



Нүүрсний ил уурхайн бүс нутгийн усны мониторингийн тухай зөвлөмж

Recommendations on water monitoring in open-pit coal-mine areas in Mongolia (RWM)

Монгол орны нүүрс олборлолтын улмаас эвдэрсэн газрыг нөхөн сэргээх, байгаль орчныг хамгаалах нөхцөлийг бэхжүүлэх нь

Strengthening of environmental protection requirements for the
rehabilitation of areas devastated by coal-mining in Mongolia

ADVISORY ASSISTANCE PROGRAMME (AAP)

of

the Federal Ministry for the Environment, Nature
Conservation and Nuclear Safety

Project No. 90148

Project: Strengthening of environmental protection
requirements for the rehabilitation of areas devastated
by coal-mining in Mongolia

Нүүрсний ил уурхайн бүс нутгийн усны мониторингийн тухай зөвлөмж

by

G.U.B. Ingenieur AG

Niederlassung Freiberg

Halsbrücker Straße 34

09599 Freiberg

Telephone 0049 3731 69228-0

E-Mail info@gub-freiberg.de

Internet www.gub-ing.de

and

Lausitzer und Mitteldeutsche

Bergbauverwaltungsgesellschaft mbH (LMBV mbH)

Knappenstraße 1

01968 Senftenberg

On behalf of the German Environment Agency

Report completed in November 2019

This project was financed by the German Federal Environment Ministry's Advisory Assistance Programme (AAP) for environmental protection in the countries of Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia and other countries neighboring the EU. It was supervised by the German Environment Agency.

The responsibility for the content of this publication and the photos lies with the authors.
Image on the front page: Open-pit coal-mine Sharyn Gol (C. Konrad 2018)

Acknowledgment for the commentary and valuable suggestions for the completion of this guideline:

Prof. Oyun Demchig
Mongolian University of Science and Technology
&
Tulga Mendjargal
Ministry of Environment and Tourism



Abstract: Recommendations on Water Monitoring in Open-pit Coal Mine Areas

Monitoring and understanding the local water system provides a basis for a more sustainable and efficient water management.

This document gives recommendations concerning the planning and technical realization of water monitoring system for open-pit coal-mines, while providing focus on the interpretation, documentation, and reporting of monitoring results. These recommendations are based on site visits to Mongolian open-pits mines, as well as experiences from water monitoring in lignite mining in Germany, which have been adapted by considering the current conditions in Mongolia.

These recommendations are intended for managers at the operational level, but they may also be useful for environmental officials, competent authorities, non-government organizations, students, and people with a general interest in the best practices associated with monitoring the quality and quantity of ground and surface waters in and around open-pit coal-mines. The goal of this work is to improve the mining industry's environmental performance.

Хураангуй: Нүүрсний ил уурхайн бүс нутгийн усны мониторингийн тухай зөвлөмж

Монгол орны усны нөөцийн хувьд хязгаарлагдмал нөөцтэй бөгөөд усны нөөцийг хамгаалах зайлшгүй шаардлагатай. Усны нөөцөд уул уурхайн олборлолтын үзүүлэх нөлөө зайлшгүй тул Монгол улсын Засгийн газар эдгээр нөлөөллийг бууруулах ажлын хүрээнд уул уурхайн үйл ажиллагааг янз бүрийн түвшинд зохицуулж байна. Үүний зорилго нь уул уурхайн компаниудыг тогтвортой усны менежменттэй байхыг шаардсанаар уул уурхайн байгаль орчинд үзүүлэх хор нөлөөг багасгахад оршино.

Тухайн орон нутгийг хангаж буй ус зүйн системийг таних, хяналт шинжилгээ хийх нь усны тогтвортой менежментийг үр дүнтэй болгох үндэс суурь болдог. Тийм учраас уул уурхайн компаниудыг усны хяналт шинжилгээг үйл ажиллагаандаа уялдуулж ажиллахыг хуулиар зохицуулсан байдаг. Мөн олон улсын стандартад тулгуурласан хэд хэдэн эрх зүйн зохицуулалтууд байдаг. Гэвч хяналт шинжилгээний үр дүнд тайлалт хийх, баримтжуулах, тайлагнах дэлгэрэнгүй тодорхойлолт одоогоор үгүй байна. Хяналт шинжилгээний тайланд үнэлгээ хийх нь усны эрх бүхий байгууллагад үр ашиггүй мэт санагдаж болох боловч хяналт шинжилгээний үр дүнг хянах замаар уурхайн хатаалтын оновчтой менежментийг улам сайжруулахад ач холбогдолтой.

Эдгээр зөвлөмж нь үйл ажиллагааны түвшинд менежерүүдэд зориулагдсан боловч байгаль орчны ажилтнууд, эрх бүхий байгууллага, төрийн бус байгууллага, оюутнууд, нүүрсний уурхайнуудын гадаргын ба газар доорх усны нөөц болон чанарын хяналт шинжилгээтэй холбоотой тэргүүн туршлагыг сонирхож байгаа хүмүүст хэрэгтэй байж болно. Энэхүү ажлын зорилго нь уул уурхайн салбарын тогтвортой хөгжлийг сайжруулахад уншигчдыг урамшуулах явдал юм.

Агуулга

Тоонуудын жагсаалт.....	7
Хүснэгтүүдийн жагсаалт	8
1. Өмнөтгөл.....	10
2. Танилцуулга	12
Уул уурхай ба ус	12
Уул уурхайн салбарын усны хяналт шинжилгээний зорилго, үр дүн	12
Эрх зүйн орчин ба стандартууд	14
Усны хяналт шинжилгээний ажлын явц ба үр дүн.....	15
Системийн урьдчилсан тодорхойлолт.....	16
3. Хяналт шинжилгээний объектын тодорхойлолт	20
4. Газар доорх ус	22
5. Гадаргын ус	31
Гадаргын усны хяналт шинжилгээний объект	31
Хяналт шинжилгээний хөтөлбөр	31
Усны түвшнийг хэмжих.....	31
Урсацын хэмжилт.....	32
Гадаргын усны сорьц авах	35
6. Өгөгдлийн менежмент.....	37
7. Хяналт шинжилгээний үр дүнгийн тайлалт, шинжилгээ	41
Усны түвшний хэмжилтийн үнэн зөвийг шалгах, дүрслэх, тайлалт хийх	41
Усны чанарын хэмжих хэрэгслийн үнэн зөвийг шалгах, дүрслэх, тайлалт хийх	45
1. Ус ашиглагчдын үнэлгээ	45
8. Тайлан гаргах	52
9. Хяналтын үр дүнг урсгалын тоон загвар болгон хөгжүүлэх	55
Тоон загварын ойлголт.....	55
Арга, шийдэл, программ хангамжийг сонгох:	56
Хил хязгаарын нөхцөлийг оруулах	59
Хяналт шинжилгээний үр дүнгийн хэрэгжилт	59
Загварын үр дүнг үнэлэх	59
Тоон загварыг тайлагнах	60
10. Хяналт шинжилгээний үнэлгээ, оновчлол, аудит.....	62

Тоонуудын жагсаалт

Зураг 1:	Монголын байгаль орчинтой холбоотой уул уурхай, ашигт малтмалын тухай гол хуулиуд	14
Зураг 2:	Гидрологийн гурвалжин (интерполяци) арга ба газар доорх усны түвшний шугамаар зураглах	24
Зураг 3:	Хяналт шинжилгээний цооногийн төрлүүд	25
Зураг 4:	Гадаргуугийн усны түвшин хэмжилтийн жишээ.....	32
Зураг 5:	Урсгалын хурд хэмжилт.....	33
Зураг 6:	Гурвалжин хэлбэртэй халиагуур жишээ.....	33
Зураг 7:	Усны түвшний гидрографийн жишээ.....	42
Зураг 8:	Пайпер диаграмаар ангилах.....	49
Зураг 9:	WILCOX-диаграмм.....	51

Хүснэгтүүдийн жагсаалт

Хүснэгт 1:	Бүс бүр дэх уст давхаргын системийн шинж чанар	17
Хүснэгт 2:	Бүс бүр дэх уст давхаргын хил хязгаарын онцлог шинж чанарууд	18
Хүснэгт 3:	Хяналт шинжилгээний цооногийн ялгаатай төрлүүд , товч тодорхойлолт	24
Хүснэгт 4:	Газар доорх усны түвшний хэмжилтийн баримтжуулалтын жишээ.....	37
Хүснэгт 5:	Гадаргын усны урсацын хэмжилтийнцэгийг баримтжуулалтын жишээ.....	37
Хүснэгт 6:	Усны сорьцлолтыг баримтжуулах тухай жишээнүүд	38
Хүснэгт 7:	Ус зүйн нөхцөлийн тойм.....	44
Хүснэгт 8:	Өөр өөр төрлийн усны цахилгаан дамжуулалт	47
Хүснэгт 9:	Гидрогеологийн судалгааны баримт бичгийн бүтэц	52
Хүснэгт 10:	Тоон загварт тохирох программ хангамжийн жишээ.	57

Хураангуй

Нүүрс олборлолт нь Монголын уул уурхайн салбарын өсөн нэмэгдэж буй хэсэг бөгөөд Монгол улсын эрчим хүчний хамгийн чухал эх сурвалж юм. Тиймээс уул уурхайн төслүүдийг эдийн засаг, нийгэм, байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөнөөс хамааран нарийн, урт хугацаагаар төлөвлөх нь маш чухал юм. Түүнчлэн нүүрсний уурхайн үйл ажиллагаа нь хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөллийг багасгах, хууль эрх зүйн хүрээнд хүлээсэн үүргээ биелүүлэхэд чиглэсэн үйл ажиллагааны зардлыг оновчтой болгох практик зөвлөмжүүд шаардлагатай байна.

Усны нөөц, чанар нь нүүрс олборлох үйл ажиллагааны явцад хамгийн ихээр өртөгдөж, өөрчлөгддөг. Уул уурхайн олборлолттой холбоотой ашигт малталтын ордын хатаалт хийж, усыг зайлуулах нь уул уурхайд тавигдах гол хэрэгцээ шаардлага байдаг бөгөөд ялангуяа нүүрсний ил уурхайнуудад олборлолт хийж, усны түвшнийг бууруулснаас томоохон хэмжээний талбайг хамарсан газар доорх усны түвшин бууралт бий болдог.

Мөн уурхайн үйл ажиллагааны явцад ус ашиглалт, гидрохимийн урвал явагдсанаас усны чанар өөрчлөгдөж, бохирддог. Монгол орны усны нөөцийн хувьд хязгаарлагдмал нөөцтэй бөгөөд усны нөөцийг хамгаалах зайлшгүй шаардлагатай. Усны нөөцөд уул уурхайн олборлолтын үзүүлэх нөлөө зайлшгүй тул Монгол улсын Засгийн газар эдгээр нөлөөллийг бууруулах ажлын хүрээнд уул уурхайн үйл ажиллагааг янз бүрийн түвшинд зохицуулж байна. Үүний зорилго нь уул уурхайн компаниудыг тогтвортой усны менежменттэй байхыг шаардсанаар уул уурхайн байгаль орчинд үзүүлэх хор нөлөөг багасгахад оршино. Тухайн орон нутгийг хангаж буй ус зүйн системийг таних, хяналт шинжилгээ хийх нь усны тогтвортой менежментийг үр дүнтэй болгох үндэс суурь болдог. Тийм учраас уул уурхайн компаниудыг усны хяналт шинжилгээг үйл ажиллагаандаа уялдуулж ажиллахыг хуулиар зохицуулсан байдаг. Мөн олон улсын стандартад тулгуурласан хэд хэдэн эрх зүйн зохицуулалтууд байдаг. Гэвч хяналт шинжилгээний үр дүнд тайлалт хийх, баримтжуулах, тайлагнах дэлгэрэнгүй тодорхойлолт одоогоор үгүй байна. Хяналт шинжилгээний тайланд үнэлгээ хийх нь усны эрх бүхий байгууллагад үр ашиггүй мэт санагдаж болох боловч хяналт шинжилгээний үр дүнг хянах замаар уурхайн хатаалтын оновчтой менежментийг улам сайжруулахад ач холбогдолтой.

Энэхүү баримт бичиг нь нүүрсний ил уурхайд усны хяналт шинжилгээний системийг төлөвлөх, техникийн дүгнэлт хийхтэй холбоотой зөвлөмжийг өгч, хяналт шинжилгээний үр дүнг тайлагнах, баримтжуулах, тайлбарлахад онцгой анхаарал хандуулсан болно. Эдгээр зөвлөмжүүд нь Монгол дахь ил уурхайнууд болон Монголын өнөөгийн нөхцөл байдлыг харгалзан үзсэний үндсэн дээр Герман улс дахь нүүрсний уурхайн усны хяналт шинжилгээний туршлага дээр суурилсан.

Эдгээр зөвлөмж нь үйл ажиллагааны түвшинд менежерүүдэд зориулагдсан боловч байгаль орчны ажилтнууд, эрх бүхий байгууллага, төрийн бус байгууллага, оюутнууд, нүүрсний уурхайнуудын гадаргын ба газар доорх усны нөөц болон чанарын хяналт шинжилгээтэй холбоотой тэргүүн туршлагыг сонирхож байгаа хүмүүст хэрэгтэй байж болно. Энэхүү ажлын зорилго нь уул уурхайн салбарын тогтвортой хөгжлийг сайжруулахад уншигчдыг урамшуулах явдал юм.

1. Өмнөтгөл

Ус бол агаар, хөрсөөс гадна уул уурхайн үйл ажиллагаанд өртдөг байгаль орчны нөөцийн нэг юм. Уул уурхайн үйл ажиллагаа нь усны нөөц болон чанарт нөлөөлж, Монгол орны усны нөөцөд эрсдэл учруулж болзошгүй. Ихэнх тохиолдолд уурхайн үйл ажиллагаа нь уурхайн талбайн ус зүй, гидрогеологи, байр зүйн шинж чанарыг өөрчилдөг. Гадаргын урсац, хөрсний чийг, газар доорх усны хөдөлгөөн, усны чанар, ууршилт зэргийн өөрчлөлт нь уул уурхайн ашиглалтын дараах үе шатанд удаан хугацаанд үргэлжилдэг.

Ухаалаг менежментийн үйл ажиллагаа нь гадаргын болон газар доорх усны нөөцийн тэнцвэрт байдлыг хангах, усны чанарт үзүүлэх нөлөөллийг бууруулах хариуцлагатай уул уурхайг хөгжүүлэх явдал юм. Эдгээр туршлагыг уурхайн олборлолтын үе, мөн уурхайн хаалтын үед орон нутгийн болон бүс нутгийн хэмжээнд гүйцэтгэх ёстой. Усны хяналт шинжилгээ хийх шаардлага нь эрх зүйн баримт бичгүүдэд тусгагдсан байдаг бөгөөд эрх бүхий байгууллагаас зөвшөөрөл авах үйл явцын нэг хэсэг юм.

Найдвартай, нарийвчлал сайтай мэдээллийн сан нь байгаль орчны менежментийн олон төлөвлөгөөний чухал бүрэлдэхүүн хэсэг болдог. Усны хяналт шинжилгээний хөтөлбөрийн зорилго нь:

- ▶ Уурхай болон уурхайн орчмын бүс нутгуудад нөлөөллийн болон ослын мониторинг хийхэд үндэслэсэн байгаль орчны болон усны нөөцийн менежментийн төлөвлөгөөг боловсруулах. Эдгээр төлөвлөгөө нь шийдвэр гаргах үйл явцыг хөнгөвчлөх, тодорхой газар нутагт урьдчилан сэргийлэх, засч залруулах арга хэмжээг тодорхойлоход урьдчилан мэдээлэх тогтолцоо юм.
- ▶ Уул уурхайн төслийг хэрэгжүүлэхийн өмнө анхны төлөв байдлыг баримтжуулах.
- ▶ Уурхайн талбай дахь ус ашиглалтанд хяналт тавих: Энэ нь компаниудад усны дахин ашиглалтын талаарх дотоодын зардлаа хянах, оновчтой болгох боломжийг олгодог.
- ▶ Усны дахин ашиглах, менежментийн үр нөлөөг үнэлэх, түүнчлэн уул уурхайн үйл ажиллагаа бүс нутгийн усны балансад нөлөөлөх нөлөөллийг үнэлэх.
- ▶ Бохирдлын эх үүсвэр, цар хүрээг тодорхойлох: Бохирдуулагч эх үүсвэр нь уурхайн талбайгаас тархахтай холбоотой үр дагавар, хариуцлагыг тусгасан хууль эрх зүйн баримт бичгүүд нэлээд бий. Бохирдолтой холбоотой эрсдэлийг бууруулах арга хэмжээнд ус цэвэршүүлэх технологийг нэвтрүүлэх эсвэл цаашдын үйл үйл ажиллагааны хяналтыг багтааж болдог.
- ▶ Газар доорх усны хэтийн төлөв байдлын таамаглал, үнэлгээг сайжруулахын тулд газар доорх усны тоон загварыг хэмжилтийн өгөгдлүүдтэй харьцуулж, баталгаажуулалт хийх.
- ▶ Газар доорх усны тоон загварт тулгуурлан шаардагдах үйл ажиллагаа, санхүүгийн нөхцөлийг харгалзан уурхайн ашиглалтын болон хаалт хийх төлөвлөлтийн журмыг боловсронгуй болгох.
- ▶ Хэрэгжүүлсэн менежментийн үйл ажиллагааны амжилтыг үнэлэх, тодорхой стандарт, хууль тогтоомжид нийцэж буй эсэхэд аудит хийх

Энэхүү баримт бичигт усны хяналт шинжилгээг гадаргын ба газар доорх усны нөөц, чанарыг тодорхойлох, бүртгэлжүүлэх, баталгаажуулалт хийх гэдгийг тодорхойлж өгсөн.

Эдгээр зөвлөмжүүд нь гидрологи, гидрогеологийн онолын үндэслэлд гүнзгий суурьлаагүй авч усны хяналт шинжилгээний төлөвлөлт, хэрэгжүүлэлт, үйл ажиллагааны горим, түүнчлэн усны нөөцийн менежментийн талаарх өгөгдөл, дүгнэлтийг баримтжуулах, тайлалт хийхэд илүү чиглэгдсэн. Нэн ялангуяа өгөгдлийн тайлалт хийхэд онцгой анхаарал хандуулсан болно.

2. Танилцуулга

Уул уурхай ба ус

Дараах зөвлөмжүүдэд газар доорх ус болон нүүрсний ил уурхайн олборлолтын үеийн ус зайлуулалт, түүний гадаргын устай харилцан уялдаа холбоог тусгасан болно.

Уурхайн олборлолтоос өмнө газар доорх усны түвшнийг урьдчилан бууруулж, уурхайд орж ирэх усны хэмжээг багасгадаг. Үүнээс үүдэн газар доорх усанд агуулагдах давс, фторын агууламж нэмэгдэх байдлаар бохирдол бий болох магадлалтай. Уурхайн ус зайлуулалт нь уурхайд орж ирэх хур тунадасны ус болон газар доорх усыг хуримтлуулж, урсгал хэлбэрээр зайлуулдаг. Уурхайгаас шавхсан усыг цэвэршүүлж уурхайн талбайн тоосжилтыг бууруулахад эсвэл нөхөн сэргээлтийн талбайн усалгаанд ашиглах ба хиймэл нуур эсвэл ус зайлуулах далан руу хийдэг. Зарим тохиолдолд ил уурхайн аюулгүй байдлыг хангах үүднээс ус зайлуулах даланг нүүлгэн шилжүүлэх шаардлагатай болдог.

Ил уурхайн олборлолтын төгсгөл хэсэгт болон уурхайн хаалтын дараах нөхцөлд газар доорх усны түвшин нэмэгддэг. Уурхайн олборлолттой холбоотой гадар доорх орчинд агаар орж ирэхэд геохимийн процесс идэвхжиж, улмаар газар доорх усны чанарт сөрөг үр дагавар учруулдаг.

Уул уурхайн салбарын усны хяналт шинжилгээний зорилго, үр дүн

Хяналт шинжилгээний зорилго нь:

- Уурхайн үйл ажиллагаанд нөлөөлөх усны аюулгүй байдлыг хянах.

Уул уурхайн үйл ажиллагааны эн тэргүүнд уурхайн ажиллагчдын аюулгүй байдлыг хангах явдал юм. Уурхайд орж ирэх усны урсац нь уурхайн геотехникийн тогтвортой байдалд аюул учруулж болзошгүй байдаг. Газар доорх усны түвшин буюу уурхайн малталтанд орж ирэх усны урсцын мэдээлэл нь уурхайгаас усыг зайлуулах усны хэмжилт, тэдгээрт хяналт шинжилгээг хийхэд хамгийн чухал урьдчилсан нөхцөл болдог ба усны хяналт шинжилгээнээс гадаргын ба газар доорх усны онцлог шинжийн талаар мэдээлэл авч болно. Уурхайн ус зайлуулалтыг зохистой хэмжээнд байлгах замаар уурхайн аюулгүй байдлыг хангаж ажилладаг.

