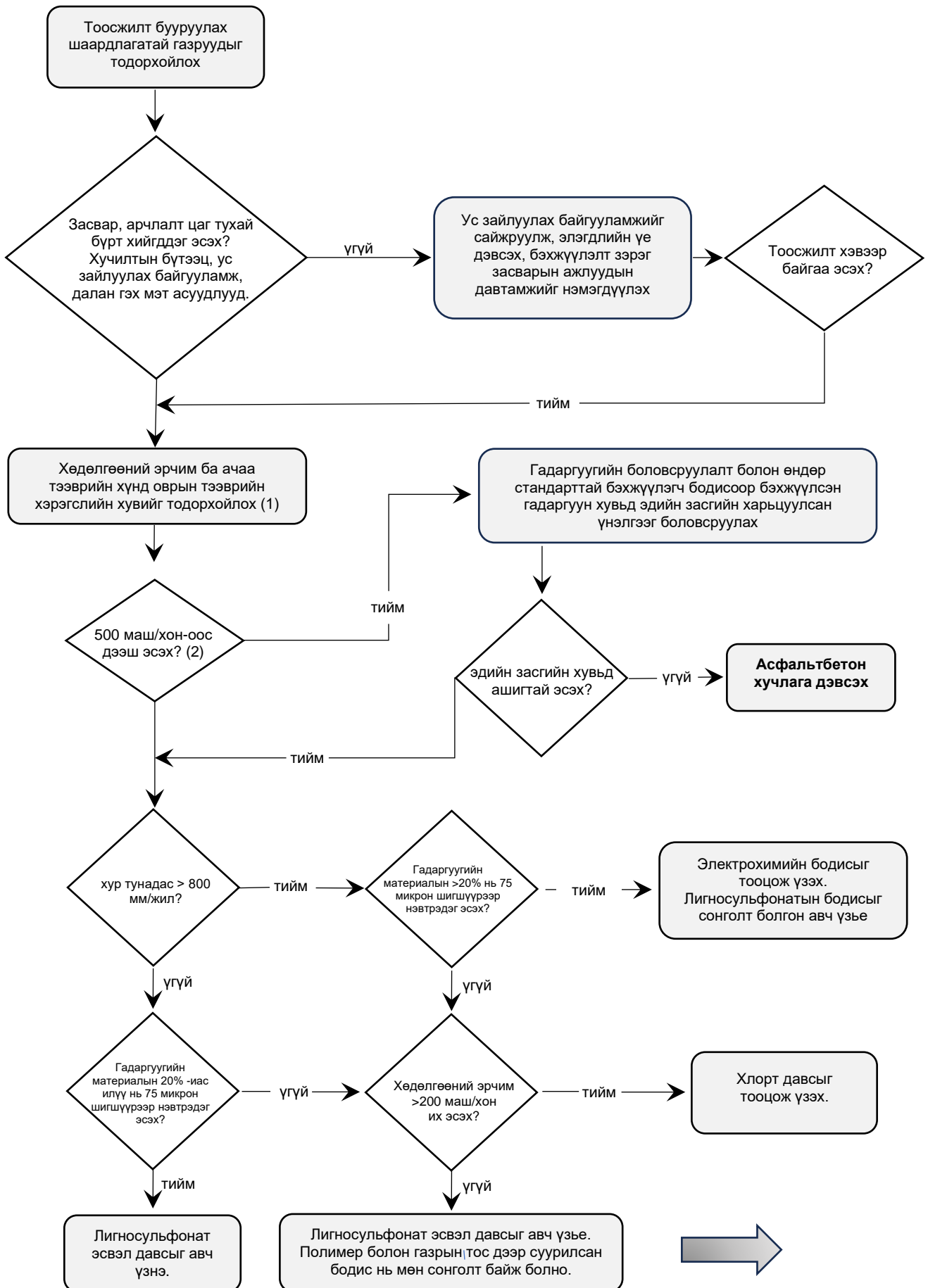
ХАВСРАЛТ 4: УРТ ХУГАЦААНЫ ХӨРС БЭХЖҮҮЛЭХ ЗОРИЛГООР НЭМЭЛТ БОДИСЫГ СОНГОХ ӨГӨГДӨЛ ХҮСНЭГТ (ЗАМ ДЭЭР НЬ ХОЛИХ АРГААР)

Хөрс бэхжүүлэгчийн ерөнхий ангилал/дэд ангилал	Хөдөлгөөний эрчим			Уур амьсгал			Өнгөн үеийн материал														
	Хоногийн дундаж хөдөлгөөний эрчим (маш/хон)			Агаарын чийгшил			Уян налархайн индекс				Нарийн ширхэглэлийн бүрэлдэхүүн (75µм хэмжээтэй шигшүүрээр өнгөрөх %)										
	<100	100<200 ¹	>200 ¹	Хуурай ²	Чийгтэй	Нойтоң ^{3,4,5}	<3 ⁶	3-5 ⁶	6-15 ^{6,7}	>15 ^{6,7}	<5 ¹	5-10 ¹	11-20	21-30 ^{5,7,8}	>30 ^{5,7,8}						
Ус болон усан суурьт гадаргуугийн идэвхит нэгдлүүд	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Ус	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Ус+гадаргуугийн идэвхит нэгдэл	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Хлорт нэгдлүүд (ус шингээгч)	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Кальцийн хлорид	7	7	50	50 ⁹	1	50	7	7	7	50	50	7	7	7	50						
Магнийн хлорид	7	7	50	7 ⁹	1	50	7	7	7	50	50	7	7	7	50						
Натрийн хлоридын уусмал	7	7	50	50 ⁹	7	50	50 ¹	7	7	50	50	7	7	7	50						
Органик нефтийн бус гаралтай нэгдлүүд	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Глицерин суурьтай	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Лигносульфонат	7	50	50	1	1	50 ⁷	7	7	7	50	50	7	7	7	50						
Ургамлын гаралтай тос	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Давирхайн тос	7	50	50	1	1	7 ⁷	7	7	7	50	50	7	7	7	50						
Органик нефтийн гаралтай нэгдлүүд	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Битумын эмульс	1	7	50	1	1	7	7	1	7	50	7	1	7	50	50						
Түүхий нефть/эрдэс гаралтай тос	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Нефтийн давирхай	1	7	50	1	1	7	7	1	1	50	7	7 ¹	1	7	50						
Синтетик шингэн барьцалдуулагч	1	7	7	1	1	7	7	1	1	7	7	1	1	7	50						
Синтетик полимер эмульс	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Синтетик полимер	1	7	50	1	1	7	7	1	1	50	50	1	1	7	50						
Өндөр концентрацитай шингэн барьцалдуулагч	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Концентрацитай барьцалдуулагч	1	7	50	1	1	7	50	50	7	1	50	50	7	1	1						
Шаварлаг нэмэлт	1	1	7	1	1	7	1	7	50	50	1	7	50	50	50						
Нэмэлтийн ангилал/дэд ангилал	ХДТээврийн хэрэгслийн %		Геометр хэмжээс				Сонгох хүснэгт дэх өнгө болон тайлбарын бүдүүвч														
	>10 ¹		Эгч налуу ^{4,5}		Огцом муруй ^{1,5}		1	гүйцэтгэлд сайн нөлөө үзүүлнэ													
							7	гүйцэтгэлд тодорхой хэмжээгээр нөлөө үзүүлнэ													
Ус	Бэхжүүлэхэд тохиромжгүй																				
Усан суурьтай	Бэхжүүлэхэд тохиромжгүй																				
Кальцийн хлорид	7		7	7			1 Өндөр хурдтай тээврийн хэрэгсэл, хүнд даацын тээврийн хэрэгсэл нь гадаргуун өнгөн хэсгийг эвдэж, угаагдалт, эвдрэл үүсэх процессыг хурдасгаж болзошгүй тул олон удаа шүрших шаардлагатай болно														
Магнийн хлорид	7		7	7			2 Харьцангуй чийгшил 40%-иас бага 20 хоногоос дээш														
Натрийн хлоридын уусмал	7		7	7			3 Хүчтэй шуурганы нөлөөлөл														
Глицерин/глицерид суурьтай	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Лигносульфонат	1		7	7			4 Шуурганы үеэр доод үе рүү бодис нэвчин орох магадлалтай														
Ургамлын гаралтай тос	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Давирхайн тос	7		7	7			5 CBR болон элэгдэлд тэсвэртэй байдлыг шалган цаг уурын аль ч орчин нөхцөлд даван туулах чадварыг баталгаажуулахын тулд хүнд даацын тээврийн хэрэгслийн тоог нэмэгдүүлэх шаардлагатай														
Битумын эмульс	7		1	7			6 Барьцалдуулагчийн агууламж бага эсвэл огт байхгүй материал нь урсах болон гулгахад өртөмтгий байдаг. Бэхжүүлэгч нь замын доод бүтээц рүү шингэж болно														
Түүхийн нефть/эрдэс гаралтай тос	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Нефтийн давирхай	7		1	7			7 Чийгтэй үед халтиргаа үүсэж болно														
Синтетик шингэн барьцалдуулагч	Зам дээр нь холих аргыг ашиглах нь тохиромжгүй																				
Синтетик полимер эмульс	7		7	7			8 Нарийн ширхгийн агууламж их бол өндөр агууламжтайгаар хэрэглэх нь үр дүнтэй														
Концентрацитай шингэн барьцалдуулагч	1		1	1			9 Өндөр гүйцэтгэлтэй ажиллахын тулд хамгийн бага чийгшлийн түвшинг шаарддаг														
Шаврын нэмэлт	7		7	1																	