- Ус зайлуулах арга хэмжээг төлөвлөх, хяналт шинжилгээ хийх, хянах, оновчтой болгох шаардлагатай үндэслэл гаргах

Усны түвшнийг бууруулах нь уурхайн олборлолтын хэвийн явагдах боломжийг бүрдүүлдэг. Усны хяналт шинжилгээний үр дүнгээр уурхайгаас усыг хэрхэн зайлуулах талаар дүгнэлт хийж болно. Ихэнхдээ уурхайд орж ирэх усны урсац улирлын чанартайгаар хугацаанаас хамаарч өөрчлөгдөж байдаг тул үүнтэй уялдуулж уурхайгаас зайлуулах усны хяналтыг хийж, усны хяналт шинжилгээний үр дүнг авах шаардлагатай. Уурхайн ус зайлуулалтанд маш их хэмжээний зардал шаарддаг бөгөөд уурхайн усны хяналт шинжилгээний өгөгдөлд дүн шинжилгээ хийснээр ус зайлуулалтыг оновчтой болгож, дагалдах зардлыг бууруулах боломжтой.

Уул уурхайн үйл ажиллагаанаас байгаль орчинд нөлөөлөх үр дагаварыг аль болох багасгах шаардлагатай байдаг. Үүнд: хэрэглээг аль болохоор багасгах (хамгийн чухал), шаардлагатай менежментийн арга хэмжээ, стратегийг хэрэгжүүлэх замаар усны бохирдлыг бууруулах, багасгах, бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх боломжгүй тохиолдолд бохирдсон усыг дахин ашиглах, нөхөн сэргээх, дахин ашиглах боломжгүй эсвэл нөхөн сэргээлтгүй усыг цэвэршүүлэх, цэвэршүүлсэн усыг

зайлуулах (тийм их чухал биш) зэрэг орно. Усны дахин ашиглалт, нөхөн сэргээлт хийх сэдэл нь чанар сайтай усны хэрэглээг багасгах, уурхайгаас гарч буй бохирдлыг бууруулах, улмаар түүний хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийг сааруулах, усны эргэлтэт системийн усны алдагдлыг багасгах, усыг дахин ашиглах боломжийг нэмэгдүүлэх явдал юм. Эдгээрийн хэрэгжилт нь усны хяналт шинжилгээний үе шатыг дагалдаж хийгдэх ба эсвэл найдвартай үр дүнд хүрсний дараа хийгдэж болно.

Үндсэндээ дараах шаардлагыг ханган биелүүлэх ёстой.

- ▶ Усны чанараас үүдэлтэй эрүүл мэндийн эрсдэлийн талаарх мэдээллийг олон нийтэд ил тод мэдээлэх үндэс суурь байх ёстой.
- ▶ Уул уурхайн компаниуд усны хамгааллын журам, зааврыг хэрэгжүүлдэг байх ёстой..
- ▶ Эрх бүхий байгууллагууд уул уурхайн компаниуд хариуцлагатай ажиллана гэдэгт итгэх ёстой.
- ▶ Төрийн болон төрийн бус байгууллага нь уул уурхайн компаниудыг хянах эрх бүхий байгууллагын ажилд итгэх ёстой.
- ▶ Усны ашиглалтын зөвшөөрөл, байгаль орчны менежментийн төлөвлөгөө гэх мэт мөрдөх ёстой тогтоосон стандарт, хууль тогтоомжийн хэрэгжилтэд аудит хийгддэг байх ёстой.
- ▶ Уурхайн ус зайлуулах далангийн усны балансад уурхайн олборлолт, үйл ажиллагаанаас нөлөөлөх нөлөөллийг үнэлэх ёстой.
- ▶ Урьдчилан таамаглах, үнэлэх гидрогеологийн янз бүрийн загварыг шалгаж, тохируулга хийх шаардлагатай бөгөөд үүнд уурхайг ашиглах, хаах үеийн санхүүгийн нөхцөл байдал, шаардлагатай арга хэмжээний талаарх төлөвлөгөө орно.

Усны тоо хэмжээтэй холбогдуулан дараах дэлгэрэнгүй мэдээллийг тэмдэглэнэ. Үүндээ газар доорх усны түвшин, урсгалын чиглэл, чиг хандлага, уур амьсгалын нөхцөл, ус хэрэглэгч, газар доорх усны нэвчилт, гадаргын усны тэжээмж, газар доорх усны хуримтлал, гадаргын ба газар доорх усны харилцан холбоо зэрэг районд тархсан ус зүйн системийг ойлгох, тодорхойлох, баримтжуулах юм. Усны балансын хүрээнд уул уурхайн ус зайлуулах үйл ажиллагааны нөлөөллийг тооцохдоо ус, цаг уурын тэнцвэрт байдал, мөн усны тэжээмж, илэрцийн нөхцөлийг харгалзан үзэх шаардлагатай. Уурхайн олборлолтын ажил дууссаны дараа гадаргын усны ууршилтаар үүсэх усны хомсдолыг багасгах зорилгоор тогтвортой, өөрөө зохицуулагддаг усны балансыг бий болгож, удирдан зохион байгуулах ёстой.

Усны чанарын хувьд дараах гол зүйлийг анхаарна. Үүнд:

- ▶ Уурхайн ашиглалтын нөлөөллөөс өмнөх үеийн усны чанарын байдлыг тодорхойлох;
- ▶ Уул уурхайн үйл ажиллагаанаас усны чанарт нөлөөлөх нөлөөллийг тооцоолох (жишээ нь, усны чанарын өөрчлөлт гэх мэт);
- ▶ Усны ундарга, усанд агуулагдах бодисын хэмжээ стандарт хязгаарт байгаа эсэхийг үнэн зөв бүртгэн тогтоох;
- ▶ Одоо байгаа аливаа орон нутгийн бохирдлыг тодорхойлох;
- ▶ Байгалийн болон уул уурхайн үйл ажиллагааны улмаас үүссэн гидрохимийн үйл явцын үнэлгээг хийх;
- ▶ Усны чанарт ирээдүйд гарах өөрчлөлт, хандлагыг тодорхойлох.

Эрх зүйн орчин ба стандартууд

Уул уурхайн үйл ажиллагаа эрхлэгчид усны тусгай зөвшөөрөл хүссэн өргөдөлдөө усны хяналт шинжилгээний хэмжилтийн цэг, хамрах хүрээ, химийн шинжилгээ, тайлагнах хугацаа, түүний давтамж зэргийг тодорхойлсон хяналтын хөтөлбөрийн саналаа оруулсан байх ёстой. Уг хөтөлбөрөө тусгай зөвшөөрөл олгох эрх бүхий байгууллагаар батлуулж, өөрчлөлт хийх боломжтой. Ус ашиглалтын тусгай зөвшөөрөлд усны хяналт шинжилгээ хийх шаардлагыг тусгаж өгсөн байх шаардлагатай.

Монгол Улсын Усны тухай хуулийн хураангуйг 4-р хавсралтад оруулсан бөгөөд ашигт малтмал, олборлолт, түүнтэй холбоотой байгаль орчны үүрэг хариуцлагын талаарх гол хууль тогтоомжийн бүдүүвчлэн 1-р зурагт үзүүлэв.

Зураг 1: Монголын байгаль орчинтой холбоотой уул уурхай, ашигт малтмалын тухай гол хуулиуд

(LMBV mbH)



Уурхайн усны хяналт шинжилгээнд тавигдах шаардлагыг ихэнх тохиолдолд дараахь хоёр чиглэлийн ажлаар тодорхойлдог.

- ▶ Уурхайн олборлолтын үйл ажиллагаанаас хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийг (чанар/тоо хэмжээний хувьд) хянах (жишээ нь: уурхайн ус зайлуулалт гэх мэт)
- ▶ Уурхайн ашиглалтын аюулгүй байдлыг хангах үүднээс ус зайлуулах үйл явцын үр нөлөөг хянах.

Тиймээс уурхайн усны хяналт шинжилгээнд тавигдах шаардлага, заалтуудыг тусгахдаа уурхайн төрөл, ашигт малтмалыг олборлох болон байгаль орчны нөхцөл, бусад (боломжит) хэрэглэгчдийг тус бүрээр нь тодорхойлж тогтооно.

Усны хяналт шинжилгээ болон усны менежментийн талаарх журам, стандартыг V хавсралтад оруулав.

Усны хяналт шинжилгээний ажлын явц ба үр дүн

Усны хяналт шинжилгээ нь дараах үе шатуудаас бүрдэх ба уул уурхайн үйлдвэрлэлийн бүхэл бүтэн мөчлөгийн туршид хийгдэнэ. Үүнд:

- (I) ТЭЗҮ ба төлөвлөлтийн үе шат (үүнд хайгуулын ажил орно)
- (II) Уул уурхайн олборлолтын буюу үйл ажиллагааны үе шат
- (III) Уурхайн хаалтын үе буюу уурхайн ашиглалтын дараах үе шат.
- (IV) Ашиглалтын дараах үе шат (нөхөн сэргээлтийн дараа; гидрогеодинамикийн тогтвортой байдал)

Уурхайн үйл ажиллагааны явцад хийх усны хяналт шинжилгээ, усны нөөцийн нэгдсэн менежментийг хөгжүүлэхэд шаардлагатай инженерийн болон зөвлөх үйлчилгээнүүдийг дараах байдлаар харуулав.

ТЭЗҮ ба Төлөвлөлтийн үе шат (Уурхайн ашиглалтаас өмнөх үе)

Усны хяналт шинжилгээний салшгүй хэсэг нь ус зүй, гидрогеологийн анхны, өөрчлөгдөөгүй төлөв байдлын нарийвчилсан тодорхойлолт бөгөөд дараах зүйлс орно. Үүнд:

- ▶ газар доорх усны хөдөлгөөний онцлог: газар доорх усны урсгалын чиглэл, урсцын градиент, газар доорх усны түвшний улирлын хэлбэлзэл, өөрчлөлт
- ▶ газар доорх усны чанарын бүрэн шинжилгээ
- ▶ гадаргын усны шинж чанар: усны түвшин, урсгалын хурд, улирлын өөрчлөлт
- ▶ гадаргын усны чанар

Уул уурхай ашиглалтад орсны дараа анхны төлөв байдлыг дүрсэлсэн өгөгдлийг хуулбарлах боломжгүй тул энэхүү үнэлж баршгүй мэдээллийг өмнө нь цуглуулахад онцгой анхаарал хандуулах хэрэгтэй. Уурхайн ашиглалтын өмнөх хяналт шинжилгээний үе нь тухайн районы өөрчлөгдөөгүй үеийн усны балансыг тодорхойлох зорилгоор уур амьсгал, цаг уурын янз бүрийн нөхцөлд мэдээлэл цуглуулахын тулд 3-5 жилийн хугацаатай байх ёстой.

Энэ үе шатанд усны нөөцийн менежментийн төлөвлөгөө нь дараах зүйлийг агуулна. Үүнд:

- ▶ нөлөөлөлд өртөгдөх нутаг дэвсгэрийн нийт усны балансыг оновчтой болгох зорилгоор янз бүрийн технологийн үйл явцыг үнэлэх, үүнд усыг дахин ашиглах, нөхөн сэргээх стратеги, г.м
- ▶ усны боломжит эх үүсвэрийг тодорхойлох;
- ▶ янз бүрийн технологийн процесст үндэслэн усны нөөц, чанарын шаардлагыг тодорхойлох;
- ▶ усыг дахин ашиглах, нөхөн сэргээх боломжийг судлах;
- ▶ стратеги төлөвлөгөө, гүйцэтгэлийг хэмжих зорилтуудыг боловсруулах;
- ▶ дээр дурдсан бүх зүйлийг усны нөөцийн менежментийн нэгдсэн төлөвлөгөөнд нэгтгэх.

Энд "уурхайн үйл явцын зураг төсөл" нь уул уурхайн компаниудын уурхайн олборлолт, усны хяналт шинжилгээ, ус ашиглалт, ус зайлуулалтын талаар өөр өөр төлөвлөлтийг илэрхийлдэг.

Уул уурхайн олборлолтын буюу үйл ажиллагааны үе шат

Ашиглалтын үе шатанд газар доорх усны хөдөлгөөнд ус зайлуулалтын яаж нөлөөлөх нөлөөллийг хянах шаардлагатай. Энэ нь газар доорх усны олборлолтын хэмжээ, усны ундарга, уурхай болон түүний ойр орчмын газарт газар доорх усны түвшний бууралтанд (боломжит түвшин) хяналт тавихад оршино (жишээлбэл, ойр орчимд байрлах ундны усны худагт хяналт тавих гэх мэт). Уурхайн ус зайлуулах нь гадаргын усны урсац, түвшинд нөлөөлж болно. Үүний нэг үр дүн нь гадаргын ус газар доорх уст давхаргад их хэмжээгээр нэвчиж орох нь гадаргын усны түвшин, ундарга буурахад хүргэдэг. Тиймээс усны урсац ба усны түвшинг тогтмол хэмжих шаардлагатай. Уурхайн ашиглалтын үе шатанд олборлолтын түвшинг харгалзан янз бүрийн хувилбаруудыг авч үзэж усны балансыг тооцох ёстой.

Усны чанарын өөрчлөлт (жишээлбэл, хүчиллэг уурхайн ус зайлуулах хоолой) нь уурхайгаас олборлосон ус гадаргын ба газар доорх ус руу нэвчсэнтэй холбоотойгоор үүсч болно. Тасралтгүй усны сорьц авах, шинжилгээ хийх нь усны чанарын өөрчлөлтийг илрүүлэхэд чухал ач холбогдолтой.

Уурхайн хаалтын үе буюу уурхайн ашиглалтын дараах үе шат

Уурхайн ашиглалтын дараах үе шатыг шилжилтийн үе ба тогтвортой төлөв байдлын үе шат гэж хоёр дэд үе шатанд хувааж болно. Ус зайлуулалтын үйл явцыг зогсоосны дараа газар доорх усны түвшин (боломжит түвшин) нэмэгдэж эхэлнэ. Энэхүү шилжилтийн үе шатанд усны тогтвортой түвшин хараахан тогтоогдоогүй байгаа хэдий ч гадаргын ба газар доорх усны түвшнийг тасралтгүй хэмжиж, өөрчлөлтийг хянаж, зохих арга хэмжээг төлөвлөх шаардлагатай. Тогтвортой төлөв байдлын үе шатанд газар доорх усны түвшин тогтворжих ба газар доорх усны тэжээмж зөвхөн уур амьсгалын нөхцөлөөс хамаарна. Хэрэв газар доорх усны түвшин нь цаг хугацааны явцад хэлбэлзэл бараг байхгүй бол усны түвшин, ундаргыг хэмжих давтамжийг аажмаар бууруулж болно.

Ихэнх тохиолдолд олборлолт, түүнчлэн ус шавхагдсаны дараа усны чанарт өөрчлөлт ажиглагддаг. Энэ нь ихэвчлэн агааржуулсан хаягдал материал ба усны хоорондын химийн урвалтай холбоотой бөгөөд хүхэр ихтэй материал оролцсон тохиолдолд хүчиллэг уурхайн ус зайлуулалтын шалтгаан болдог. Эрдсийн уусмал, тухайлбал давс бас нөлөөлж болзошгүй байдаг. Урт хугацааны сөрөг нөлөөллөөс урьдчилан сэргийлэх, багасгахын тулд эдгээрийн болзошгүй урвалыг тодорхойлоход онцгой анхаарал хандуулах хэрэгтэй.

Системийн урьдчилсан тодорхойлолт

Геологи, гидрологи, гидрогеологийн төлөв байдлын анхны үнэлгээ нь усны хяналт шинжилгээний төлөвлөгөө боловсруулах шаардлагатай үндэс суурийг тавьдаг. Энэхүү анхны үнэлгээ нь ихэнхдээ интернетэд байдаг мэдээлэл, өмнөх судалгааны болон эсвэл одоо судалж буй шинжээчдийн дүгнэлтэд тулгуурладаг.

Дэлхийн бараг бүх бүс нутгийн геологи, гидрологи, гидрогеологийн талаарх үндсэн мэдээлэл байдаг. Орон зайн хамрах хүрээний хувьд маш том байж болох ч ихэнх тохиолдолд ямар ч хайгуулын үр дүнгүйгээр тунамал буюу хадан чулуулаг, уст давхаргын төлөв байдал, гадаргын ус, цаг уурын нөхцөл зэрэг чухал мэдээллийг тоймлон авах боломжтой. Энэхүү суурь мэдээллийг судлах нь геологи, гидрологи, гидрогеологийн цаашдын судалгааг төлөвлөхөд чухал ач холбогдолтой. Хавсралт -III, хүснэгт III-1-д дурдсан вэбсайтууд ийм суурь мэдээллийг агуулдаг.

Бусад тохиолдолд, урьд өмнө хийсэн шинжилгээний үр дүн, жишээлбэл ус шүүрүүлэх худаг гаргах, хуучин уурхай ашиглах, эсвэл бусад нөөцийг хайх гэх мэт байж болно. Эхний алхам нь энэ мэдээллийг хайж олох явдал юм. Хэрэв уурхай өмнө байгуулагдаад ажиллаж байгаа бол бэлэн байгаа үр дүн, тайлал, өгөгдлийн шинжилгээ хийх ёстой.

Гидрогеодинамикийн системийг загварчлах нэг үндэс суурь бол уст давхаргын системийн онцлогийг тодорхойлох юм. 1-р хүснэгтэд үзүүлсэнтэй ижил хүснэгтэн мэдээллийг цуглуулах, зохион байгуулахад ашиглаж болно. Газар доорх уст давхаргын тархалт, усаар ханасан бүсийн зузаан, шүүрэлтийн итгэлцүүр, ус агуулагч чулуулгийн нүх сүвшилт зэрэг өгөгдөл нь газар доорх уст бүсийг тодорхойлоход чухал ач холбогдолтой. Давхаргын бүтэц нь уст давхаргын бохирдуулагч эх үүсвэрээс хэр сайн хамгаалагдсан болохыг тодорхойлдог.

Хүснэгт 1: Бүс бүр дэх уст давхаргын системийн шинж чанар

Уст бүс	Уст давхаргын системийн шинж чанар - Урьдчилсан үнэлгээ						
	Уст давхаргын төрөл	Уст давхарга хязгаарлагдсан байдал (дээд давхарга)	Хажуугийн өргөн	Уст давхаргын зузаан	Уст давхаргын үзүүлэлтүүд	Усны түвшин	Мэдээллийн эх сурвалж
1	Нэг/олон уст давхарга	Хязгаарлагдмал бүс, хагас хязгаарлагдмал, хязгаарлагдмал	[km] & [%] нийт	[m]	k_f, n_e, n_o, S, S_o	далайн түвшнээс дээш/газрын гадаргаас доош	судалгаа, тайлан, газрын зураг гэх мэт.
2							
...							
N							

Газар доорх усны анхны төлөв байдлын урьдчилсан үнэлгээг тодорхойлсон бүс бүрийг дараах мэдээллийн тусламжтайгаар тодорхойлж болно.

- ▶ Ус хураах талбайн хэмжээ
- ▶ Бүс нутгийн хур тунадасны онцлог: жилийн дундаж хур тунадас, ус цаг уурын балансын тооцоо, газар доорх усны тэжээмжийн мэдээлэл ($[л/с/км^2]$, $[сая. м^3/жил]$)
- ▶ Нийт хадгалагдсан хэмжээ ($[м^3 / м^2]$, $[сая.м^3]$)
- ▶ Сав газрын бусад хэрэглэгчдийн төсөөлсөн хэрэглээ, жишээлбэл, ундны усан хангамж ($[м^3/хоног]$, $[сая. м^3/жил]$)
- ▶ Гадаргын ба газар доорх усны харилцан холбооны тооцоо; нэвчилт/алдагдал ($[м^3/м/өдөр]$, $[м^3/өдөр]$, $[м^3/жил]$)
- ▶ Газар доорх усны чанар; химийн шинжилгээний үр дүн

Уурхайн усыг усны эргэлтэд оруулах нөлөө нь газар доорх ус ашиглагчдын дунд зөрчилдөөн үүсэх нөхцөлийг өдөөж болно. Боломжит зөрчилдөөнийг эхний ээлжинд авч үзэх (газар доорх усны чанар, нөөцийг харгалзан үзэх) нь уурхайн хяналт шинжилгээний хөтөлбөр, усны менежментийн системийг төлөвлөхөд чухал үндэс суурь болж чадна.