ХАВСРАЛТ 5: ТООСЖИЛТ БУУРУУЛАХ БОДИС СОНГОХ ПРОЦЕССЫН БҮДҮҮВЧ



ХАВСРАЛТ 6: ТООСЖИЛТ БУУРУУЛАХ БОДИС АШИГЛАХ ПРОЦЕССЫН БҮДҮҮВЧ



БҮЛЭГ 5: ДҮГНЭЛТ, САНАЛ БА ЗӨВЛӨМЖ

5.1. Ерөнхий дүгнэлт

Гэрээт туршилт, судалгааны ажлын хүрээнд хайрган хучилттай давааны тоосжилтыг бууруулах, хучлагын хэв гажилтад тэсвэртэй шинж чанар ба бат бэхийг нэмэгдүүлэх зорилгоор химийн нэмэлт бодис хэрэглэн бэхжүүлсэн хөрсний лабораторийн болон талбайн туршилт, өвөл болон хаврын улирлын талбайн нүдэн баримжааны үзлэг, ажиглалт хийх, мөн тоосжилтыг хэмжих зэрэг ажлуудыг хийж гүйцэтгэсэн болно.

Тухайлбал лабораторийн туршилтын ажлын хүрээнд давааны хучилтын хайрган материалын гулзайлтын бат бэх, хөрсний суулт болон хөлдөлт-гэсэлтэд тэсвэртэй шинж чанарыг нэмэгдүүлэхэд эрдэс барьцалдуулагч (цемент) болон хөрс бэхжүүлэгч “ANT” нэмэлтийн үр нөлөөг харьцуулан судалж дараах дүгнэлтийг гаргав. Үүнд:

Лабораторийн туршилтын үр дүнгийн хувьд

- Хөрсийг 4% цементээр (Хөрс + 4% цемент) болон энэхүү орц дээр “ANT” бодисыг нэмэлтээр хийж (Хөрс + 4% цемент+ANT) бэхжүүлэхэд гулзайлтын бат бэх нь ердийн хөрснийхөөс 0.17 МПа болон 0.28 МПа-аар тус тус нэмэгдсэн бөгөөд улмаар “ANT” бодис нь материалын хэв гажилтад тэсвэртэй байдлыг нэмэгдүүлэх боломжтой болох нь харагдсан болно.
- 4%-ийн цементээр бэхжүүлсэн хөрсөнд ANT бодисыг нэмснээр хөрсний суултын дундаж утга 0.021%-иар өссөн үзүүлэлттэй байна. Энэ нь ANT бодисыг нэмэлтээр хийснээр материалын нарийн ширхэглэл хоорондын сүвшил багасаж, бат бэх холбоосыг бий болгосон хэмээн үзэж байна.

Талбайн туршилт

- “ANT” бодисыг хэрэглэхийн өмнө болон хэрэглэсний дараах хэмжилтийн харьцуулалтаар тоосжилт тодорхой хэмжээнд буурсан боловч бүрэн дарагдахгүй байгаа нь тогтоогдсон. Үүний шалтгаан нь тээврийн хэрэгсэл зорчих үед бодис ашиглаагүй хоёр талын хөвөөний материалууд тээврийн хэрэгслийн дугуйны эргэлтээр сулран хэсгийн гадаргууд зөөгдөж, тоосжилт дахин нэмж үүсэх шалтгаан болсон байна. Дээрх байдлаар хөвөөнөөс зөөгдөж ирсэн материалуудыг цэвэрлэж, хоёр талын хөвөөгөөр зорчих авто машины хөдөлгөөнийг хориглосны дараа тоосжилт маш бага үүсэж байсан.
- Кальцийн хлорид, лигносульфонат болон 4% цемент + ANT бодисоор бэхжүүлсэн талбайн нягтыг бэхжүүлэлт хийснээс 7 сарын дараа

тодорхойлоход кальцийн хлоридоор бэхжүүлсэн хэсэгт 0.02 гр/см^3 , натрийн лигносульфонат ашигласан хэсэгт 0.06 гр/см^3 -аар тус тус буурсан үзүүлэлттэй байсан бол 4% цемент+ANT бодисоор бэхжүүлсэн хэсгийн нягт 0.03 гр/см^3 -аар өссөн үзүүлэлттэй байна.

- Талбайн тоосжилт хэмжих туршилтын ажлын хүрээнд кальцийн хлорид, натрийн лигносульфонат болон 4% цемент+ANT бодисоор бэхжүүлэлт хийснээс 2 сарын дараа PM10 тоосонцрын хэмжилтийн дундаж утгыг хэмжихэд анхны утгаас 73-77%-иар буурсан үзүүлэлттэй байсан бол бэхжүүлэлт хийснээс 9 сарын дараа анхны утгаас 36-56%-иар буурсан үзүүлэлттэй байна. Химийн нэмэлт бодисоор бэхжүүлэлт хийснээс 2 сарын дараах тоосжилтын утгыг, бэхжүүлэлт хийснээс 9 сарын дараах утгатай харьцуулахад үүсэж буй тоосжилтын концентрацийн утга нэмэгдсэн буюу химийн нэмэлт бодисын нөлөөлөл нь буурсан үзүүлэлттэй байсан. Иймд тоосжилт бууруулагч кальцийн хлорид болон лигносульфонат нэмэлтийг 6 сард 1 удаа хучлагын гадаргууд шүрших/цацах аргаар дахин ашиглах шаардлагатай.
- Тээврийн хэрэгслийн нөлөөллөөр хайрган хучилттай авто замд үүсэж буй тоосжилтын тархалтыг математик тэгшитгэлүүд ашиглан томъёолж, тээврийн хэрэгсэл болон орчны загвар өгөгдлүүлийг боловсруулан “ANSYS FLUENT” программ хангамжийн тусламжтайгаар тоон симуляцийн ажлыг гүйцэтгэсэн.
- Тоон симуляцийн аргыг ашиглан хайрган хучилттай авто замын нөхцөл байдал болон тээврийн хэрэгслийн нөлөөллөөр авто замд үүсэж буй тоосжилтын хэмжээг виртуал орчинд дуурайлган загварчилж, дүн шинжилгээ хийснээр тоосжилт бууруулах бодисуудын үр дүнг хялбар байдлаар үнэлэх боломжийг олгож байна.
- Туршилтад хэрэглэсэн гурван бодисын эдийн засгийн тооцоог харьцуулан үзэхэд 1 м^3 талбайг “ANT” бодисоор бэхжүүлэх үеийн зардал хамгийн бага байгаа нь харагдсан болно. Мөн “Налайх АЗЗА” ТӨХК-ийн 2023 оны засвар, арчлалтын төсөвт өртгийг харахад хусаж, тэгшлэх ажлын давтамж буурсан зэрэг бодит үр дүнгээс дүгнэхэд химийн нэмэлт бодис ашиглан бэхжүүлснээр засвар, арчлалтын зардал буурах болон зам хэрэглэгчдийн ая тухтай зорчих нөхцөл тодорхой хэмжээгээр сайжирсныг илтгэж байна.