Хяналт шинжилгээний сүлжээний ерөнхий лавлах (голын ай сав) нь бүс нутгийн газар доорх усны төлөв байдлыг тусгах ёстой байдаг. Үүнд бүс нутгийн байгаль орчны төлөв байдал, газар доорх усны ашиглалт, гадаргын усны менежментийн нөлөөллийг хамаардаг. Дараах хүснэгтэд зөрчилдөөний болзошгүй нөхцөл байдлыг тодорхойлох мэдээллийг жагсаав.

Хүснэгт 2: Бүс бүр дэх уст давхаргын хил хязгаарын онцлог шинж чанарууд

Бүх тохиолдолд: Тоо хэмжээ, чанар; ач холбогдол (үгүй/бага/дунд/өндөр), тоо (тоо эсвэл цөөн/зарим/зарим/олон), давуу тал (байхгүй/сул/дунд/хүчтэй)

Зөрчилдөөн (түүхэн, бодит бөгөөд ирээдүйн)	1-р бүс	...	Бүс N
Уурхайн бүсээс гадна орших гадаргын усны нөлөөлөлд хамрагдсан гадаргын усны хэмжилт (нэвчилт, олборлолт, урсацын өөрчлөлт гэх мэт)	Тоо хэмжээ: байхгүй/бага/дунд/их Чанар: байхгүй/бага/дунд/өндөр		
Газар доорх усны нөлөөлөлд өртөгдсөн гадаргын усны хэмжилт (нэвчилт, олборлолт, урсгалын өөрчлөлт ...)	Дээрхтэй адил		
Гадаргын усанд уурхайн ус зайлуулалт нөлөөлөх Газар доорх усанд уурхайн ус зайлуулалт нөлөөлөх (газар доорх усны түвшинг бууруулах хэмжээ) жишээ нь: усан хангамжийн худаг, усалгааны худаг, булаг шанд, газар доорх уснаас хамааралтай экосистем	Дээрхтэй адил байхгүй/цөөн/зарим/олон		
Уурхайн нөхөн сэргээлтийн хэмжилт (усжуулалт, овоолгын нөхөн сэргээлт) гадаргын ба газар доорх усны нөлөөлөл			

Мэдээллийн судалгаа, үр дүнг үнэлэх, бүх өгөгдлийн баримтыг архивлах зэргээс гадна, ГМС-ийн тусламжтай мэдээллийн санг боловсруулахыг зөвлөж байна. Дараахь хүснэгтээс харна уу.

ГМС-ийн тусламжтайгаар мэдээллийн баазыг (датабэйс) боловсруулах

- ▶ Орон зайн мэдээллийг боловсруулах, харуулах, засварлах, дүн шинжилгээ хийхэд тохиромжтой хэрэгсэл бол QGIS програм хангамж юм (QGIS 3.8 Zanzibar); <https://www.qgis.org/de/site/> (эсвэл: <https://www.qgis.org>); энэ нь WINDOWS, MAX, LINUX, BSD гэх мэт үйлдлийн системүүдэд үнэгүй байдаг бөгөөд удахгүй ANDROID системд мөн үнэ төлбөргүй хүрдэг болно.
- ▶ Геологийн (жишээ нь: уст давхарга болон ус үл нэвтрүүлэгч давхарга, ан цавшил, түүний бүтэц, цооногийн орон зайн тархалт), гидрологийн (жишээ нь: газар доорх усны тэжээмж, урсац, гадаргын усны орон зайн тархалт) ба уурхайн (жишээ нь: уурхайн өнөөгийн байдал, төлөвлөлт, бүтээн байгуулалт, уурхайн ус зайлуулалтын болон хяналт шинжилгээний худгууд) талаарх бүх мэдээллийг оруулж өгнө.
- ▶ Мэдээллийн талаарх зарим мэдээллийг Хавсралт III, III-1 хүснэгтээс харна уу.
- ▶ Мэдээллийн санд үргэлжлүүлэн мэдээлэл байнга оруулж байх (жишээ нь: өрөмдлөгийн болон усны хяналт шинжилгээний үр дүн гэх мэт).
- ▶ Өөр нэг чухал хэрэгсэл бол SAGA-GIS (үнэгүй програм) юм: <http://saga-gis.sourceforge.net/en/> Үүнийг ашигласнаар сүлжээ үүсгэх (гурвалжин үүсгэх, хамгийн ойр цэгүүд, буцах зай), янз бүрийн файлд нэвтрэх, сүлжээг тооцоолох (тусгай функц ашиглан сүлжээг нэгтгэх;

гадаргуугийн болон газрын доорх усны хоорондын зай), газар нутгийн шинжилгээ (жишээ нь усны урсгалын замын шинжилгээ) эсвэл олон өнцөгт огтлолцол, сүлжээг тойрсон хүрээ (газар доорх усны түвшний бууралтыг зураглах) гэх мэт вектор хэрэгслүүд, мөн динамик үйл явцыг загварчлах (элэгдэл, ландшафтын хөгжил), статистикийн хэрэгслүүдэд ашиглаж болно.

3. Хяналт шинжилгээний объектын тодорхойлолт

Уур амьсгал, экосистем, газар ашиглалт, өөр өөр ус ашиглагч, топографийн олон янз байдал нь хяналт шинжилгээний хөтөлбөр боловсруулахад нөлөөлдөг. Тиймээс хяналт шинжилгээний эцсийн хөтөлбөрийг тухайн газрын хэрэгцээ, хүлээлтийг хангахын тулд тохируулсан байх ёстой бөгөөд бүс нутгийн биет болон нийгмийн хүчин зүйлийг харгалзан үзэх шаардлагатай болно.

Удирдлагын үйлдэл бүр нь хяналт шинжилгээний тусгай зорилго, хяналт тавих шаардлагуудтай байдаг бөгөөд эдгээр зорилтууд нь нарийвчлан тодорхойлогдсон, хэмжиж, хэрэгжүүлэх боломжтой байх ёстой. Байгаль орчин, усны менежментийн төлөвлөгөө боловсруулах, бохирдлын эх үүсвэрийг тодорхойлох, тогтоосон стандартад нийцсэн байдлын үнэлгээ зэрэг нь хяналт шинжилгээний хөтөлбөрийн үр дүнг шаарддаг ердийн менежментийн үйл ажиллагааны жишээ юм.

Хяналт шинжилгээ хийх элементүүдийн жишээ бол: газар доорх ус, хөрсний ус, гадаргын ус, хур тунадас, ууршилт, газар доорх усны тэжээмж зэрэг усны эргэлтийн бусад үзүүлэлтүүд юм.

Байгаль орчныг хамгаалах, усны нөөцийн менежментийн төлөвлөгөө боловсруулах ажлыг дараах хүснэгтэнд дурдсаны дагуу гүйцэтгэнэ (заримыг нь [12]-ээс авсан болно). Дэлгэрэнгүй мэдээллийг доор тайлбарлалаа.

Байгаль орчныг хамгаалах болон усны менежментийн төлөвлөгөө боловсруулах алхамууд:

- ▶ Цаг уурын нөхцөлийг тодорхойлох;
- ▶ Уурхайн хэмжээнд бүх урсгалын хэмжээг тодорхойлох, тооцоолох;
- ▶ Уурхайн ус хураах талбайн загвар боловсруулах (баланс);
- ▶ Усыг нөхөн сэргээх зохистой стратегийг боловсруулж, хэрэгжүүлэх;
- ▶ Байгаль орчны бохирдлын болзошгүй эх үүсвэрийн худаг, хяналтын цооногийн газар доорх усны чанар, хэмжээг үнэлэх,
- ▶ Болзошгүй бохирдлын гол үзүүлэлтүүдийг тодорхойлж, хяналт шинжилгээний хөтөлбөрт тусгах;
- ▶ Усны чанарт тавигдах шаардлагыг тодорхойлох, ус цэвэршүүлэх аргыг төлөвлөх.

Цаг уурын нөхцөлийг (хэмжсэн параметрийг оруулаад) одоо байгаа цаг уурын ажиглалтын станцаас авсан өгөгдлийг тайлбарлах эсвэл цаг уурын станц суурилуулах замаар (өөрөөр хэлбэл бороо хэмжигч, термометр, анемометр, ууршилт хэмжигч) тодорхойлж болно. Хэрэв сонирхсон газар дахь цаг уурын станцын нягтрал хэтэрхий бага байвал ууршилт, температур, чийгшил, салхи зэрэг хувьсах хэмжигдэхүүнүүд богино хугацаа, зайнд мэдэгдэхүйц өөрчлөгдөж болох тул нэмэлт станц суурилуулах шаардлагатай.

Болзошгүй бохирдуулагч эх үүсвэрийн ойролцоо орших худгуудаас авсан усны сорьцын шинжилгээний үр дүнд үндэслэн газар доорх усны чанар ба тоо хэмжээний талаар үнэлгээг хийнэ. Бохирдлын үндсэн үзүүлэлтүүдэд болох сульфат, үлдэгдэл овоолгын шүүрэлт, бохир ус цэвэрлэх байгууламжийн усны азот, фосфорын агууламж, нүүрсний утаанаас ялгарах нарийн ширхэгтэй тоосонцор нь хяналт шинжилгээний хөтөлбөр боловсруулах ажлын хэсэг юм.

Үр дүнгийн үндсэн дээр уурхайн бохирдлын эх үүсвэрийг тодорхойлж болно. Жишээ нь, үлдэгдэл орд, ахуйн хог хаягдал, хогийн цэг, цэгэн хаягдал, бохир ус цэвэрлэх байгууламж, боловсруулах үйлдвэр, уурхайн босоо амны талбай гэх мэт. Уурхайн хэмжээнд бүхий л усны урсгалын хэмжээг тодорхойлох, тооцоолох нь усны хяналт шинжилгээний чухал хэсэг юм. Үүнд ус шавхалтын хэмжээ, ундарга, нэвчилтийн хэмжээ зэрэг орно. Гидрогеодинамикийн системийг ойлгох тулгуур нь уурхайн орчны усны нөөц, түвшний бууралтын (ундны усны худаг) талаарх мэдлэг юм.

Одоогийн болон ирээдүйн усны хэрэглээ, тэдгээрийн усны чанар, хэмжээг тодорхойлох нь төлөвлөлтийн стратегийн хэсэг болдог. Усны цэвэршүүлэлтийн бүх сонголтуудын усны чанарын/тоон үзүүлэлтүүдийг (үнэмлэхүй утга, хувьсах утгын хувьд) тодорхойлох шаардлагатай. Усны чанар, хэмжээг хянах, шаардлагатай параметруудийн үнэлгээ нь ус цэвэршүүлэх хэрэгцээг бий болгодог.

4. Газар доорх ус

Ашиглагдаж буй газар доорх усны сорьц авах/хэмжилт хийх

Өмнө байгуулагдан ашиглагдаж байгаа газар доорх усны хэмжилтийн цэгүүдийг хяналт шинжилгээний хөтөлбөрт нэгтгэх ёстой боловч нэн түрүүнд тэдгээрийн үйл ажиллагааны байдлыг шалгах хэрэгтэй. Эдгээр хяналт хэмжилтийн цэгийн анхны үнэлгээний хувьд дараах алхмуудыг дагаж мөрдөнө [24].

Тухайн районы суурь мэдээллийг судлах, нэгтгэх (координат, өндөршил, хяналтын байгууламжийн хийцийн мэдээлэл). Дараах мэдээллийг олж авах ба эсвэл хэмжих шаардлагатай. Үүнд: цооногийн зүсэлт, хяналтын цэгийн хийцийн зураг, гүн, шүүрийн хэсгийн байрлал, диаметр, өрөмдлөгийн аргачлал, өрөмлөг хийгдсэн огноо, хэмжилтийн үр дүн болон сорьцлолт хийх гэх мэт.

Хяналт шинжилгээний цооногийг урьдчилан сонгох:

- ▶ Ажиглалтын цооног нь сонирхсон хэсгийг төлөөлж байгаа эсэх?
- ▶ Худгийн хоолойн диаметр 2"-ээс дээш байна уу? Хэрэв хоолой нь хэтэрхий жижиг бол сорьц авах, усны түвшнийг хэмжих боломжгүй юм.
- ▶ Уст давхаргад тодорхой ноогдол бий эсэх?
- ▶ Ажиглалтын худаг руу чөлөөтэй нэвтрэх боломж, эрх бий юу?

Ажиглалтын худгийг ашиглахын тулд дараах асуултад эерэгээр хариулах хэрэгтэй.

Шалгалт хийх: Хяналт шинжилгээний цооног/худгуудад

- ▶ Ёроол ба усны түвшинг тогтоох замаар гаднах болон дотоод байдлыг үнэлэх; Хэрэв хоёулаа боломжгүй бол хэмжих цэг залгагдсан байх бөгөөд энэ нь салгах чадвар, хэрэгслийг туршиж үзэх ёстой гэсэн үг юм.
- ▶ Худаг нь тохиромжтой материалаар хийгдсэн үү? (Усны сорьц авах худгийн хувьд: PE-HD эсвэл PVC-U-ийг ашиглахыг зөвлөж байна. Учир нь бусад материалууд усны чанарт нөлөөлж, эсвэл хоолой нь усны нэгдэлд нөлөөлж болно.)
- ▶ Судалгааны мэдээлэл ба шалгалтын үр дүн хоёрын хооронд уялдаа холбоо бий юу?
- ▶ Сорьц авах эсвэл түвшин хэмжигчийн өгөгдлийг авахын тулд дамми оруулах боломжтой юу?

Хяналтын худаг/цооног нэвчилтийн туршилт хийх: Хэмжилтийн цэгийг усаар дүүргэж, тодорхой хугацааны давтамжтай усны түвшнийг хэмжих шаардлагатай. Хэрэв дүүргэсэн усны түвшин хэдэн цагийн турш тогтмол хэвээр байвал уст давхаргатай харилцан холбоогүй гэсэн үг. Ийм тохиолдолд хяналтын цэг битүүрсэн эсвэл шүүр нь бөглөрсөн байх магадгүй бөгөөд хяналт хэмжилтийн ийм цэгийг хяналт шинжилгээний зориулалтаар ашиглах боломжгүй

Усны бохирдлыг хэмжих зорилготой богино хугацааны туршилтын шавхалт хийх: Газар доорх усны шавхалт хийж, газар доорх усны зарим үзүүлэлтийг (газар доорх усны түвшин, цахилгаан дамжуулах чанар, pH, температур, ууссан хүчилтөрөгч гэх мэт) тодорхойлно.

Хяналт шинжилгээний цэгүүдийн ашиглалтын бусад шалгууруудад байршил, хүртээмжтэй байдал, стандартад нийцсэн суурилуулалттай эсэх, түүнчлэн төхөөрөмжийн ерөнхий байдал, суурилуулалт, хэмжилтийн цэгийн насжилт зэрэг орно.

Иж бүрэн ажиллагаатай байдлын хувьд II хавсралтын II-2-т жагсаасан үйл ажиллагааг санал болгож байна.

Газар доорх усны ажиглалтын цооногийн (шинэ) байршлыг төлөвлөх

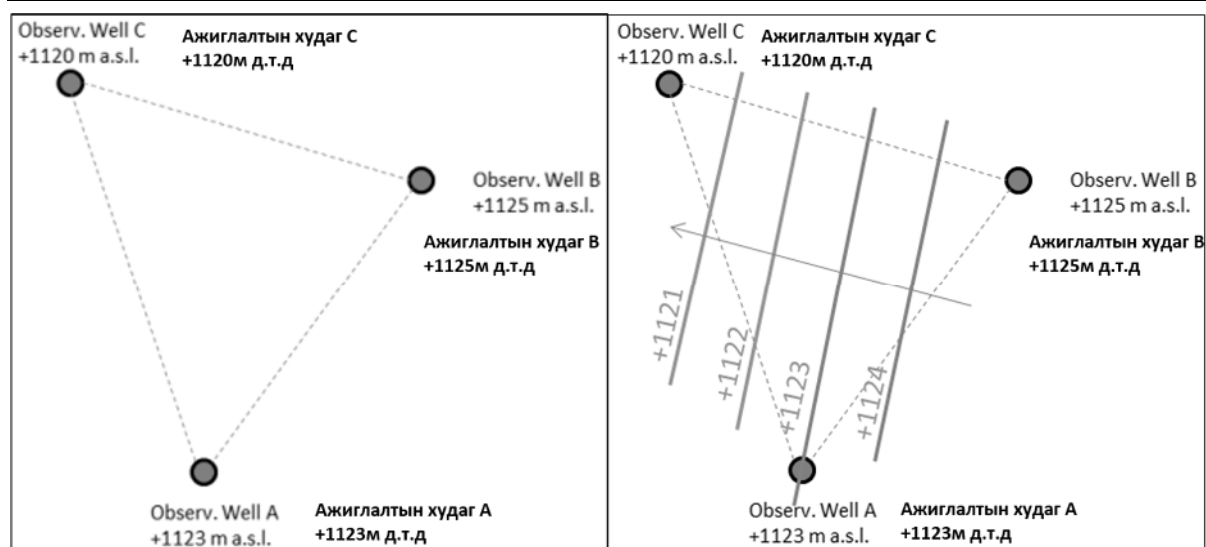
Хяналт шинжилгээний цооногийг санамсаргүй байдлаар байрлуулах боломжгүй бөгөөд шаардлагатай өгөгдлийг үнэн зөв цуглуулахын тулд хамгийн тохиромжтой газарт байрлуулах ёстой. Газар доорх усны урсгалын чиглэл, янз бүрийн уст давхаргын босоо зүсэлтийн дагуух хязгаарлагдсан байдал, газар доорх усны гүн, бохирдлын эх үүсвэрийн байршил, бохирдлын хэмжээ гэх мэтийг анхаарч үзэх хэрэгтэй. Хэрэв хэмжих цэгүүд нь буруу буюу муу тогтоогдсон (жишээ нь: хэтэрхий гүехэн) байршилд байрлуулсан бол үр дүн нь буруу болж буруу шийдвэр гаргахад хүргэж болзошгүй.

Хяналт шинжилгээний цэгүүдийн байршлыг газрын зураг дээр гадны хүн олж болохуйц байдлаар тодорхой тэмдэглэсэн байх ёстой. Үүнд GPS эсвэл GIS програмыг ашиглан топограф, дэд бүтэц, гол мөрөн, барилга гэх мэт суурь мэдээлэл бүхий найдвартай газрын зураг үүсгэх боломжтой.

Хяналт шинжилгээний цооногийн байршлыг тодорхойлохдоо дараах зүйлийг анхаарч үзэх

хэрэгтэй.

- ▶ Хяналтанд ашиглагдаж байгаа бүхий л гидрогеологийн хамааралтай бүх уст давхаргын хяналт шинжилгээ хийх шаардлагатай. Олон уст давхаргат цогцолбор тархсан тохиолдолд өөр өөр гүнтэй шүүр бүхий хяналт шинжилгээний цооног гаргах шаардлагатай байж болно.
- ▶ Уурхайн орчмын газар доорх усны урсгалын дээд ба доод хэсэгт (газар доорх усны түвшний бууралтын нөлөөллөөс гадна бүсэд) хяналт хэмжилтийн цэгийг зайлшгүй байрлуулах шаардлагатай.
- ▶ Хяналт шинжилгээний цэгийн (цооног/худгууд) мөн тодорхой хяналтын объектуудад байрлуулна (жишээлбэл: газар доорх усны экосистемийн хамаарах орчинд, газар доорх усны нэвчилтийн цэгт гэх мэт).
- ▶ Хяналтын худаг руу нэвтрэх бүх цаг үед боломжтой байх ёстой.
- ▶ Хяналтын цооног/худгийн газар доорх усны урсгалын чиглэлийг тодорхойлох, гидрогеологийн зураглал хийх боломжийг бүрдүүлэхийн тулд 2-р зурагт үзүүлсэн гурвалжин интерполяцийн аргыг хэрэглэнэ.

Зураг 2: Гидрологийн гурвалжин (интерполяци) арга ба газар доорх усны түвшний шугамаар зураглах

Тухайн газар нутгийн чулуулгийн ус агуулах шинж чанараас газар доорх усны урсгалын чиглэл хамаардаг тул нэг газраас нөгөө хэсэгт мэдэгдэхүйц ялгаатай байж болох тул тухайн газар нутгийн газар доорх усны урсгалыг хянах нь маш тодорхой байх ёстой.

Газар доорх усны хяналт шинжилгээний шинэ цооног гаргах

Газар доорх усны хяналт шинжилгээний худгийн төрлүүд

Газар доорх усны хяналт шинжилгээний цооногуудын төрлүүдийг 3-р зурагт үзүүлэв ([16] -ээс авсан).

Газар доорх усны хяналт шинжилгээний цооногийн төрлийг уст давхаргын системээс шалтгаалан сонгоно. Дараах хүснэгт 3 нь өөр өөр нөхцөлд сонгох цооногийн төрлийг харуулав.

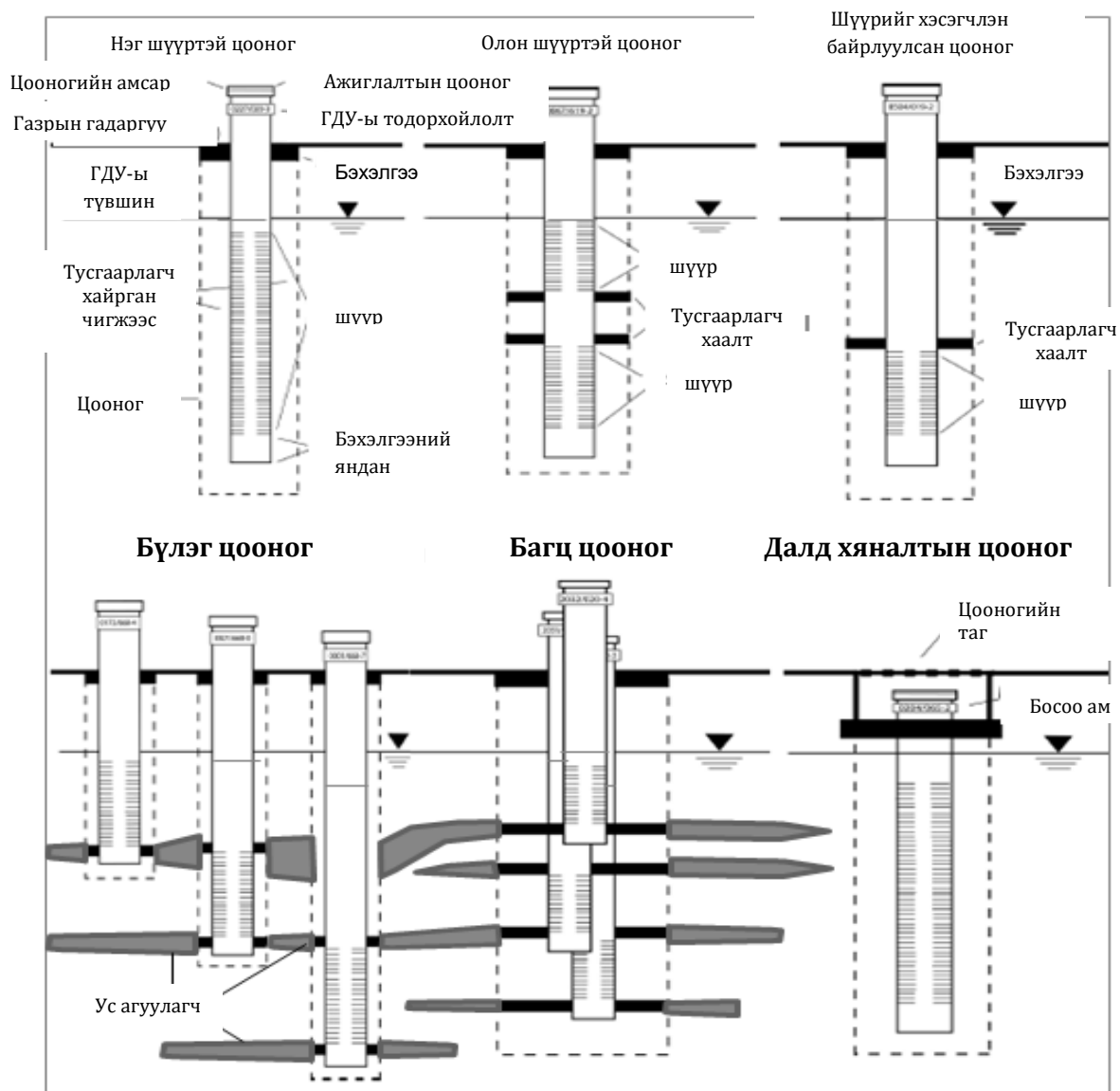
Хүснэгт 3: Хяналт шинжилгээний цооногийн ялгаатай төрлүүд, товч тодорхойлолт

Төрөл	Тодорхойлолт	Хязгаарлагдмал байдал
Уст давхаргыг бүрэн хамарсан шүүртэй хяналтын цооног	Уст давхаргын системийн хувьд нэг уст давхаргатай, уст давхаргыг бүхэлд нь хамарсан шүүрийг байрлуулсан, сорьцлолт холимог.	Газар доорх усны чанар төрөлд (бохирдолт гэх мэт), потенциаалаар өөр өөр уст давхрагуудын гидравлик холбоо үүсгэнэ. Усны сорьцлолтыг зөвхөн пакер системээр авах боломжтой.
Олон шүүртэй хяналтын цооног	Уст давхаргыг бүрэн хамарсан шүүртэй цооногоос илүү гүнээс хамаарсан сорьц авах нь боломжтой.	Цооногт өөр өөр уст давхаргын давхаргын гидравлик контактыг хийх боломжтой, өөр түвшний хэмжилт хийх боломжгүй.
Хэсэгчилсэн шүүртэй хяналтын цооног	Нэг тодорхой уст давхаргад өөр өөр хэмжилт, сорьц авах боломжтой (мөн олон давхаргат системд)	Зөвхөн нэг уст давхаргын талаар мэдээлэл өгнө.
Хэсэгчилсэн шүүртэй хяналтын бүлэг цооног (өөр өөр)	Олон уст давхаргат систем: Өөр өөр хэмжилт (уст давхаргын түвшин, даралтын өөр өөр нөхцөлд) хийх, тодорхой уст давхаргын сорьц авах	Харьцангуй өндөр өртөгтэй (бараг л олон шүүртэй цооногийн өртөгтэй ойролцоо боловч багц цооногоос хамаагүй үнэтэй)

Төрөл	Тодорхойлолт	Хязгаарлагдмал байдал
цооногууд)	боломжтой.	
Хэсэгчилсэн шүүртэй хяналтын багц цооног (дан ганц цооног)	Олон уст давхаргат систем: Өөр өөр хэмжилт хэмжилт (уст давхаргын түвшин, даралтын өөр өөр нөхцөлд) хийх, тодорхой уст давхаргын сорьц авах боломжтой.	Харьцангуй өндөр өртөгтэй. Өөр өөр ус давхаргын хооронд харилцан гидравлик холбоо үүсэхээс урьдчилан сэргийлэхийн тулд нарийвчлалтай барилга барих нь маш чухал. Том диаметртэй цооног шаардлагатай.
Далд хяналтын цооног	Байршил нь зам, зогсоол гэх мэт байж болно.	Тээврийн хэрэгслээр устгах боломжтой

Зураг 3: Хяналт шинжилгээний цооногийн төрлүүд

Sources: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23156/documents/31473> (зөвхөн герман хүн)



Хяналт шинжилгээний цооногийн хийц, тоноглолын дэлгэрэнгүй мэдээлэл

Газар доорх усны түвшнийг хэмжих цооногийг [7] -аас авсан Хүснэгт II-1-ийн техникийн шаардлагын дагуу тоноглох ёстой (Merkblatt Montanhydrologisches Monitoring 2019).

Олон уст давхаргат системд зориулсан зөвлөмж

- ▶ Олон уст давхаргат системийн хувьд уст давхарга тус бүрийн усны түвшин, усны чанарыг тусад нь хэмжих шаардлагатай.
- ▶ Хяналтын цооногийг төхөөрөмжлөхөд өөр өөр уст давхаргууд нь хоорондоо холбогдсон байх ёсгүй. Цооногуудад гидравлик холбоо үүсгэхгүйгээр шаврын үеэр зэргээр ус үл нэвтрэх хаалт хийж тусгаарласан байх ёстой. Олон давхаргат системд уст давхаргууд хоорондоо холбоотой бол усны бохирдол тархаж болно. Уст давхарга холбоотой бол газар доорх усны урсгал ба даралтын нөхцөл өөрчлөгдөж болно. Хоорондоо гидравлик холбоотой уст давхаргуудад ус, чулуулгийн хооронд зохицуулагдаагүй усны урсац болон химийн урвал үүсдэг.
- ▶ Үр дүнтэй гидравлик хаалт бий болгоход хяналт хэмжилтийн багц цооногийн хийц төвөгтэй байдаг. Иймээс өөр өөр уст давхаргын хувьд бүлэг хяналтын цооног барихыг зөвлөж байна.

Хяналт шинжилгээний хөтөлбөр

Цооногийн гүн, тэдгээрийн усны түвшинг хэмжих нь газар доорх усны хяналт шинжилгээний хөтөлбөрийн стандарт хэсэг байх ёстой. Газар доорх усны түвшнийг цахилгаан дамжуулагчтай хэмжээт түвшин хэмжигч, хөвөх механизм эсвэл даралт дамжуулагч ашиглан хэмжиж болно. Газар доорх усны урсгад нутаг дэвсгэрийн топографийн байдал, урсгал ус, булаг, далан, геологи, уулын малталтууд зэргийг анхаарч үзэх ёстой.

Газар доорх усны түвшин, даралтыг ердийн үед хэмжих давтамж нь улиралд нэг удаа байдаг бөгөөд энэ нь улирлын чанартай өөрчлөлтийг илрүүлэх боломжийг олгодог. Гэхдээ тусгай шаардлагатай ажиглалтын давтамж нь нутаг дэвсгэр эсвэл хяналт шинжилгээний цооногуудад өөр байж болно (ус зайлуулалтын нөхцөлөөс хамаарах цооног гэх мэт). Хэмжилтийн давтамж нь уст давхаргын төрөл, байрлал, газар доорх усны хөдөлгөөн, уст давхаргын тэлэлт, уур амьсгалын нөхцөлөөс хамаарна.

Хэмжилтийн давтамж нь дараах шаардлагыг хангасан байх ёстой.

- ▶ Илүү гүнд байрлах, даралтат уст давхаргатай харьцуулахад бага гүний, чөлөөт гадаргатай уст давхаргын хувьд усны түвшний улирлын өөрчлөлт их байдаг тул хэмжилтийн давтамж ойрхон байх ёстой.
- ▶ Газар доорх усны удаан урсгалтай харьцуулахад хурдан урсгалын (гидравликийн налуу өндөр) хэмжилтийн давтамж ойрхон байдаг.
- ▶ Газар доорх усны түвшний бууралт багатайгаас (хатаалтын системээс нэлээд хол байрлах цооног) түвшний бууралт ихтэй хэсэгт (хатаалтын системд ойрхон байрлах цооног) хэмжилтийн давтамж ойрхон байна.
- ▶ Уур амьсгалын бага хэлбэлзэлтэй (улирлын өөрчлөлт бага) нөхцөлийнхтэй харьцуулахад уур амьсгалын нөхцөл их өөрчлөгддөг (газар доорх усны тэжээмж ихтэй бол) нутаг дэвсгэрт хэмжилтийн давтамж ойрхон байна.

► Хэмжилтийн давтамжийг эдгээр нөхцөл байдалтай уялдуулж, хяналт шинжилгээний үр дүнд тайлалт хийж хэрэгтэй.

Газрын доорхи усны түвшнийг хэмжих нь зохих мэргэшсэн хүний хийх ёстой техник үйл ажиллагаа юм. Хэмжилтийн баримтжуулалтад 1-р хавсралт I-2 хүснэгтэд тусгасан маягтуудыг ашиглана. Усны сорьц авах давтамж нь хамгийн багадаа жилд нэг удаа (3/4-р сар) байх ёстой. Жилд хоёр удаа сорьц авах боломжтой бол 3/4-р сар (эхний ээлжинд), 9-р сараас 10-р сарын хооронд (дараагийн ээлжинд) авахыг зөвлөж байна.

Газар доорх усны сорьц авах

MNS (ISO) 5667-X нь хэд хэдэн хэсгээс бүрдэх бөгөөд усны дээж авах тухай заавар юм. Дараахь текст нь энэхүү гарын авлагыг орлохгүй боловч зарим нэмэлт, практик зөвлөмжийг өгөх болно.

Сорьц авах бэлтгэл

Техникийн ажиллагааг төхөөрөмжийн онцлог шаардлагын дагуу шалгаж байх ёстой. Хяналт шинжилгээний ажил эхлэхээс өмнө болон хяналт шинжилгээний ажлын үеэр өөр өөр чанартай уст давхарга байгаа тохиолдолд бүх хэмжих хэрэгслийг шалгаж, тохируулга хийх шаардлагатай. **Шалгаж, тохируулга хийгээгүй хэмжилт хийсэн бол жинхэнэ утга ба хэмжсэн утгуудын хоорондох ялгаа нь ихэвчлэн маш өндөр байдаг.** Хэрэглэхээсээ өмнө үйлдвэрлэгчийн тодорхойлсон техникийн шаардлагын дагуу тохируулга хийж харьцах ёстой. Тохируулгын буферыг тогтмол шалгаж байх шаардлагатай бөгөөд хадгалах хугацаа заасан бол сольж байх шаардлагатай. Тохиргооны утгыг ашигласан буферын уусмалын температураас хамаарах хамаарлын дагуу засах шаардлагатай.

Тоног төхөөрөмжийн тохирох эсэхийг шалгах хуудас:

- Шавхалтын систем бүрэн эсэх? Үүнд хяналтын хэсэг бүхий моторт насос, цахилгааны эрчим хүчний эх үүсвэр (дизель үүсгүүр зэрэг) болон босоо хоолой (хоолой ба/эсвэл уян хатан хоолой) зэрэг орно.
- Бүх хэмжих хэрэгсэлд тохируулга хийсэн эсэх?
- Насосны хүчин чадал (шавхалтын дээд хязгаар) хангалттай юу?
- Хоолой, кабель хангалттай урттай байна уу?
- Багажууд сорьц авах чанарын шаардлага (цэвэр, ариун байдал) -д нийцсэн үү (сорьц авалт бүрийн хооронд)?
- Шаардлагатай шүүрийн хэсэг тоног төхөөрөмжийн стандартын шаардлагыг хангаж байна уу?
- Хоолой, холбогч, урвалж, багаж хэрэгсэл нь ажлын хэвийн нөхцөлд ажиллахад тохиромжтой юу?
- Лонхнууд бэлэн үү? Энэ нь сорьцыг тогтворжуулахад шаардлагатай урвалжууд, хөргөлтийн шаардлагатай элементүүдийг хангалттай хэмжээгээр авах боломжтой гэсэн үг үү? Хавсралт II, хүснэгт II-6-г үзнэ үү?
- Савыг тусад нь шошголсон уу? Шошгон дээр сорьцын дугаар, хяналтын цооногийн нэр, дугаар, сорьц авсан огноо, сорьцлолтын ажлын нэр эсвэл дугаар, код байна уу? Нэмэлт чухал мэдээллийг бүртгэх ёстой. Үүнд: сорьц авагчийн нэр, лабораторийн нэр, түүнчлэн шинжилгээнд хамрагдах үзүүлэлтүүд ба химийн тогтворжуулалтын төрөл.
- Шаардлагатай камер, GPS, сорьцлолтын мэдээллийг бичих маягт хуудас, сорьцлолтын заавар, журам, гэрээ, цэвэрлэх төхөөрөмж зэргийг газар дээр нь байрлуулж, үйлчилгээнд бэлэн үү?

Сорьц авах

Газар доорх усны сорьц авахад дараах алхмуудыг баримтална.

(1) Хяналт шинжилгээний цооног:

Усны шинжилгээнд зориулж сорьцыг газар доорх усны нөөцийг хянахад зориулсан хяналтын цэгээс авах боломжтой. Хамгийн чухал зүйл бол мотороор ажилладаг насос хоолойг залгах юм. Энгийн сорьц авах моторт насосыг хоёр инчийн дотоод диаметртэй (ID) хэмжилтийн цэгүүдэд суулгаж өгнө. Маш их гүн хяналт шинжилгээний цооног байгаа тохиолдолд цооногийн яндан буруу тохируулснаас насос гацаж, эвдэрч болзошгүй. Насосыг суурилуулахын өмнө дор хаяж нэг удаа хөнгөн кабель эсвэл зохиомол загвараар туршилтыг хийх хэрэгтэй.

(2) Орон нутгийн олдвор, сорьц авах цэг ба ойр орчмын ажиглалт

- ▶ Сорьцлолтын мэдээллийн маягт хуудсан дээрх мэдээллийг бүрэн дүүрэн эсэхийг шалгах
- ▶ Сорьц авах цэгийн нөхцөл байдал, ашиглалтын байдлыг үзэгдэхүйц гэмтэл, аюулгүй байдал (найджартай ажиллагаатай эсэх), цэвэр байдал, металл эд ангиудын зэврэлт, бусад өөрчлөлтүүдийн талаар шалгах.
- ▶ Мэдээллийн талаар шалгаж, баримтжуулах: Хур тунадас, биота (замаг, хөгц, амьтан), хурдас хуримтлал гэх мэт.
- ▶ Аливаа холимог усыг шалгаж, баримтжуулах: Өөр өөр гаралтай ус холилдсон байдал, гадны ус орж ирэх, халих гэх мэт.
- ▶ Зарчмын хувьд ундны усан хангамжийн системийн дутагдлыг (ундны усны зориулалтаар худаг ашиглах тохиолдолд) операторт мэдэгдэх ёстой.
- ▶ Сүүлийн сорьц авснаас хойш баримт бичгийн өөрчлөлт: Тухайлбал, хөдөө аж ахуйн үйл ажиллагаа, барилга байгууламж, газар шорооны ажил, тунадас хуримтлал, гадаргуугийн хэтрүүлэн ашиглалт, харагдах бохирдлын эх үүсвэр;
- ▶ Бусад хэвийн бус байдлыг тэмдэглэх: Усны сорьц авах явцад цаг агаар ямар байсан. Тухайлбал агаарын температур, хур тунадас, үүлэрхэг байдал, нарны гэрлийн тусгал/ тоос шороогэх мэт.

(3) Шавхалтаас өмнө газар доорх усны түвшнийг хэмжих

Газар доорх усны түвшин нь бодит гидравлик нөхцөл байдлын нэг хэсгийг тодорхойлдог. Сорьцын шинжилгээний үр дүнг гидравликийн нөхцөлтэй (газар доорх усны түвшин дээр эсвэл доор) холбож тайлбарлах ёстой. Хэмжилт шавхалтын бүхий л хугацааны туршид үргэлжлэх ёстой.

(4) Насосыг суурилуулах

Насосыг хяналтын цооногийн шүүрээс нэг метр дээш өндөрт суурилуулсан байх ёстой.

(5) Шавхалт хийх, цооногийг цэвэрлэх

Насосны хувьд дунд зэргийн тасралтгүй шавхах хурдыг хадгалах нь чухал юм. Тасралтгүй шавхалт хийх нь хяналтын цооногт татагдах усанд турбулент хөдөлгөөн үүсгэх бөгөөд хэрвээ шавхалтын хурд хэт өндөр байвал шүүрийн гаднах хатуу хэсгүүд хяналтын цооногт орж болно. Цооногийн ундаргад дасгах замаар насосны хүчин хэмжээг оновчтой болгох нь зүйтэй. Мөн усны түвшнийг насосноос доош түвшинд оруулахгүйгээр барьж байх ёстой ба усны түвшний бууралт шүүрнээс дээш 1 м-ээс доошгүй өндөр байх шаардлагатай. Хүчилтөрөгч орохоос зайлсхийх хэрэгтэй.

Цэвэрлэгээ гэдэг нь сорьц авахаас өмнө цооногоос зогсонги усыг шууд зайлуулж, уст давхаргын бодит нөхцлийг төлөөлөх газар доорх зэргэлдээ уст давхаргуудаас орж ирэх усыг гаргаж авах үйл явц юм. Цооног хангалттай цэвэрлэсэнийг тогтоохын тулд хээрийн шинжилгээний багажаар цэвэрлэгээний явцад гарч буй усны температур, рН, цахилгаан дамжуулалт, булингаршилт зэргийг хянах шаардлагатай. Байнгын хяналт шинжилгээний цооногийн хувьд шавхаж зайлуулсан усны хэмжээг ажиглаж, тэмдэглэнэ. **Цэвэрлэх хэмжээг тодорхойлох (VP)** нь гидравлик үзүүлэлтүүд, химийн найрлагын өөрчлөлтийн шалгуурыг хэмжиж, тооцоолох замаар хийгддэг. Хавсралт II, хүснэгт II-4-ийг үзнэ үү.

Усыг шавхаж дууссаны дараа хяналтын цооногоос хол зайд (дор хаяж таван метр) зайлуулах ёстой.