5.2. Дэвшүүлж буй санал

Энэхүү ажлын хүрээнд манай орны өндөр уул давааны огцом уруу, өгсүүртэй хайрган хучилттай авто замд үүсэж буй тоосжилт болон эврэл гэмтэлд нөлөөлж буй хүчин зүйлсийг судалж, туршсаны дүнд цаашид авто замын салбарт авч хэрэгжүүлвэл зохилтой дараах саналуудыг дэвшүүлж байна. Үүнд:

- Авто замын тухай хууль, бусад холбогдох норм, дүрэмд шилжилтийн болон доод зэрэглэлийн хучилттай авто замууд болох хайрган хучилттай авто зам, хөрсөн зам, түр замаас үүсэж буй агаарын бохирдол, тоосжилтын асуудлыг шийдвэрлэх онцлог болон тусгайлсан арга хэмжээний талаар тусгах.
- Авто замаас агаар мандалд тархаж буй тоосонцрын хэмжээг тодорхой хэмжээнд бууруулахын тулд хайрган хучилттай болон хөрсөн замаар зорчиж буй тээврийн хэрэгслийн хурдыг хязгаарлах анхааруулах тэмдгийг (40 км/ц) байршуулах.
- Хайрган хучилттай даваануудад хөдөлгөөний эрчим болон тээврийн хэрэгслийн хурд бүртгэдэг камеруудтай байхаар зохион байгуулах.
- Хайрган хучилттай авто замд хэрэглэгддэг олон төрлийн бэхжүүлэгч материалуудыг зам хариуцагч болон мэргэжилтнүүдэд шийдвэр гаргах түвшинд танилцуулах, тоосжилт бууруулах, хөрс бэхжүүлэгч нэмэлт бодисыг сонгоход лабораторийн шинжилгээний үр дүнд үндэслэн ашиглахад тохиромжтой хувилбар, үзүүлэлт, зааварчилгааг багтаасан “Хавсралт 1-3”-т заасан загвар бүдүүвчийг санал болгож байна. Энэхүү загвар нь хайрган хучилттай авто замын геометр хэмжээс, хөдөлгөөний эрчим, байгаль цаг уурын нөхцөл байдал болон өнгөн үеийн материалын шинж чанарын мэдээлэл дээр тулгуурлан тоосжилт бууруулагч, хөрс бэхжүүлэгч нэмэлтийг сонгох боломжтойгоороо онцлог юм.

5.3. Гаргаж байгаа зөвлөмж

Судалгааны ажлын хүрээнд өндөр уул давааны зорчих хэсгийн дагуу налуу ихтэй хэсгүүдэд асфальтбетон хучилт дэвсээгүй, хайрган хучилттай авто замуудад үүсэж буй тоосжилтыг багасгах, далан, суурийн материалын ачаа даац, бат бэхийн үзүүлэлтийг нэмэгдүүлэх зорилгоор ашиглагдах химийн нэмэлт бодисуудын шинж чанар, хэрэглээ болон гүйцэтгэлийг судалсны үндсэн дээр дараах зөвлөмжийг гаргаж байна. Үүнд:

1. Урьдчилсан үнэлгээ хийхтэй холбогдолтой

- Урьдчилсан үнэлгээний явцад хайрган хучилттай авто замд үүсэж буй тоосжилтын үндсэн шалтгааныг судалж, тодорхойлох нь чухал бөгөөд

тоосжилтын асуудал нь авто замын дагуу налуу, хөдөлгөөний эрчим, материалын шинж чанар, ширхэглэлийн хэмжээ, даац болон ус зайлуулах байгууламж зэргээс хамааран харилцан адилгүй байна.

- Иймд, тухайн авто замд тохирсон засвар, арчлалтын талаарх шийдвэр боловсруулахын тулд эхний ээлжинд авто замын нөхцөл байдлын үнэлгээг гаргана. Төслийн багийн эхлэлийн шатны тайлангийн 3.2-р бүлэгт тусгагдсан хайрган хучилттай авто замын далан суурийн материалд нийтлэг гардаг эвдрэлийн төрлүүд болон засвар, арчлалтын шийдэлд үндэслэн арга хэмжээг хэрэгжүүлэх.

2. Тоосжилт бууруулагч, хөрс бэхжүүлэгч нэмэлтийг сонгохтой холбогдолтой

- Хайрган хучилттай давааны тоосжилтыг багасгах, хөрсөн хэсгийг бэхжүүлэхэд энэхүү тайлангийн 4.3-р бүлэгт заасан хөрс бэхжүүлэгч нэмэлт бодисуудыг материалын төрөл, зарцуулагдах норм болон хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөлөл зэрэгт үндэслэн сонгон ашиглах. Бодис ашиглах лавлагаа мэдээллийг нийлүүлэгч болон борлуулагч компаниас нэмэлтээр авах шаардлагатай.
- Химийн нэмэлтийг тоосгүйжүүлэх болон бэхжүүлэх зорилгоор ашиглахдаа энэхүү тайлангийн “Хавсралт 1: Материалын шинж чанарыг урьдчилан таамаглах график”-т тулгуурлан урьдчилан таамаглах нь тухайн хөрсний шинж чанарт үндэслэн химийн нэмэлтийн төрлийг сонгон лабораторийн болон талбайн туршилтад ашиглах нь эдийн засгийн хувьд үр ашигтай.
- Хөрс болон хучилтыг бэхжүүлэгч, мөн доод зэрэглэлийн хучилттай авто замаас үүсэж буй тоосжилтыг бууруулах зориулалттай төрөл бүрийн органик болон органик бус бэхжүүлэгч нэмэлт материалуудын судалгаанаас үзэхэд хлорид суурьтай нэгдэл, лигнин суурьтай нэгдлүүдийг тоосгүйжүүлэх зорилгоор дундаж хөдөлгөөний эрчимтэй, 2А, 2Б зэрэглэлийн (100<200 маш/хон) замд ашиглах нь тохиромжтой байна.

3. Лабораторийн нөхцөлд материалын шинж чанарыг судлахтай холбогдолтой

- Тоосжилт бууруулах, хөрс бэхжүүлэгч нэмэлтийг авто замын материалын хөрсний шинж чанарт тулгуурлан сонгон ашиглана. Шилжилтийн болон доод ангиллын органик барьцалдуулагчгүйгээр хийсэн авто замын тоосжилтыг бууруулах, хучлагын өнгөн үеийг бэхжүүлэх зорилгоор ашиглах химийн бодисуудын үйлчлэлийг лабораторийн физик-механик шинж чанарыг тодорхойлох туршилтын үр дүнд үндэслэн гүйцэтгэлийг үнэлж байх хэрэгтэй.