(6) Газар доорх усны зарим үзүүлэлтийг газар дээр нь хэмжих

- Усны өнгө, булингаршилт, үнэр, тунадасны чанарыг мэдрэхүйн тусламжтайгаар тогтоож бүртгэнэ. Туршилтыг цагаан ба хар дэвсгэр дээр дор хаяж нэг литр эзэлхүүнтэй тунгалаг саванд хийнэ. Газар доорх усны хэвийн бус байдлыг оптикийн болон эсвэл үнэрээр илрүүлж болох ба үүнийг газар доорх усны хэмжилт, сорьцын чанарыг үнэлэхэд ашиглаж болно. Нүх сүвийн уст давхаргад байрлах өөр хяналтын цооногт үүссэн тунадасын хэмжээ хэмжилтийн цэгийн эвдрэлийг илтгэнэ.

- Усны температур, цахилгаан дамжуулах чанар ($\mu\text{S}/\text{cm}$), ууссан хүчилтөрөгч, исэлдэх ангижрах потенциал, рН зэрэг үзүүлэлтүүдийг багажаар хэмждэг. Олон мэдрэгчтэй багаж ашиглахыг зөвлөж байна. Үгүй бол усны сав ашиглаж болно. Мэдрэгчүүдийг нэг дор савтай усанд хэрэглэж болохгүй. Усан савны хэмжээ нь нэг литрээс их байх ёстой. Хэрэв дэлгэц тогтвортой байвал хэмжсэн утгыг эхлээд уншиж, бүртгэх шаардлагатай. Багажны дэлгэц дээр хэмжсэн утга тогтвортой болоход хэмжилтийн утгыг уншиж, бүртгэж авна.

(7) Сорьц авах

Цэвэрлэсэний дараа цооногоос аль болох хурдан усны сорьц авах нь онцгой чухал. Хэрвээ цэвэрлэгээ дууссаны дараа хангалттай хэмжээний усны нөөц байгаа бол цооногоос нэн даруй сорьц авах шаардлагатай. Хэрэв үгүй бол сорьц авах зохих хэмжээний ус сэргээгдсэн даруйд хийгдэх ёстой.

(i) Сорьцны лонх бэлтгэх [19], мөн II хавсралт II, 6-р хүснэгтийг үзнэ үү.

Дунд болон том хэмжээний зөөврийн насосоор сорьц авах бол сорьц авах савнаас гарах урсацын дагуу тохируулсан хоолойг ашиглаж болно. Дамжуулах хоолойг хэмжих хэрэгслийн урд байрлуулж, сорьц авахаас өмнө шугам дээр байгаа шингэнийг арилгахын тулд шугамыг богино хугацаанд цэвэрлэнэ.

Сорьцны савыг бөглөх үед сав бүрэн бүтэн, зохих шошготой байх ёстой. Тогтворжуулах урвалжаар хийхийн өмнө сорьцын бүх савыг дор хаяж хоёр удаа зайлуулах шаардлагатай ба тогтворжуулагч бодисыг дүүртэл хийхгүй. Ингэхдээ сорьцын савны ойролцоогоор 25% - ийг усаар дүүргэж, таглаж, хүчтэй сэгсэрч, усыг асгана. Сорьцын савыг хаахын өмнө тагийг

сайтар зайлж угаана. Усны сорьцыг бөглөхөд хөөсгүй, хуйлрал үүсгэхгүй байхад анхаарах ёстой. Үүний тулд ус дамжуулах хоолойг сорьцонд оруулаарай. Савыг бүрэн дүүргээд лонхыг хаахаас өмнө хэд хэдэн удаа усаа хальтал нь хийгээрэй. Ингэснээр газар доорх усны сорьц нь сав руу агаар мандалтай харьцахгүйгээр орно.

Тогтворжуулагч агуулсан сорьцын савны хувьд хоолой нь лонхон дахь тогтворжуулагчтай холбогдох ёсгүй. Сорьц авахдаа тогтворжуулах бодисыг нэгэн зэрэг тараах зорилгоор сорьцын савны эзэлхүүний гуравны хоёр орчмыг нь усаар дүүргэж бөглөөд бүхэлд нь зөөлөн эргүүлсний дараа савыг дүүргэнэ.

(ii) Сорьцыг шүүх:

Ихэнх үзүүлэлтийг тодорхойлох шинжилгээнд шүүгээгүй сорьцыг ашигладаг. Гэхдээ DOC эсвэл металлын агууламж зэргийг тодорхойлоход усны сорьцыг шүүх шаардлагатай. Сорьцыг шүүхэд 0.45 мкм хэмжээтэй нүхтэй шүүлтүүр, нэг удаагийн тариур хэрэглэдэг. Шүүлтүүрийг дор хаяж 20 мл сорьцын усаар зайлж угаана. Хяналтын талбай дээр мембран шүүлтүүрийг ашиглаж болно. Бүх тохиолдолд хадгалах/хөргөхөөс өмнө шүүлтүүрийг хэрэглэнэ.

(8) Сорьцыг хадгалах, хамгаалах

Сорьцыг хадгалах талаарх мэдээллийг Хүснэгт 9-д үзүүлэв. Тогтворжуулалтгүй бол хадгалах, тээвэрлэлт хийх явцад ууссан зарим элементийн агууламж өөрчлөгдөж (тухайлбал, Fe-II-ийн тунадас Fe-III болно) улмаар лабораторийн шинжилгээнд алдаа гарч болзошгүй.

(9) Сорьцыг тээвэрлэх, хадгалах

Тээвэрлэх ба хадгалах температур 2°C ба 5°C-ийн хооронд байх ёстой. Хөргөх дэвсгэр бүхий хөргөлтийн хайрцгийг ашиглаж болох бол сорьцыг хөлдөхөөс зайлсхийх хэрэгтэй.

InfoBox: Усны сорьц авах

- Усны сорьц авах, хадгалах, тээвэрлэхэд алдаа гаргаж, хайхрамжгүй хандвал сорьцын чанар өөрчлөгдөж, шинжилгээний үр дүнг өөрчлөх боломжтой. Үүнээс болж (өртөг ихтэй) усны шинжилгээ хийх нь ашиггүй болно.
- Усны температур, цахилгаан дамжуулах чанар, pH, ууссан хүчилтөрөгчийн агууламж, исэлдэн ангижруулах потенциал, органолептик үзүүлэлтүүдийг хэмжиж, бүртгэж, газар дээр нь баримтжуулна. Эдгээр усны анхны чанарын хэмжилт, ажиглалт нь лабораторийн хэмжилтийг төлөөлөхгүй.
- Гидравлик болон чанарын шалгуурын дагаж мөрдөх баталгаа нь сорьц авах баримт бичгийн хэсэг байх ёстой.
- Шинжилгээний үр дүнгийн анхны баримт бичиг нь удаан хугацаанд хадгалагдах ёстой.
- Нэмэлт мэдээллийг дараахиас линкээс үзнэ үү.
<https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/Groundwater-Sampling.pdf>

5. Гадаргын ус

Гадаргын усны хяналт шинжилгээний объект

Гадаргын усны хяналт шинжилгээгээр уул уурхай, түүний эргэн тойрон дахь усны урсацын хэмжээ (урсгалын хурд), усны түвшнийг хэмждэг. Энэ нь гадаргын болон газрын доорхи усны харилцан холбоог тодорхойлоход зайлшгүй шаардлагатай.

Гадаргын усны хяналт шинжилгээ нь уурхай дахь усны урсцын хэмжээ, шавхан зайлуулсан усны хуваарилалт (шөнийн бэхэлгээ, усжуулалт, дахин нэвчилт эсвэл) орно.

Уурхайн эргэн тойрны бүсэд гадаргын усны хяналт шинжилгээгээр дараах хэмжилтийг хийнэ.

- ▶ Булгийн урсцын хэмжээ: Уурхайд орж ирэх усны хэмжээг уурхайгаас зайлуулах усны хэмжээтэй харьцуулж үзэх нь газар доорх усанд уурхайн хатаалтын нөлөөлөл, тухайн нутгийн усны балансын талаар мэдээлэл өгөх боломжтой.
- ▶ Хиймэл ба байгалийн гаралтай нууруудын усны түвшин: Нуурын усны түвшний гидрографийн зураг нь түүний улирлын өөрчлөлт, уурхайн усжилтын нөлөөллийн талаар мэдээлэл өгдөг.
- ▶ Нуур руу орох, гарах усны хэмжээ: тухайн нутгийн усны эргэлт, балансыг бүрэн тооцоолоход чухал ач холбогдолтой
- ▶ Нуур руу орох хур тунадас ба ууршилт: тухайн нутгийн усны эргэлт, балансыг бүрэн тооцоолоход чухал ач холбогдолтой
- ▶ Өөр өөр цэгүүд дэх газрын гадаргуугийн урсцын хэмжээ (тухайлбал, уурхайн өмнөд ба хойд талд үүсэх урсац), болзошгүй нөлөөлөл (хатаалт хийж буй уурхайн ойролцоо газар доороос шүүрэлт явагдах) нь гидравлик холбоотой эсэх талаар мэдээлэл өгдөг.
- ▶ Нуур руу орох, гаргах урсцын хэмжээ: тухайн нутгийн усны эргэлт, балансыг бүрэн тооцоолоход чухал ач холбогдолтой.

Хяналт шинжилгээний хөтөлбөр

Усны урсгалын хурд цаг уурын нөхцөлөөс хамааран (хур тунадас, цас хайлалт зэрэг) хурдтай өөрчлөгддөг учраас хэмжих хугацааг яг тодорхой таамаглаж чадахгүй. Давтамжийг тус бүрд нь тогтоож байх шаардлагатай бөгөөд үр дүнг нь давтана. Хуурайшилтын үе болон хур тунадас орсны дараа янз бүрийн нөхцөлд хэмжилт хийх нь боломжит түвшний хүрээг тодорхойлж өгнө.

Нуурын усны сорьцолтыг усны эргэлтийн янз бүрийн үе шатанд хийхийг зөвлөж байна. Энэ нь жилд дөрвөн удаа: хавар, намрын үерийн үед, зуны эхлэх, дуусах үеийн зогсонги байдлын үед сорьцолт хийнэ гэсэн үг юм.

Усны түвшнийг хэмжих

Гадаргын усны түвшинг мэргэжлийн хэмжигч (усны түвшинг хэмжигч), бичлэг хийгч, урсцыг кодлогч, усны түвшний мэдрэх систем, даралт хэмжигч бүхий өгөгдөл бүртгэгч, эсвэл алслагдсан өгөгдөл дамжуулах замаар хянадаг. Долгионы болон салхины нөлөөнөөс зайлсхийхийн тулд усны түвшнийг хэмжих бүх тоолуурыг хоолойд суурилуулах шаардлагатай бөгөөд хоолойны дотор ба гадна хэсэгт гидравлик холбоо байгаа эсэхийг тогтмол хянах нь чухал байдаг.

Зураг 4: Гадаргуугийн усны түвшин хэмжилтийн жишээ



Усны түвшин хэмжигч бүрийн суурь өгөгдлүүд нь координатууд (х, у), лавлагааны цэгийн түвшин (z, [m] д.т.д.), 6-р бүлгийг үзнэ үү.

Урсацын хэмжилт

Урсацын хоёр бүлгийг ялгаж салгах хэрэгтэй: хэсэгчлэн дүүргэсэн чөлөөт урсгал, хоолой, суваг, шингэний урсгал, зайлуулах хоолой дахь даралттай урсгал гэж хуваана. Хоёр дахь нь шууд ба шууд бус хэмжилтийн хооронд ялгах боломжтой. Урсацын хэмжилт нь уурхайн талбайн дахь усны хяналт шинжилгээний нэг хэсэг юм. Тиймээс эдгээр зөвлөмжид өргөн хүрээний аргуудын зөвхөн бага хэсгийг л харуулав.

Чөлөөт урсац

Талбай-хурдны арга, шууд бус урсацыг хэмжих

Хөвүүрийн арга

Хамгийн түгээмэл арга бол урсгалын хөндлөн огтлолын талбайг тооцоолох, үнэлэх, урсгалын хурдыг хэмжих арга юм. Сүүлийнхийг хөвүүрийн арга гэх ба янз бүрийн аргаар тодорхойлж болно.

Усны гадаргуу дээр хөвж буй зүйлийг ажигласнаар гадаргуу дээрх урсгалын хурдыг хэмжиж болно. $v_{\text{mean}} \approx 0.85 \cdot v_{\text{surf}}$ тэгшитгэлээр урсгалын дундаж хурдыг [(Гунстон 1998)] тодорхойлдог. Хурдны хэмжилт нь тодорхой газар нутагт илүү төвөгтэй байдаг.

Ундарга хэмжих арга

Урсгалын хэмжээг тооцоолоход (a) урсацын зүсэлтийн талбайг тодорхойлох ба (b) урсгалын бүх хэсгийн хөндлөн огтлолын дагуу индуктив урсгал хэмжигч ашиглан урсгалын хурдыг хэмжих шаардлагатай. Тухайн зүсэлтийн талбайн урсгалын хэсэг тус бүрийн урсгалын хурд (v_i) дээр үндэслэн урсгалын хурдыг дараах байдлаар тооцоолно.

$$Q = \sum_{i=1}^n A_i \cdot v_i$$

Хэмжих талбайг тэмдэглэхдээ хэмжих хөндлөвч буюу нугалах дүрмийн дагуу хийнэ. Хөндлөвчийг 5-р зурагт үзүүлсэн шиг гольдролын хоёр талд усан дээгүүр байрлуулна. Нугалах дүрмийн дагуу усны гүн бүхий л зүсэлтийн талбайн хэмжээнд шингээгддэг. Дараа нь зүсэлтийн хэсэг бүрийн урсгалын хурдыг зааж өгч болно.

Зураг 5: Урсгалын хурд хэмжилт



Халиагуур ашиглан шууд бус урсацыг хэмжих

Тодорхойлсон зүсэлтүүдийн физик хамаарал болон усны түвшнийг ашиглан урсгалын хурдыг тооцоолохыг Хавсралт II, Хүснэгт II-3-т үзүүлв.

Зураг 6: Гурвалжин хэлбэртэй халиагуур жишээ



Хувин ашиглаж шууд хэмжилт хийх арга/эзлэхүүний арга

Хямд, энгийн хувилбар бол хувинг ашиглах явдал бөгөөд гадаргын усны урсацыг Х хэмжээтэй хувинд ус дүүргэж, эзлэхүүнийг тодорхойлох ба хэдийн хугацаанд хувин дүүрч байгаагаар урсацын хэмжээг хялбархан тооцоолж болно. Гэхдээ автоматжуулах боломжгүй.

Шингэрүүлэх арга

Урсгалд тодорхой хэмжээний илрүүлэгч (давс эсвэл будаг) нэмээд усаар бүрэн хольсны дараа түүний шингэрүүлэлтийг хэмжсэнээр үйл явцыг дараахь томъёогоор тооцоолж тооцоолно.

$$Q = q \cdot \frac{C_1 - C_2}{C_2 - C_0}$$

Q	Урсацын хэмжээ
q	Илрүүлэгч тарилгын хурд
C ₁	тарилга дахь илрүүлэгчийн хэмжээ
C ₂	урсгал дахь илрүүлэгчийн эцсийн агууламж
C ₀	урсгал дахь илрүүлэгчийн агууламж

Тохирох илрүүлэгч сонгоход онцгой анхаарал хандуулах хэрэгтэй. Энэ нь усанд агуулагдах аливаа бодисуудтай урвалд орохгүй бөгөөд хурдас, организмд шингэхгүй байх ёстой. Ихэнхдээ натрийн хлоридын давс эсвэл родамин будгийг хэрэглэдэг. Оруулж буй бодисын хувьд тухайн нутгийн байгаль орчны газраас тусгай зөвшөөрөл авах шаардлагатай байж болзошгүйг анхаарна уу.

Маннингийн тэгшитгэл

Маннинг аргыг чөлөөт урсгал дахь даралтат бус шингэний хувьд нээлттэй сувгууд болон хэсэгчилсэн дүүргэсэн хоолойд ашиглаж болно. Энэ аргыг урсацыг хэмжихэд өргөн ашигладаг бөгөөд хэд хэдэн энгийн хэмжилт хийсний дараа ашиглахад хялбар, газар дээр нь урсацын тооцоог найдвартай хийдэг.

Албан ёсны шаардлагад суваг нь хэмжилтийн ойролцоо жигд хөндлөн огтлолтой, налуу, тэгш бус байх ёстой гэж заасан. Үүнээс гадна хоолой (эсвэл суваг) нь дор хаяж 30 метр урт байх ёстой бөгөөд ямар ч босго, уналт, нөөц урсгал байхгүй байх ёстой. Байгаль орчны зориулалттай бол ус жигд урсаж байх үед найман метр урттай суваг хангалттай байх болно.

Тэгшитгэл нь сувгийн тэгш бус байдлын утгыг (стандарт хүснэгтээс тодорхойлсон), гадагшлах урсгалын хөндлөн огтлол, гидравлик радиус (норгосон периметрээр хуваагдсан хөндлөн огтлолын хэмжээ), градиентын налуугийн утгыг авах шаардлагатай. Налуу ба тэгш бус байдал нь тогтмол шинж чанартай байдаг тул ирээдүйн урсгалын тооцоог суваг эсвэл хоолой дахь урсацын гүнийг хэмжих замаар хийж болно.

Усны түвшин ба тодорхойлсон зүсэлтүүдийн физик хамаарлыг ашиглан урсгалын тооцоог Хавсралт II, Хүснэгт II-3-д үзүүлэв.

Нээлттэй сувгийн урсгалын хэмжилт

Тусгай зориулалттай, барьсан нээлттэй урсгал сувгуудын түвшний хэмжилтийг ашиглан урсгалын хурдыг шингэний гүний функц гэж тооцож болно. Ихэнх тохиолдолд уурхай орчмын шингэний урсгал нь нээлттэй сувгаар дамждаг бөгөөд дамжуулах хоолойн урсгалыг хэмжих арга нь тохиромжгүй байдаг. Сувгийн хэлбэр ба холбогдох тэгшитгэлийн шаардлагыг түвшингийн хэмжигдэхүүнийг тооцоолсон урсгалын хурд руу хөрвүүлэхэд шаардлагатай гэж үзсэн болно.

Даралтат урсгал

Даралтат урсгалыг соронзон урсгал хэмжигч эсвэл хэт авианы хэмжигчээр хэмжиж болно. Соронзон урсац хэмжигч нь дамжуулагч шингэн ба дамжуулагч бус хоолойн давхаргыг шаарддаг.

Электродууд процессын шингэнтэй нийлэхэд зэврэхгүй байх ёстой. Зарим соронзон хэмжигч нь электродыг газар дээр нь цэвэрлэхэд туслах дамжуулагч суурилуулсан байдаг. Хэрэглэсэн соронзон орон нь импульс үүсгэдэг бөгөөд энэ нь урсгал хэмжигчийг дамжуулах хоолойн шугам дахь хүчдэлийн нөлөөллийг нөхөх боломжийг олгодог.

Гадаргын усны сорьц авах

Гадаргын усны дээж авах цэгийг уурхайн усны менежментийн системээр тодорхойлдог. Үүнд: ил уурхайд малталтанд байрлах ус, усны хуримтлал, ус хадгалах байгууламж, усыг дахин ашиглах зориулалттай цэвэрлэх байгууламж, булаг шанд, суваг эсвэл бусад урсгал ус багтана.

Гадаргын усны сорьц авах ажиллагааг MNS (ISO) 5667-4: 2001 Усны чанар. Сорьц авах. 4-р хэсэг. Байгалийн нуур, усан сангаас дээж авах журмыг баримтална.

Хяналт шинжилгээний хөтөлбөрийн эхэнд усны чанарын тодорхой түвшинг харуулсан мэдээлэл байхгүй бол тодорхой тохиолдол бүрд шинжилгээ хийх хэрэгтэй. Хамрах хүрээг илүү нарийвчлан тодорхойлох хүртэл энэ үйлдлийг бүх хэмжилтэд хэрэглэнэ. "0-хэмжилт" -ийг хийх боломжтой багц шинжилгээний жишээг хавсралт II-ийн хүснэгт II-5-т харуулав.

Зарим үе шатууд нь газар доорх усны сорьц авахтай ижил бөгөөд 4-р бүлэгт тусгагдсан. Бусад хэсгийг доор тайлбарласан болно.

Тухайн нутгийн олдворууд

Дээж авах цэгт болон ойролцоо газарт дараах шинж чанаруудын талаарх ажиглалтуудыг тэмдэглэнэ. Энэхүү мэдээллийн зарим үр дүн нь усны шинжилгээний үр дүнг тайлбарлаж эсвэл химийн процессын талаарх мэдээллийг өгч болно.

Гадаргын усны сорьц авах тухайн нутгийн үр дүнгийн хяналтын хуудас:

- ▶ Үндсэн өгөгдлийн хүснэгт дэх мэдээллийг шалгах
- ▶ Бууралтын толбо: чулуун доогуур харанхуйлах нь хүчилтөрөгчийн дутагдал, улмаар буурах үйл явцын илрэл болж өгнө.
- ▶ Тосон хальс (харааны хяналт), хөөсрөх
- ▶ усны түвшин, урсац, хадгалах
- ▶ Хөлдүү усны түвшин
- ▶ Хамгийн сүүлийн сорьц авснаас хойшх өөрчлөлтүүд: жишээлбэл, хөдөө аж ахуйн үйл ажиллагаа, газар шорооны ажил, барилга байгууламж, тунадас хуримтлал, гадаргуугийн нягтаршил, бохирдол, эрэг дээрх өөрчлөлт, гадны бодис, бохир ус, хөөс, ус зайлуулалт
- ▶ бусад хэвийн бус байдал; усны түвшний тэлэлт, субстрат, тунадас,
- ▶ биоценоз, жишээ нь, усны шувууд
- ▶ сорьц авах явцад цаг агаар, жишээлбэл агаарын температур, хур тунадас, үүлэрхэг байдал эсвэл наранд өртөх байдал

Сорьц авах

Гадаргын усны хувьд орон нутгийн төлөөлөгчид хаягдал ус, үхмэл усны бүс, дахин булингартай байдлыг илрүүлэхэд болгоомжтой хандах ёстой. Үүний оронд сорьцын байршил нь хамгийн их массын тээвэрлэлтийг хүлээж байгаа эсвэл далан дээрээс сорьц авах үед урсгалын хурд 1 м/сек байх ёстой. Нэг талаас, аюулгүй байдлыг хангах үүднээс тунадасжилтаас зайлсхийхийн тулд ус руу орохоос аль болох зайлсхийх хэрэгтэй.

Урсгал уснаас усны сорьцыг хутгах төхөөрөмж ашиглан дан сорьц болгон авах шаардлагатай. Тохирох сорьц авагчийг сайтар усаар зайлах хэрэгтэй бөгөөд хэд хэдэн удаа урьдчилан сорьц цуглуулах шаардлагатай. Гүүр болон бусад зүйлээс сорьц авахдаа бохирдуулагч бодис орохгүй байхыг анхаарах хэрэгтэй. Усыг зайлуулахдаа тунадсыг өдөөхгүйн тулд усны ёроолд хутгуурууд хүрч болохгүй. Үүнээс гадна хөвөгч материалын дээж авахаас зайлсхийх хэрэгтэй.

Сорьц авагчийг усны гүний гуравны нэгээс доош нь живүүлэх ёстой (эсвэл шаардлагатай бол усны гадаргуугаас 5-30 см орчим). Бүтээгч эсвэл сорьц авах савны ам нь урсгалын чиглэлд байна. Хэрэв зохих сорьц авах савыг дүүргэхийн тулд хэд хэдэн процесс хийгдсэн бол сорьцын жигд байдлыг хангах шаардлагатай.

Нууруудын хувьд улирлын эргэлт-зогсонги үе шатнаас хамааран химийн үзүүлэлтийг шинжлэх зорилгоор хэмжих цэгүүдэд гүний хэд хэдэн шатлалаар бие даасан сорьц авах шаардлагатай.

6. Өгөгдлийн менежмент

Мэдээллийн бүрэн бүтэн, нарийвчлалтай, ил тод баримт бичиг нь усны хяналт шинжилгээний хамгийн чухал хэсэг юм. Өрөмдлөг, хяналтын цооногийн хийц, засвар үйлчилгээ, усны түвшин, урсцын хэмжилт, сорьц авах, лабораторийн үр дүнгийн талаарх бүх мэдээллийг баримтжуулна. Дараах хүснэгтүүдэд янз бүрийн процессын талаарх үндсэн мэдээллийг харуулсан. Нэмэлт мэдээлэл, маягтуудыг I хавсралтад оруулсан болно.

Хүснэгт 4: Газар доорх усны түвшний хэмжилтийн баримтжуулалтын жишээ

Тоо / нэр	Уртраг координат	Өргөрөг координат	Цооногийн амсарын үнэмлэхүй өндөр	Шүүрийн дээд хэсгийн түвшин	Шүүрийн ёроолын түвшин	хяналтын цооногийн ёроол	Хэмжилт хийсэн огноо	Газар доорх усны гүн*	Усны түвшин, даралтат түвшин
			[m] Д.Т.Д.	[m] Д.Т.Д.	[m] Д.Т.Д.	[m] Д.Т.Д.			[m] Д.Т.Д.
44-ХҮ-4	1083312	4997511.0	1104.1	1084.0	1080.0	1078.0	01.04.2010	14.20	1089.92
44-ХҮ-4	1083312	4997511.0	1104.1	1084.0	1080.0	1078.0	29.09.2010	14.50	1089.62
...									
44-ХҮ-4	1083312	4997511.0	1104.1	1084.0	1080.0	1078.0	29.03.2017	19.10	1085.02

* Хэмжих төхөөрөмжийн дээд тал ба газар доорхи усны түвшингийн хоорондын зай

Газар доорх усны хяналт шинжилгээний цооног бүрийн шаардлагатай мэдээллийг Хавсралт I-д, Хүснэгт I-1-д үзүүлэв. Гадаргын усны усны түвшнийг хэмжих ажлыг ижил аргачлалаар баримтжуулна. Хүснэгт 5-д усны түвшин, урсацыг хэмжих, мөн гадаргын усны сорьц авах шаардлагатай мэдээллийг харуулсан. Хүснэгтийг гадаргын усны төрлөөр тохируулах хэрэгтэй.

Хүснэгт 5: Гадаргын усны урсацын хэмжилтийнцэгийг баримтжуулалтын жишээ

Зүйл	Нэгж	Ус (нуур, цөөрөм)	Шингэн	Тайлбар, жишээ
Хэмжилтийн цэгийн талаарх дэлгэрэнгүй мэдээлэл				
(станцын дугаар)		X	x	Өвөрмөц кодын систем; (нийт Монгол)
Хяналтын цооногийн дугаар		X	x	Уурхайн ху-д зориулсан хяналтын хөтөлбөрийн тодорхойлолт
Хэмжилтийн цэгийн төрөл		X	x	Жишээ: халиагуур, ажиллагчдын стандарт мэдрэгч, хэмжилтийн туг
Хэмжсэн мэдээллийн төрөл		X	X	Урсгалын хурд
Станцын эзэмшигч		X	X	Уурхай, сав газар, яам гэх мэт
Усны эсвэл шингэний нэр Байршил		X	X	

Зүйл	Нэгж	Ус (нуур, цөөрөм)	Шингэн	Тайлбар, жишээ
Аймаг, хот/тосгон, байршлын нэр, байршлын тодорхойлолт		X	x	Байршлын зурагтай холбох
Уртгар координатууд	(m)	X	x	Монголын грид систем
Өргөрөг координатууд	(m)	X	x	Монголын грид систем
Өндөрлөг	[m] д.т.д.	X	x	Хяналт шинжилгээний станцын нутаг дэвсгэрийн өндөрлөг байдал, өндрийг тодорхойлох хэлбэр, жишээ нь: дан төхөөрөмж, GPS, дифференциал GPS, топографийн зургийн тооцоолол
Хэмжилтийн цэгийн лавлагааны өндөр	m a.s.l	X	x	
Усны гүн	[m] д.т.д.	X		
Усны түвшин эсвэл урсгалын хурд хэмжилт				
Усны түвшин	[m] д.т.д.	X	x	
усны дундаж гүн	[m]	X	x	
усны дундаж өргөн	[m]	X	x	
Урсгалын хурд	l/s, m ³ /min		X	
Хэмжилтийн хүрээ	[m], [L · s ⁻¹], [m ³ · min ⁻¹]			
Хэмжилтийн давтамж				1/Сар, 1/Улирал
Дундаж хурдны муруй (байдаг уу?)		X		тийм/Үгүй
Сорьцлолт хийх				
Сорьц авагчийн төрөл		X	x	Завь, хөлөг онгоц
Сорьцлолт хийх хөтөлбөр		X	x	Хавар, намрын эргэлт, зуны зогсонги байдал эхлэх, дуусах
Сорьцлолтын гүн гүн	m	X		
Сүүлчийн сорьц авах огноо		X	X	
Бохирдол	тийм/Үгүй	X	X	
Сорьц авах давтамж		X	x	
Тэмдэглэл		X	x	(нэвтрэх боломжгүй, шингэн нь хуурай, нуур хөлддөг)

Газар доорх усны сорьц авах баримт бичгийг 6-р хүснэгтэд үзүүлэв. Хавсралт I, I-2 хүснэгтэд газар доорх усны сорьцыг баримтжуулах маягтыг агуулсан болно.

Хүснэгт 6: Усны сорьцлолтыг баримтжуулах тухай жишээнүүд

Зүйл	Нэгж	Тайлбар, жишээ
Нэр		
Станцын дугаар		Өвөрмөц кодын систем; (Монгол улсын хэмжээнд)
Хяналт шинжилгээний дугаар		Уурхайн хяналт шинжилгээний хөтөлбөрийн техникийн тодорхойлолт
Цооногийн нэр, дугаар		
Хэмжилтийн цэгийн төрөл		Жишээ: Төхөөрөмж, ажилчдын хэмжигч
Хэмжсэн мэдээллийн төрөл		Урсгалын хурд, усны түвшин

Зүйл	Нэгж	Тайлбар, жишээ
Станцын эзэмшигч		Уурхай, сав газар, яам ...
Байршил		
Аймаг, хот/тосгон, байршлын нэр, байршлын тодорхойлолт		Байршлын зурагтай холбох
Уртраг координатууд	(m)	Монголын грид систем
Өргөрөг координатууд	(m)	Монголын грид систем
Өндөршил	[m] д.т.д.	Хяналт шинжилгээний станцын нутаг дэвсгэрийн өндөршил, өндрийг тодорхойлох хэлбэр, ж.нь. төхөөрөмж, GPS, дифференциал GPS, топографийн зургийн тооцоолол
Хэмжлийн цэгийн лавлагааны өндөршил	[m] д.т.д.	
Хяналт шинжилгээний цооногийн гүн	m	Газрын гадаргаас дээш гүн
Шүүр суулгасан гүн	[m] д.т.д.	
Холбоотой уст давхарга		
Сорьцлолт		
Сорьц авсан огноо		
Газар доорх усны статик түвшин	[m] д.т.д.	цэвэрлэхээс өмнө
Газар доорх усны статик түвшин	[m] д.т.д.	цэвэрлэсний дараа
Цэвэрлэгээний төрөл		Насос (тодорхойлолт, жишээ grundfos MP1), тавиур цуглуулах
Насос суургасан гүн		
Эхлэх, дуусах, үргэлжлэх хугацаа	Min	
Сорьцлолтын үеийн ундарга	$l \cdot \text{min}^{-1}$	
Сорьц авагч		
Хээрийн хэмжилт		
Цахилгаан дамжуулалт	$\mu\text{S}/\text{cm}$, mS/cm	
pH		
Исэлдэлт-ангирхаж потенциал	mV	
Ууссан хүчилтөрөгч	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	
Температур	°C	
Өнгө		
Булингаршилт	NTU, тайлбар	
Үнэр		Шинэ, шаварлаг, септик, эмийн, хүхэр, химийн
Сорьц боловсруулах		Шүүлтийн арга, торны хэмжээ
Сорьц хамгаалах		Хөргөх ба + 4 хэм, -20 хэм хүртэл хөлддөг
Сорьц хадгалах		Байршил/хугацаа/хадгалах нөхцөл
Сорьцын тодорхойлолт		Жишээ: Сорьцын-ID: 1240/I Цооногийн-ID: хс-03-1482 Он/сар/өдөр: 2017/09/15 Өөр: HCO ₃ Анализ Төмөр -II
Лаборатори		Нэр/шинжилгээ хийх огноо/лаборатори. Тодорхойлох дугаар.
Шинжилгээний арга, стандартууд		
Шинжилгээний үр дүнг оруулсан		Нэр/огноо/файл

Тайлбар: Баримтжуулалт

Хяналт шинжилгээ нь өндөр өртөгтэй байдаг тул хяналт шинжилгээний мэдээллийг олон янзаар ашиглахыг шаарддаг. Тиймээс хяналт шинжилгээний бүх үр дүнгийн (усны түвшин, урсгалын хурд, усны чанарын шинжилгээ) тухай огноо, байршил (x, y, z) тодорхой байх ёстой. Мөн усны байгууламж, уст давхаргын тухай өгөгдөл мэдээллийн архив найдвартай байх шаардлагатай. Учир нь уул уурхайн олборлолт бол маш нийлмэл динамик процесс учраас нэгэнт алдагдсан эсвэл тохиромжгүй хяналт шинжилгээний өгөгдлийг хуулбарлах, солих боломжгүй.

7. Хяналт шинжилгээний үр дүнгийн тайлалт, шинжилгээ

Усны түвшний хэмжилтийн үнэн зөвийг шалгах, дүрслэх, тайлалт хийх

Баталгаажуулалтын шалгалт

Баталгаажуулалтын зорилго нь урьд өмнө цуглуулсан мэдээллийг (ус зүйн) ажиглалтын цооногийн барилгын дэлгэрэнгүй мэдээлэлтэй харьцуулах явдал юм. Усны гүнийг буруу хэмжсэнээс үүдэн хэт их ялгаатай үнэлгээг үүсгэж болно. Энэ тохиолдолд өмнөх утгуудтай харьцуулснаар ялгаатай байгааг харуулна. Унших явцад алдаа гарснаас ялгаа үүссэн бол зарим тохиолдолд өгөгдлийг тохируулах боломжтой байдаг. Хоёрдугаарт, уурхай болон хогийн цэг тэлэхэд ажиглалтын цооног шаардагдаж магадгүй. Хэрэв лавлагаа цэгийн өөрчлөлтийг (ажиглалтын цооногийн амсар) тооцоогүй бол гидрограф нь утгуудын алхмыг харуулна. Эдгээр утгыг цооногийн амсрын үнэмлэхүй өндрийн зөрүүгээр тохируулах шаардлагатай. Эцэст нь, газар доорх усны түвшин шүүрнээс доош байвал хэмжсэн усны түвшин нь ажиглалтын цооногийн ёроолын хэсгийн усыг харуулна. Энэ нь цооног усгүй, хуурай, ашиглалтгүй гэсэн үг.

Мэдээллийн чанарын хяналт нь асар их ач холбогдолтой. Буруу өгөгдөл нь буруу дүгнэлтэд хүргэж болзошгүй (уурхайн аюулгүй байдалд) бөгөөд улмаар буруу үнэлж, буруу шийдвэр гаргахад хүргэдэг!

Хяналт шинжилгээний үр дүнг харуулах

Гидрограф

Гидрограф нь усны түвшин ба цаг хугацааны хамаарлын график юм. Усны түвшнийг далайн түвшнээс дээш метр (m.a.s.l.) харуулсан. Графикийг үндсэн програм хангамж ашиглан үүсгэж болно (MS Office програм). Усны түвшний цаг хугацаанаас хамаарсан өөрчлөлтийг графикаар илэрхийлж болно. Усны түвшнийг төлөвлөхдөө тухайн нутгийн цаг уур, усны баланс, газар доорх усны бууруулах түвшний (уурхайгаас усыг шавхан зайлуулах) графиктай хамт төлөвлөх нь ач холбогдолтой. Хэмжсэн утгуудыг шууд ашиглаж болдог.

Шингэн орчны нягтын ялгаа (жишээлбэл, газар доорх усны давсжилт маш өндөр байх) байвал дараах томъёог ашиглан цэвэр усны түвшин рүү хувиргах шаардлагатай болно.

$$h_{\text{fresh}} = \text{HSW} \cdot (\rho_s / \rho_f)$$

эндээс: h_{fresh} - цэнгэг усны багана [м], HSW - давстай усны баганын урт [м], ρ_s - давстай усны нягт [кг/дм³], ρ_f - цэнгэг усны нягт [кг/дм³] юм. Гадаргын усны түвшин, ундаргыг гидрограф хэлбэрээр харуулж болно.

Жишээ: Гидрографийн тайлалт

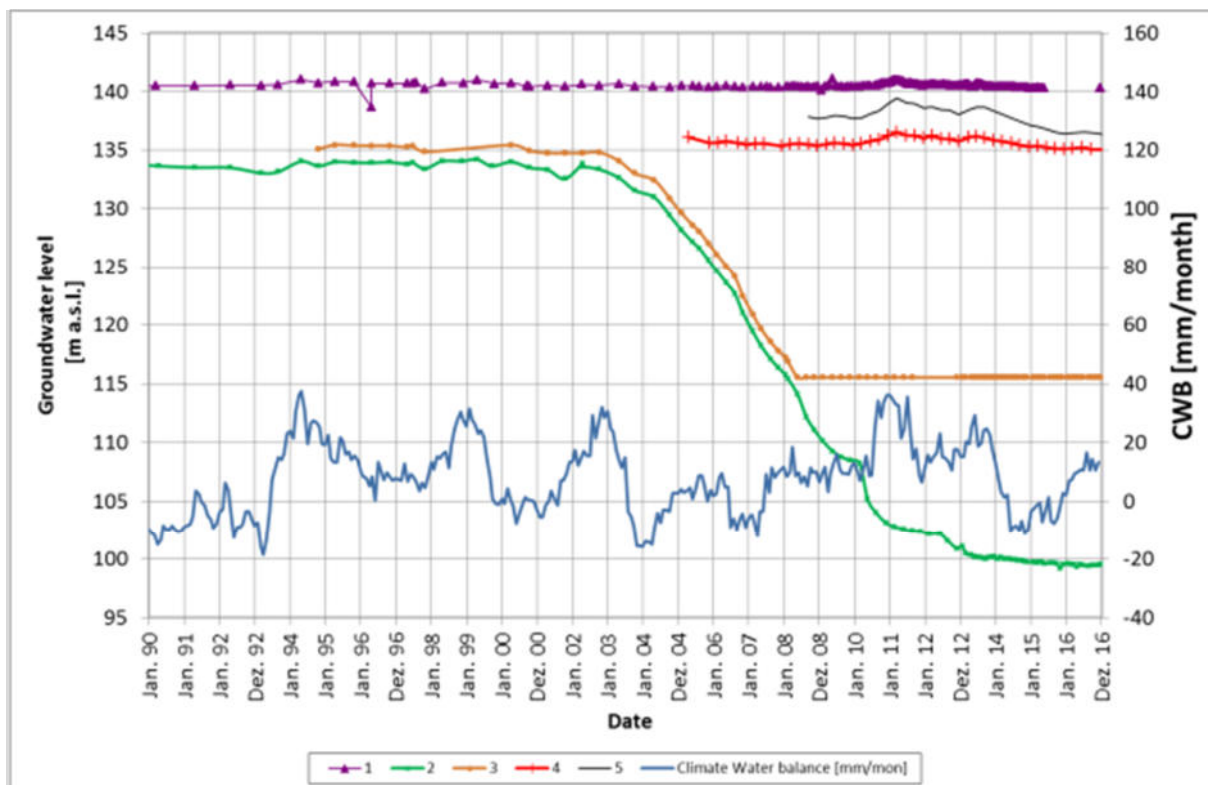
Доорх 7-р зурагт хатаалт хийгдсэн нүүрсний уурхай орчмын газар доорх усны хяналт шинжилгээний цооногийн гидрографийг усны балансын утгатай хамт харуулав. Газар доорх усны түвшнийг зүүн тэнхлэг дээр, баруун тэнхлэгт усны балансын утгыг харуулав.

7-р зурагт үзүүлсэнчлэн Хяналтын 1-р цооногийн усны түвшин тогтвортой байна. 1996 оны 3-р сарын утга нь алдаатай (бусад хэмжилтээс дангаараа өөр) тул засах шаардлагатай. 2015 оны 6-р сараас 2016 оны 11-р сарын хоорондох хугацааны туршид хэмжилтийн утга байхгүй байна. Манай тохиолдолд 1-р цооногийн хяналтыг дээд уст давхаргад явуулдаг. Энэ нь дээд уст давхаргыг

байгалийн гидравлик хаалт (ус үл нэвтрүүлэгч) болдог бөгөөд уурхайн хатаалтаас хамгаалагдсан гэсэн үг юм.

Гэсэн хэдий ч 2, 3-р хяналтын цооногийн графикт газар доорх усны түвшин 2003 оноос хойш мэдэгдэхүйц буурч (>30м) байгааг харуулж байна. Эдгээр хяналтын цооног нь усгүй болсон гүний уст давхаргыг илэрхийлж байна. Хяналтын 3-р цооногийн гидрографаас харахад 2008 оны 3-р сараас хойш тогтвортой байна. Энэ худагт ус байхгүй болсон. Газар доорх усны түвшин нь хяналтын цооногоос гүнд эсвэл энэ цооногийн шүүрээс гүнд байгаа. 2008 оны 3-р сараас өнөөг хүртэлх утгыг ашиглах боломжгүй байна.