- Химийн нэмэлт бодисын тоосгүйжүүлэх үр нөлөөг үнэлэхдээ шууд талбайн туршилт хийх нь эдийн засгийн хувьд үр ашиггүй, их хэмжээний бодис ашиглагддаг тул лабораторийн нөхцөлд тоосжилт хэмжих туршилтыг зориулалтын багаж, тоног төхөөрөмжийн (*iTumbler* болон бусад багаж) тусламжтай урьдчилан хийж гүйцэтгэж, бодисыг сонгон хэрэглэх шаардлагатайг анхаарна уу.

- **4. Тоосжилт бууруулагч, хөрс бэхжүүлэгч нэмэлт ашиглах**

Хайрган хучилтыг хоёр аргаар тоосгүйжүүлэх ба хучилтын эрдэс материалыг химийн нэмэлт материалтай хамт зам дээр нь холих, эсвэл цацах/шүрших аргуудыг ашиглана. Зам дээр нь холих аргыг ээлжит болон их засварын үед ашиглах ба цацах/шүрших аргыг эцсийн шатны тайлангийн Хүснэгт 1.б-д заасан нэмэлт бодисын зарцуулагдах норм, үйлчлэлийн хугацаанд үндэслэн замын урсгал болон ээлжит засварын үед хэрэглэх нь үр дүнтэй.

- Том ширхэглэл ихтэй хайрган хучилттай авто замд химийн нэмэлтээр бэхжүүлэлт хийх нь төдийлөн үр дүндтэй байдаггүй. Химийн нэмэлтүүд нь эхний боловсруулалтаар тоосжилтыг бууруулах боловч, тоосжилтыг бүрэн үр дүнтэй арилгаж чаддаггүй, ашиглалтын явцад тоосжилт дахин нэмэгддэг. Энэхүү асуудлыг 2-аргаар шийдвэрлэх боломжтой ба нэгдүгээрт, их хэмжээний химийн нэмэлт бодисыг ашиглах (жишээ нь: том ширхэглэлтэй дүүргэгч материалуудын хооронд хангалттай холбоог үүсгэхийн тулд химийн бодисыг нэмж ашиглах) боломжтой. Хоёрдугаарт, химийн нэмэлтээр бэхжүүлэлт хийхийн өмнө "нарийн ширхэглэлтэй" материалыг талбайд нэмж ширхэглэлийн коэффициентийг тохируулах боломжтой боловч сонгон авсан талбайд шинэ материалыг карьераас тээвэрлэх нь эдийн засгийн хувьд үр ашиггүй, зардал ихтэй арга юм. Мөн түүнчлэн, ширхэглэлийн зэрэглэлийг тохируулахгүй орон нутгийн материалд шууд нэмэлтийг ашигласнаар том ширхэглэлтэй дүүргэгч хооронд барьцалдалт үүсэлгүй замын хөвөө болон зорчих хэсэг рүү зөөгдөж чулууны ялгарал үүсдэг тул тоосжилтын түвшин дахин нэмэгдэх хандлагатай.
- Хуурай, эрс тэс уур амьсгалтай манай орны хувьд химийн нэмэлт бодисоор бэхжүүлсэн хөрсийг хөдөлгөөний эрчим ихтэй (>2000 маш/хон) авто замын хучлагад ашиглах нь тохиромжгүйг анхаарах нь зүйтэй.
- Судалгааны ажлын талбайн туршилтад хэрэглэсэн “ANT” хөрс бэхжүүлэгч нэмэлт бодисыг суурийн болон далангийн үеийн материалын ачаа даацыг нэмэгдүүлэх зорилгоор ашиглах нь илүү үр дүнтэй тул цаашид энэ аргыг зураг төслөөр дамжуулан нэвтрүүлэх нь зүйтэй гэж үзэж байна.

- Огцом уруу, өгсүүртэй давааны хөдөлгөөний эрчим өндөртэй (>2000 маш/хон) авто замуудыг тооцоонд үндэслэн хатуу хучилттайгаар төсөллөж, барих нь зүйтэй.

/хоосон хуудас/