Зураг 7: Усны түвшний гидрографикт жишээ



Хяналтын цооног 4, 5 нь уурхайгаас нэлээд зайтай (>5км) зайд байрладаг. Усны түвшин нь газар доорх усны тэжээмжээс шууд хамаардаг бөгөөд ялангуяа усны балансаас их хамаарна. 2010/2011, 2013 оны хооронд усны баланс маш эерэг баланстай байсан нь газар доорх усны түвшнийг дээшлүүлэх шалтгаан болсон байна. 5-р цооногийн гидрограф нь 2014, 2015 онуудад газар доорх усны түвшин бага хэмжээгээр буурсныг харуулж байна. 5-р цооногийн ойролцоох уст давхаргад уурхайн ус зайлуулалт нөлөөж болзошгүй.

Усны ижил түвшний зураглал

Усны ижил түвшний зураглал нь гидрогеологичдын ашигладаг газар доорх усны урсгалын чиглэл ба гидравлик градиент, мөн тасралтгүй хандлагыг шалгахад ашигладаг нийтлэг хэрэгсэл юм. Цооног дахь усны статик түвшний хээрийн хэмжилтийн үр дүнгээр усны ижил түвшний зургийг хийдэг. Усны түвшний шугам нь огцом дээшлэх, буурах, тасалдах нь тасралтгүй хандлагын үнэн зөв баталгаа болж чадахгүй. Усны урсгалын чиглэл нь усны эх үүсвэрийг хамгаалах бүсийг тодорхойлоход тусалдаг.

Хэрэв гадаргын болон газар доорх усны хооронд гидравлик холбоо байгаа бол гадаргын усыг ижил түвшний зураг дээр харгалзан үзэх шаардлагатай. Энэ нь тухайн район дахь усан сан, урсгал ус хамаарна. Гадаргын усны түвшнийг мэдэх шаардлагатай. Гадаргын ус урсгалтай тохиолдолд тооцоолсон усны түвшин дээр нэмж тооцож болно. Боломжит түвшинг (даралтат түвшин) хязгаарлагдмал уст давхаргын нөхцөлд ашиглана. Ижил түвшний зураг зохиохдоо стандартаар тусгай програмыг (SAGA GIS гэх мэт) ашигладаг ч гараар зурах боломжтой.

Газар доорх усны гүний зураглал зохиох

Газар доорх усны гүний зураглалыг гадаргын болон газар доорх усны хооронд гидравлик харилцан үйлчлэлтэй үед, өөр өөр гүнтэй газар доорх ус хэрэглэгчидтэй бүс нутгийн хувьд, эсвэл тухайн гадаргын ба газар доорх усны түвшин хооронд бага зайтай бүс нутагт хийх нь чухал юм. Газар доорх усны гүний зураг зохиоход газар нутгийн өндөршил, газар доорх усны түвшин, тусгай програм хангамж шаардлагатай (тухайлбал, SAGA GIS доороос үзнэ үү).

Газар доорх усны түвшний ялгааг харуулсан зураглал

Газар доорх усны түвшний ялгааг харуулсан зураг нь уурхайн хатаалт хийгдэж буй уст давхаргын нөлөөллийг харуулах тохиромжтой хэрэгсэл юм. Янз бүрийн хугацаанд хэмжсэн хяналтын цооног дахь усны түвшний зөрүү нь зургийн суурь болж өгдөг.

Хяналт шинжилгээний үр дүнгийн зураглал

- ▶ Газар доорх усны ижил түвшний болон боломжит түвшний шугамууд нь газар доорх усны хөдөлгөөнийг тодорхойлоход тохиромжтой хэрэгсэл юм. Үр дүн: газар доорх усны урсгалын чиглэл ба гидравлик градиент.
- ▶ Газар доорх усны ижил түвшний зургийг уурхайн ус зайлуулалтын ажил эхлэхээс өмнө буюу жил бүр (ижил сард) хийх хэрэгтэй.
- ▶ Газар доорх усны түвшний ялгааг харуулсан зураг нь уурхайн хатаалт уст давхаргад хэрхэн нөлөөлж байгааг харуулсан тохиромжтой хэрэгсэл юм.
- ▶ Газар доорх усны түвшний ялгааг зураглахад тохиромжтой өгөгдлүүд нь: уурхайн ус зайлуулалтаас өмнөх байдал ба одоогийн төлөв байдал, хэтийн төлөв (загвараар тооцоолсон төлөв байдалд үндэслэн), усыг шавхаж дууссаны дараагийн газар доорх ус нэмэгдэх үеийн төлөв байдал.
- ▶ Хэрэв өөр өөр өгөгдлийн багц (хэмжилт, загварын үр дүн) ашиглах бол тэдгээрийн ялгааг тайлбарлаж, ярилцах хэрэгтэй.
- ▶ Тохиромжтой програм хангамж (үнэгүй програм) бол SAGA-GIS: <http://saga-gis.sourceforge.net/en/>

Хяналт шинжилгээний үр дүнгийн тайлалт (Усны түвшин, урсцын хэмжээ)

Таамаглах нь хяналт шинжилгээний үр дүнг тайлбарлахад дэмжлэг болно. Уурхайн ус зайлуулалтыг хянахын зорилгоор газар доорх усны түвшний бууралт эсвэл нэвчилт ихтэйгээс шалтгаалсан урсгалын хурдны бууралт зэргийг таамаглаж болно. Хяналтын туршид цаг уурын нөхцөлийг мөн тайлал хийхэд анхаарах ёстой. Уур амьсгалын нөхцөлөөр ялгаатай нутагт газар доорх усны өөр өөр тэжээмжээс шалтгаалан газар доорх усны түвшин өөрчлөгдөж болзошгүй юм.

Хүснэгт 7-д ус зүйн нөхцөлийн төрлүүдийг харуулав. Тэдгээрийн тоон үзүүлэлт нь хяналт шинжилгээний үр дүнд тайлалт хийхэд тусална.

Хүснэгт 7: Ус зүйн нөхцөлийн тойм

Ус зүйн нөхцөл	Тооцоолох арга
Хур тунадас	Цаг уурын станцын онлайн-мэдээлэл, хур тунадасны хэмжилт
Ууршилт	Цаг уурын станцын онлайн-мэдээлэл, усны гадаргаас ууршилтыг хэмжих
Уурхайн тэлэлт	Эзэмшлийн талбай (сунгалт, огноо), Уурхайн ашиглалтын үеийн хяналт шинжилгээний ажлын үр дүнгийн тайлалт, тайлан. Ус зайлуулалтын орон зайн тэлэлтийг (галерей худгийн байгууламж) баримтжуулна.
Уурхайн хатаалтын системийн тэлэлт (галерей худаг, цооног, цөөрмөөс ус татах)	Үнэлгээ, нарийвчлалтай (байршил, гүн), ус зайлуулалтын завсарлага, хатаалтын эхлэл ба төгсгөл
Уурхайн ус хэрэглээ (боловсруулалт хийх, жишээ нь, нөхөн сэргээсэн газрыг усжуулах)	Үнэлгээ (байршлын онцлог, хугацаа)
Уурхайн гаднах бусад ус хэрэглэгчид (малын усан хангамж)	Үнэлгээ (байршлын онцлог, хугацаа)
Усны нэвчилт (Уст давхарга руу орох) эсвэл оролт (нуур, цөөрөмд орох)	Үнэлгээ (байршлын онцлог, хугацаа)
Уурхайн орчим дахь шингэний хэмжээ	Урсацыг хэмжих
Уурхайн орчмын газар доорх усны түвшин	Газар доорх усны хяналт, усан хагалбарын тодорхойлолт

Гидравлик системийн үнэлгээ

Уурхайн гидравлик системийг тодорхойлж, хэмжих ёстой. Гидравлик системийн параметруудад усны оролт/гарц, ус зайлуулалт, хур тунадас, ууршилт гэх мэт орно. Үүний дараа усны балансыг тогтоож өгөх ёстой.

Усны эргэлтийн параметруудийг хэмжих, үнэлэх, тооцоолох нь усны балансыг тодорхойлох боломжийг олгодог.

Дараах томъёогоор орон нутгийн усны эргэлтийг тодорхойлно.

$$0 = P - ETP \pm Q_{in/out} \pm \Delta S$$

Эндээс, P - хур тунадас, ETP - ууршилт, $Q_{in/out}$ - урсац, тэжээмж, бусад оролт - гаралтууд (жишээ нь, худагнаас ус татах), ΔS – эзлэхүүний өөрчлөлт юм. Хур тунадасны болон ууршилтын ялгааг усны баланс гэж нэрлэдэг.

$$CWB = P - ETP$$

Усны эргэлтийн тэгшитгэлийг дараах байдлаар бичиж болно.

$$0 = CWB \pm Q_{in/out} \pm \Delta S$$

Ус хураах талбайн хэмжээ (газар доорх сав газар)

Ус хураах талбайн хэмжээг дараах томъёогоор тооцно.

$$A_{catch} = Q_{out} / GWR$$

Эндээс, A_{catch} - ус хураах талбай [m^2], Q_{out} – уурхайгаас зайлуулах усны хэмжээ [m^3/s], GWR - газар доорх усны тэжээмж [$m^3/s/m^2$] юм.

Усны чанарын хэмжих хэрэгслийн үнэн зөвийг шалгах, дүрслэх, тайлалт хийх

1. Ус ашиглагчдын үнэлгээ

Асуудал: Шинжилгээний үр дүнг шалгах

Зорилго: Борлуулагч; усны чанарын өөрчлөлт, сорьцлолт, шинжилгээний алдаа

Мэдээлэлд тавигдах шаардлага: Химийн үзүүлэлтүүдийн цаг хугацааны цуваа, pH-ийн утга, харьцуулсан концентраци, сорьцлолтын огноо.

Усны шинжилгээний үр дүнгийн хугацааны цуврал дахь хазайлтыг тайлалт хийх арга

Усны чанар цаг хугацааны явцад байгалийн жамаараа өөрчлөгдөх юмуу эсвэл хүний үйл ажиллагаанд өртөгдөж өөрчлөгдөж болно. Ихэнх тохиолдолд усны чанарын 25%-иас бага концентрацийн ялгаа нь байгалийнх байдаг. Хэрэв энэ ялгаа нь 25%-иас их байвал дараах шалтгаантай байх боломжтой. Үүнд: (а) хүний үйл ажиллагаан дээр үндэслэн усны чанарт ноцтой өөрчлөлт оруулах, (б) сорьц авах, тээвэрлэхэд гарсан алдаа, (в) лабораторийн шинжилгээний алдаа орно.

Бусад үзүүлэлттэй харьцуулах арга

Цахилгаан дамжуулалт, pH зэрэг бусад үзүүлэлтүүдтэй харьцуулах нь хоёр боломжит үр дүнг өгдөг: 1. Бусад үзүүлэлтүүдийн утгууд өөрчлөгдсөн тохиолдолд усны чанарын өөрчлөлт нь бодит байдал эсвэл сорьц алдаатай байсан гэсэн үг юм. 2. Хэрэв бусад үзүүлэлтүүдийн аль нэг нь өөрчлөгдөөгүй бол сорьцийн дүн шинжилгээ буруу хийгдсэн байж болно. Алдааг хайж олох ажлыг лабораторийн чанарын баталгааны шалгалтыг хийж, үлдсэн дээжийн шинжилгээг давтан хийх замаар тодорхойлж болно. Хэрэв давтан шинжилгээний эдгээр үр дүн ижил үр дүнг харуулсан бол сорьцуудыг гурав дахь удаагаа давтан хийх ёстой. Усны сорьцыг хоёр өөр лабораторид шинжлэх хэрэгтэй. Хэрэв эдгээр үр дүн ижил агууламжтай бол усны чанарт өөрчлөлт гарсан байна.

Үр дүн: Энэ арга нь хэмжилтийн утга зөв эсэх, усны чанарын өөрчлөлтийг заасан, сорьцын болон шинжилгээний алдаа гарсан эсэхийг үнэлэх боломжтой.

Эх сурвалж: DGFZ e.V. Dresdener Grundwasserforschungszentrum e.V. (GERMAN).

2. Ионы концентрацийг хасах

Асуудал: Шинжилгээний үр дүнг шалгах

Зорилго: Шинжилгээний үр дүнг зөв эсэхийг шалгах.

Мэдээллийн шаардлага: Шинжилгээний үр дүн: O_2 , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Ca^{2+} , $Mg^{2+} + NO_2^-$, NH_4^+ , H_2S , NO_3^- , pH
(заавал бүгд байх шаардлагагүй)

Арга

Дараах концентраци нь бие биенээ хасдаг.

$O_2 > 5$ мг/л-ээс хасах: Fe^{2+} , Mn^{2+} , NO_2^- , $NH_4^+ > 0,05$ мг/л, $H_2S > 0,01$ мг/л

$Fe^{2+} > 0,2$ мг/л $NO_3^- > 2,0$ мг/л хасагдана

$Mn^{2+} > 0,2$ мг/л хасалт $NO_3^- > 2,0$ мг/л

$H_2S > 0,1$ мг/л хасалт $Fe^{2+} > 0,1$ мг/л ба $Mn^{2+} > 0,2$ мг/л

$8,0 > pH > 5,5$ нь Ca^{2+} , $Mg^{2+} > 1$ ммоль/л хасагдана.

Үр дүн: Хэрэв шинжилгээний үр дүн зөв байсан бол энэ аргыг хэрэглэнэ.

3. Цэнэглэх балансын алдаа (CBE)

Асуудал: Шинжилгээний үр дүнг шалгах

Зорилго: Шинжилгээний үр дүнг хянах эсвэл хаах

Мэдээллийн шаардлага: Холбогдох концентрацитай бүх анион ба катионуудын шинжилгээний үр дүн; моль(экв)/L -ээр илэрхийлнэ.

Арга

Байгалийн нэг үндсэн хууль бол усан уусмал (ус гэх мэт) нь цахилгаан саармаг орчинтой байдаг. Энэ нь бүх эерэг цэнэгтэй катионуудын нийлбэр нь бүх сөрөг цэнэгтэй анионы нийлбэртэй тэнцүү байх ёстой гэсэн үг юм.

$$\text{Цэнэгийн үлдэгдэл: } \sum \text{катион} = \sum \text{анион}$$

Задлан шинжилгээний алдаа буюу/эсвэл задлах бүрэлдэхүүн хэсгүүд нь цахилгаан тэнцвэргүй байдлыг үүсгэдэг. Энэхүү тэнцвэргүй байдлыг тооцоолох нэг арга бол цэнэгийн үлдэгдлийн хувь дахь алдаагаар тооцно.

$$CBE = (\sum \text{катион} - \sum \text{анион}) / (\sum \text{катион} + |\sum \text{анион}|) \times 100\%$$

Цэнэглэх балансын алдааны (CBE) тайлалт

- ▶ $CBE > \pm 5\%$; шинжилгээ бүрэн бус (гол ионууд хэмжигдээгүй) эсвэл буруу хийгдсэн; шинжилгээг бүрэн ионоор давтаж хийнэ.
- ▶ сөрөг CBE: анионы агууламж катионоос өндөр (бүх холбогдох катионуудыг шинжлээгүй болно)
- ▶ эерэг CBE: анионоос катионы агууламж өндөр (бүх холбогдох анионыг шинжлээгүй)

- ▶ шүүгээгүй, хүчил нэмэх үед уусдаг тоосонцор хатуу хэсгүүдийг агуулсан сорьц ашигласан (хадгалах зорилгоор)
- ▶ CBE-ийг тооцоолоход тохиромжтой програм хангамж (үнэгүй програм)
<https://www.lenntech.com/calculators/accuracy/accuracy-water-analysis.htm>.

4. Баталгаажуулах нэмэлт шалгалт

- ▶ Нэмэлт параметруудийн хамаарлыг авч үзэх ёстой. Жишээ нь: талбай дээр хээрийн лаборатори ашиглан рН, цахилгаан дамжуулалтыг хэмжих
- ▶ Холбогдох параметруудийн хамаарлыг авч үзэх шаардлагатай. Жишээ нь: цахилгаан дамжуулалт ба сульфатын ионы агууламж гэх мэт
- ▶ Гидрохимийн найдвартай байдлыг шалгах хэрэгтэй: рН, металлын ионы агууламж

Газар доорх усны химийн шинж чанар

Усны найрлага нь усны эх үүсвэрийн геогеник орчин, химийн эсвэл биохимийн урвалаар тодорхойлогддог. Усан хангамжийн ус татах эх үүсвэрийг мэдэх нь гидравлик системийг ойлгоход чухал ач холбогдолтой. Боломжит эх үүсвэрт хур тунадасны ус, гадаргын усны нэвчилт, хаягдал усны нэвчилт, газар доорх усны тэжээмж, чулуулгийн ан цавын ус орно. Дараагийн хэсэгт усны сорьцын шинжилгээний өгөгдлийг дүрслэн харуулах зарим боломжуудыг харуулав. Энэхүү дүрслэл нь усны янз бүрийн усны эх үүсвэрээс авсан сорьцыг ангилах боломжийг олгодог. Усны изотопийн шинжилгээ, тайлалт хийх нь онцгой арга бөгөөд энэхүү шинжилгээний үр дүнгээр газар доорх усны насыг тогтоох боломжтой. Энэ сэдвээр илүү дэлгэрэнгүй мэдээлэл авахыг хүсвэл холбогдох номоос лавлана уу.

1. Усны сорьцыг цахилгаан дамжуулалтаар ангилах нь

Мэдээллийн шаардлага: Цахилгаан дамжуулах чадварын хэмжилт

Арга: Цахилгаан дамжуулалтын хэмжсэн утгыг 8-р хүснэгтээс авсан утгуудтай харьцуулна.

Хүснэгт 8: Өөр өөр төрлийн усны цахилгаан дамжуулалт

Усны төрөл	Цахилгаан дамжуулалт [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
Цэвэр ус	0,055
Нэрмэл ус	<3
Хур тунадасны ус	5 - 100
Газар доорх ус (байгалийн, бохирдоогүй)	100 - 1900
Ундны уух	150 - 800
Эрдэст ус	150 - 2000
Далайн ус (давстай ус)	env. 50 000

Үр дүн: Усны сорьцын эх үүсвэр, өөр өөр сорьцын ангиллын тухай мэдээлэл.

Химийн шинжилгээний үр дүнгийн тайлалт хийх график арга

График аргыг ашиглах нь усны янз бүрийн төрлийг дүрслэхэд тусална. Усны янз бүрийн төрлүүд байгаа нь өөр өөр эх үүсвэртэйг (жишээ нь, ус хураах бүс, өөр өөр уст давхаргууд, ан цавын ус) зааж болно.

1. Шоеллерийн график

Асуудал: Усны шинжилгээний үр дүнг дүрслэн харуулах, ангилах

Зорилго: Усны янз бүрийн сорьцыг бүлэглэн ангилах

Мэдээллийн шаардлага: төрөл бүрийн сорьцын анион ба катионуудын шинжилгээний дүн;
 $\text{mol}(\text{eq})/\text{L}$ -ээр илэрхийлэгдэнэ. (давуу тал: шинжилгээ нь бүрэн бус байж болно).

Арга:

Гол ионы шинжилгээг (литр тутамд миллививалентээр) ижил талбайд өөр өөр гидрохимийн усны төрлийг харуулах зорилгоор хагас логарифмийн график байгуулж харуулна. Энэ диаграммыг Schoeller-plot гэж нэрлэдэг. Энэхүү диаграммын гурвалсан диаграммаас ялгагдах нь бүрэн бус дүн шинжилгээг ашиглаж, үзүүлэлтүүдийн бодит агууламжийг харуулах боломжтойгоороо давуу юм.

Үр дүн: Янз бүрийн сорьцын хувьд ижил буюу өөр (өөр эх үүсвэртэй) төрлийн ус байгаа эсэх мэдээлэл

2. Пайперийн гурвалсан диаграмм

Асуудал: Усны шинжилгээний дүнгийн дүрслэл, ангилал, төрлийг ялгах

Эх сурвалж: GW-Chart (Freeware: https://water.usgs.gov/nrp/gwsoftware/GW_Chart/GW_Chart.html)

Зорилго: Янз бүрийн усны сорьцыг бүлэгт ангилах.

Мэдээллийн шаардлага: Кальци, натри, кали, магни, хлорид, сульфат, гидрокарбонат ба карбонатыг моль (эк)/L-ээр агууламжийг бүрэн илэрхийлэх ёстой.

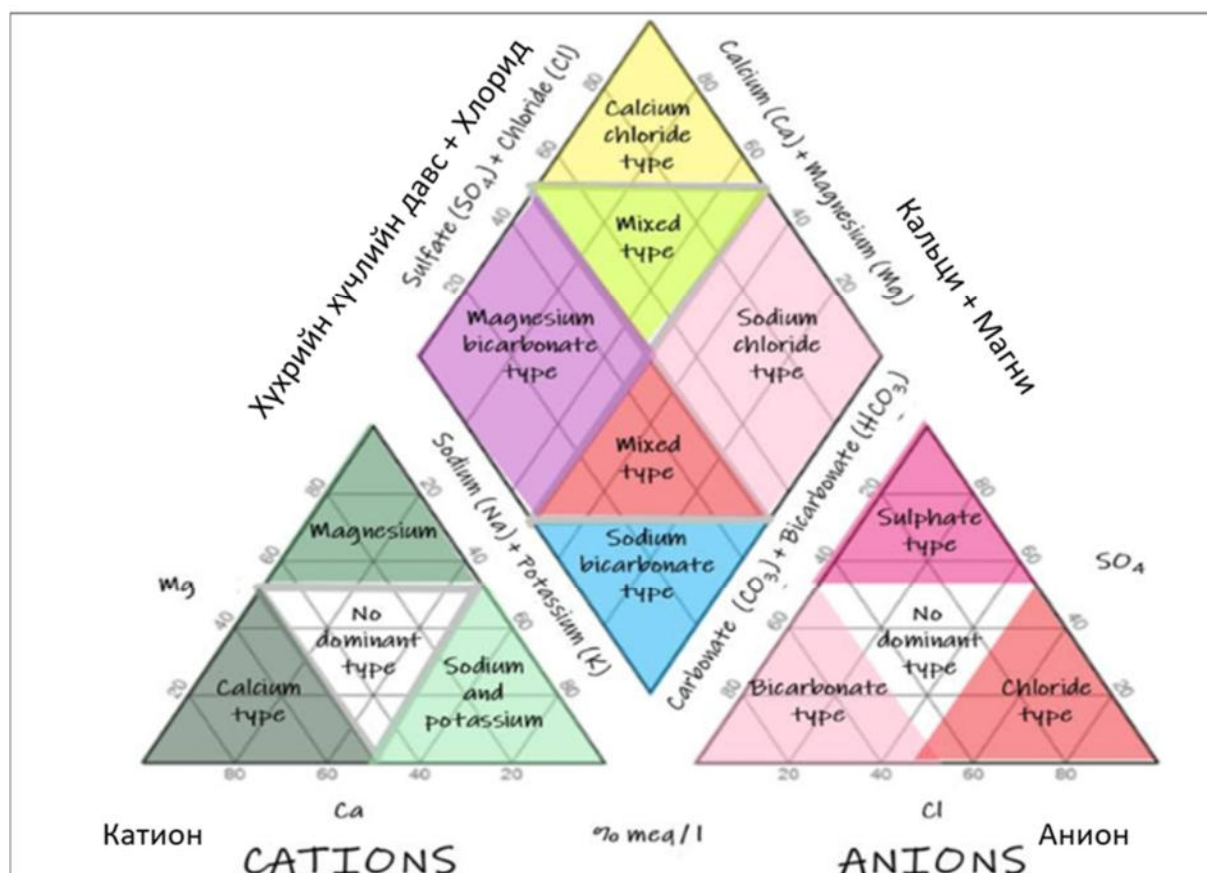
Карбонатын агууламжийг уны температурыг ашиглан тооцоолж болно.
 Усанд ууссан хатуу хэсгийн агууламжийг (TDS) мөн томъёогоор тооцно.
 $\text{TDS-ийн агууламжийг } 0.5 \cdot \text{EC-ээр гэж тооцож болно.}$

Арга:

Янз бүрийн газар нутагт газар доорх усны химийн найрлагын өөрчлөлт, ус чулуулгийн харилцан үйлчлэлийн түвшинг харахын тулд усны сорьцын ионы найрлагын өгөгдлийг Зураг 8-т харуулсны дагуу Пайперийн гурвалсан диаграммыг ашиглан цаг хугацааны хувьд хоёуланг нь төлөвлөсөн болно. Пайперийн гурвалсан диаграммыг гидрогеологийн хувьд ихэвчлэн ашиглагддаг бөгөөд газар доорх усны гидрохимийн шинж чанарыг тусдаа гурвалжин диаграмд анион ба катионуудын хувийг (мэкв L^{-1}) харуулдаг. Геохимийн хувьд ижил төстэй усыг тодорхой тогтоосон бүлэгт бүлэглэж өгдөг бөгөөд энэ нь газар доорх усны холимог, хур тунадас, уусмал гэх мэтийг илтгэнэ. Пайперийн гурвалсан диаграммыг програмын тусламжтайгаар зурж болно.

Зураг 8: Пайпер диаграмаар ангилах

Source: <https://www.hatarilabs.com>



Үр дүн: Янз бүрийн дээж авах усны төрөл, эх үүсвэрийн талаарх мэдээлэл

Валяшкогийн диаграм ашиглан өгөгдлийг танилцуулах

Валжашкогийн (1961) нийтлэл дээр үндэслэсэн дундаж ион ба тэдгээрийн таамагласан ууссан давсны харьцааг үндэслэн газар доорх усныг гарал үүслээр нь дүрслэх, ангиллын систем бий болсон. Бусад аргуудтай харьцуулахад (жишээ нь PIPER (1944) эсвэл FURTAK & LANGGUTH (1967)) систем нь газар доорх усны химийн гарал үүслийн талаар илүү сайн тайлбарлах боломжийг олгодог. Ус нь гарал үүслийн хувьд нэвчилтийн мөчлөгөөр тодорхойлогдох ба хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөл эсвэл давстай усны нөлөөллийг болох эсэхийг тодорхойлж болно.

Усны янз бүрийн хэрэглээнд тохирсон байдлыг үнэлэх

Ундны уух

Усны шинжилгээний гол зорилго нь ахуйн хэрэглээ, усжуулалт, үйлдвэрлэлийн зориулалтаар ашиглах зэрэг төрөл бүрийн зориулалтаар ашиглахад тохиромжтой эсэхийг үнэлэхэд оршино. Сүүлийн хэдэн арван жилд хүн амын хурдацтай өсөлт, аж үйлдвэржилт хурдацтай хөгжилтэй холбоотойгоор цэвэр усны хэрэгцээ эрс нэмэгдэж байна.

Усжуулалтын ус

Усжуулалтанд шавхан зайлуулж буй усыг ашиглах нь усны тогтвортой менежментийн чухал боломж юм. Гэвч хөрсний боломжит давсжилт нь усжуулалтанд ус ашиглах боломжийг хязгаарладаг. Дараах тайлбар нь усны давсжилт эсвэл натрийн агууламж зэргээс шалтгаалан давсжих эрсдлийн талаар мэдээлэл өгдөг.

Натрийн адсорбцийн харьцаа (SAR) нь натрийн нөлөөлөлд өртсөн хөрсийг хянаханд ашигладаг усжуулалтын усны чанарын үзүүлэлт бөгөөд энэ нь усны шүлтлэг шинж чанар ба шүлтлэг катионуудын агууламжаар тодорхойлогдон хөдөө аж ахуйн усжуулалтанд ашиглахад тохиромжтой усны үзүүлэлт юм. Энэ нь хөрсний нүх сүвээр тодорхойлогддог хөрсний чийгшилттэй холбоотой стандарт үзүүлэлт юм.

Натрийн адсорбцийн харьцааны (SAR) шалгуур

Натрийн адсорбцийн харьцаа нь хөрс - усан дахь кальци, магнитай харьцаагаар натрийн хэмжээг хэмжих бөгөөд хөрсний шинж чанар, ургамлын ургалтанд нөлөөлдөг. Усжуулалтын усанд ууссан давсны нийт агууламжийг түүний цахилгаан дамжуулах чанараар (EC) тодорхойлж, mho/cm-ээр илэрхийлнэ. Тус тусдаа ангиудыг дараахь байдлаар тодорхойлно Үүнд: EC <250 µS/cm - Бага давслаг ус, 250 <EC <750 µS/cm – Дунд зэргийн давслаг-ус, 750 <EC <2250 µS/cm - өндөр давслаг ус, EC > 2250 µS/cm - маш өндөр давслаг ус.

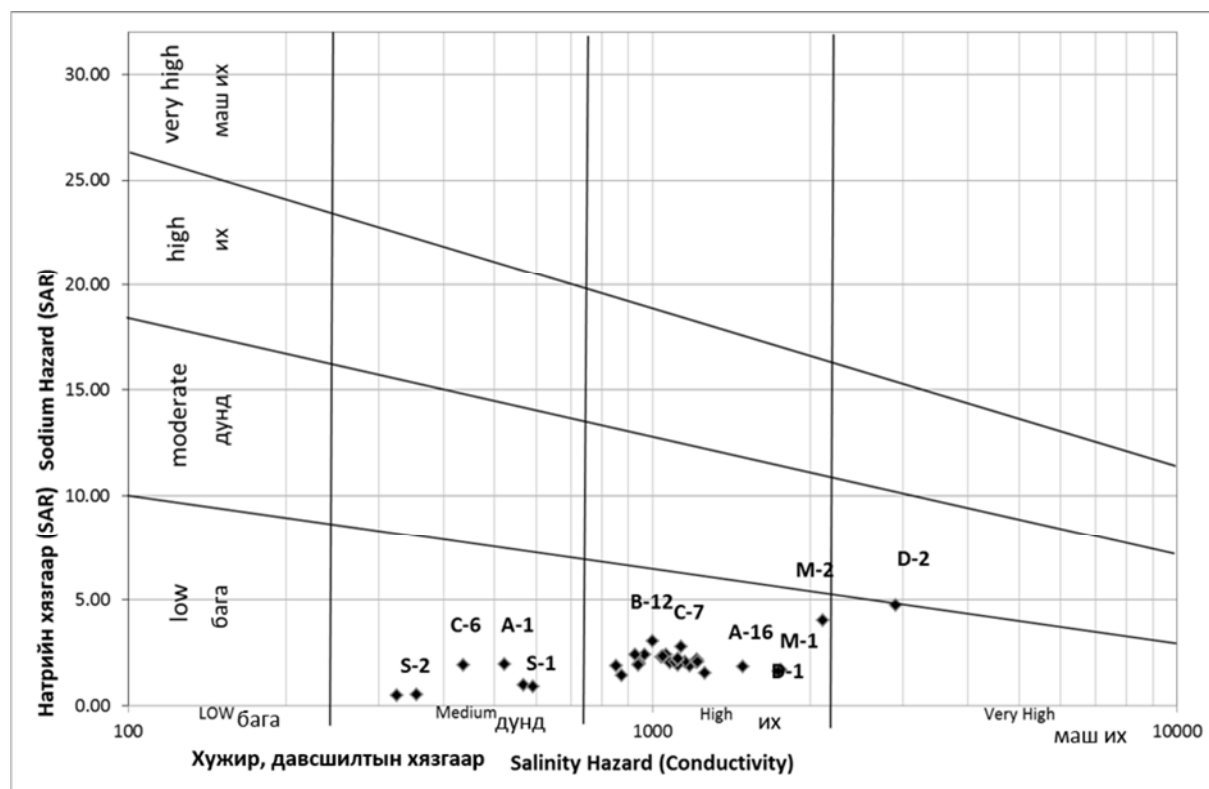
Усжуулалтанд ус ашиглахад натри эсвэл шүлтийн эрсдлийг катионуудын үнэмлэхүй ба харьцангуй агууламжаар тодорхойлдог бөгөөд натрийн адсорбцийн харьцаагаар (SAR) илэрхийлэгддэг. SAR-ийг тооцоолоход дараах томъёог ашиглана.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)}}$$

Натри, кальци, магнийн агууламжийг ммоль/л-ээр илэрхийлдэг.

Үр дүнг WILCOX-Plot хэлбэрээр, 9-р зурагт үзүүлэв.

Зураг 9: WILCOX-диаграмм



Тэгшитгэл дэх ионууд нь литр тутамд мэкв/л-ээр илэрхийлэгдэнэ. Ихэнх сорьцын хувьд давсны агууламж ихсэх эрсдэл дунд болон өндөр байсан. Нэг сорьц нь маш их эрсдлийг илэрхийлсэн. Ихэнх сорьцын хувьд натрийн эрсдэл бага, нэг сорьцын хувьд дунд зэрэг байна.

8. Тайлан гаргах

Гидрогеологийн судалгааны баримт бичиг (жишээ нь: хяналт шинжилгээний үр дүн) нь шалгах жагсаалтад дурдагдсан дараахь сэдвүүдийг агуулсан байх ёстой.

Шалгах жагсаалт: Гидрогеологийн судалгааны агуулга.

- ▶ Уул уурхайн компани, зөвлөх компани, ашиглалтын хугацаа, ашиглалтын талбайн тухай ерөнхий мэдээлэл
- ▶ Судалгааны талбайн тодорхойлолт
- ▶ Хяналт шинжилгээний хөтөлбөрийн тодорхойлолт
- ▶ Гидрогеологийн тооцоо (жишээ нь усны баланс, урьдчилсан үнэлгээ, хувилбарууд)
- ▶ Үр дүнгийн тайлалт
- ▶ Шаардлагатай бол дүгнэлт ба нэмэлт хэмжилт хийх

Хэд хэдэн сэдвийн талаарх мэдээллийг Хүснэгт 9-д өгсөн болно.

Хүснэгт 9: **Гидрогеологийн судалгааны баримт бичгийн бүтэц**

(Хяналт шинжилгээний үр дүн, гидрогеологийн тооцоолол)

Бүлэг	Агуулга
1. Ерөнхий мэдээлэл	• Уул уурхайн компанийн нэр, хаяг (үүнд хариуцлагатай этгээд орно) • Зөвлөх компанийн нэр, хаяг, хариуцсан мэргэжилтний нэр • Баримт бичгийн нэр • Судалгааны ажлын зорилго • Уурхайн талбайн нэр, уурхайн байршил (засаг захиргааны харъяалал, координат) • Хамрах хүрээ • Хүчинтэй хугацаа • Зохиогчийн нэр, гарын үсэг (шинжээч, мэргэжилтэн)
2. Тайлангийн дэлгэрэнгүй мэдээлэл	Агуулга Ашигласан материал Тайлан/судалгааны зорилго
3. Судалгааны талбайн тодорхойлолт	Морфологи, Геологи Ус зүй/Гидрограф Ус зүй/Уур амьсгал Уул уурхайн үйл ажиллагаа (жишээ нь: ус зайлуулалт) ➔ Дэлгэрэнгүй мэдээллийг хүснэгт 9-ээс авна уу.
4. Усны хяналт шинжилгээ (чанар, тоо хэмжээ)	Хяналт шинжилгээний тодорхойлолт Хяналт шинжилгээний үр дүн • Баримт бичиг (хүснэгтийн утгууд, Хавсралт I, 6-р бүлэгээс харна уу) • Үр дүнгийн дүрслэл (гидрограф) ➔ Дэлгэрэнгүй мэдээллийг хүснэгт 9-ээс авна уу.
5. Гидрогеологийн тооцооллын үр дүнг тайлбарлах	Гидрогеологийн тооцоолол: Тооцооллын тодорхойлолт: арга зүй/загварчлал • Усны эргэлтийн үзүүлэлтийг тодорхойлох/тооцоолох: газрын гадарга, урсац,

Бүлэг	Агуулга
	хөрсний урсац, нөөц, өөрчлөлт, газар доорх усны тэжээмж гэх мэт. • Усны балансыг тодорхойлох → Дэлгэрэнгүй мэдээллийг хүснэгт 9-ээс авна уу.
6. (а) хяналт шинжилгээний үр дүн буюу (б) үр дүнгийн тайлалт	• Уул уурхайн шууд үйл ажиллагааны тодорхойлолт ба түүний гадаргын ба газар доорх усны түвшин, урсац, тэжээмжид нөлөөлөх нөлөөлөл • Уул уурхайн үйл ажиллагааны шууд бус нөлөөллийн тодорхойлолт (жишээ нь, усны чанар, геотехникийн тогтворжилт) • Уул уурхайн аюулгүй байдал, усан хангамжийн систем (худаг), газар доорх усны нөөц, гадаргын ус (гол), тусгай хамгаалалттай байгалийн бүсэд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлэх. → Дэлгэрэнгүй мэдээллийг хүснэгт 9-ээс авна уу.
6. Дүгнэлт – Шаардлагатай арга хэмжээ	• Газар доорх усны түвшний бууралт /газар доорх усны хамгаалалт • Цооног, худаг галерей, (хэмжсэн ба төлөвлөсөн) насосын хэмжээ, цооногийн тоо, байршил, шүүрийн байрлал, ус зайлуулалтын зөвлөмж • Ил уурхайн хатаалт, ил уурхайн малталтад орж ирэх газар доорх ус, ханы битүүмжлэл, газар доорх усны түвшний бууралт, (газар доорх усны хотойлтын цүнхээл), уурхайн овоолго дахь усны түвшин, даралтат уст давхаргын усны боломжит түвшин (нүүрсний давхаргын доор), урсгалын хурд, урсацын налуу • Гадаргын ус (хаталт, голын эргийн өөрчлөлт) • Урсацын өөрчлөлт, хиймэл нууруудын өөрчлөлт ... • Уурхайн усны эргэлт (усжуулалтын зориулалттай ус хэрэглээ) • Усны чанар Эрх баригчдын зүгээс тавьсан шаардлагын хэрэгжилтийн тодорхойлолт Уурхайн олборлолт, ус зайлуулах үйл ажиллагааны үр нөлөөг багасгах Техникийн арга хэмжээ; жишээ нь: усыг цэвэрлэх, бохирдсон усыг хадгалах Ирээдүйн усны хяналт шинжилгээг хөгжүүлэх, дасан зохицох.

Судалгааны талбайн тодорхойлолт нь одоо байгаа мэдээлэл, өгөгдлийг агуулдаг.

Морфологи

Морфологийн талаарх мэдээлэл нь газар нутгийн өндөршил, бүтэцтэй холбоотой мэдээллийг агуулсан байх ёстой. Нутаг дэвсгэрийн бүтэц нь мөсөн гол, гадаргын урсац буюу уурхайн олборлолтын үйл ажиллагааны үзүүлэлт юм. Хэрэв агаарын лазер сканнерын өгөгдлүүд бий бол морфологийн талаарх ерөнхий мэдээлэл өгч болно.

Геологи

Геологийн төлөв байдлын тухай тоймыг "стандарт зүсэлт" өгдөг бөгөөд үүнд судалгааны талбайд тархсан бүх давхаргууд агуулагдана. Янз бүрийн давхаргыг тэдгээрийн тархалт, зузаан, шинж чанараар (гидравлик шинж чанар гэх мэт) тайлбарласан байх ёстой. Давхаргыг геологийн үйл явц эсвэл шинж чанараар нь ангилж болно. Өөр өөр уст давхаргыг тодорхойлох шаардлагатай. Хагарлын бүс, хагарлын шугамын байрлал, шинж чанарын гидравлик нөлөөлөл ямар байхыг дүрсэлсэн байх ёстой. Дүрслэлийг (давхаргын тархалт) геологийн зүсэлт, зургийн тусламжтайгаар хийж болно.

Гидрологи

Цаг уурын талаарх мэдээлэл бол хур тунадас, ууршилтын дундаж болон хамгийн их, бага утгын цаг хугацааны цуврал утга байна. Эдгээр мэдээлэл нь усны балансыг тооцоолох үндэс суурь болно. Цаг хугацааны цувралын тайлалт нь усны түвшин, ундаргын өөрчлөлтийн шалтгаан тайлбарлах

боломж өгнө. Цаг уурын хэмжилтийн станцын үндсэн мэдээллээс (байрлал, өндөр, судалгааны талбайн зай) авах ёстой.

Гидрографийн мэдээлэлд гадаргын усны нэр (урсац, усны нөөц), хэмжилтийн мэдээлэл (цаг хугацаанаас хамаарсан усны түвшин, урсацын хэмжээ), хэмжилтийн станцийн тухай мэдээлэл (дундаж) өндөр, нам гэх мэт үндсэн үзүүлэлтүүд, мөн усны ашиглалт, хууль зүйн талаарх мэдээлэл багтана. Энэхүү суурь мэдээлэл нь уурхайн үйл ажиллагаа гадаргын усанд үзүүлэх нөлөөллийг тооцоолоход чухал ач холбогдолтой.

Уул уурхайн үйл ажиллагаа

Үүний зорилго нь уурхайн бүтээн байгуулалтын талаар товч мэдээлэл өгөх, жишээлбэл хайгуулын ажил, ус зайлуулалтын систем (ус татах хугацааны цуврал, газар доорх усны гүн), овоолгын тэтгэлт гэх мэт. Энэ мэдээлэл нь хяналт шинжилгээний үр дүнг (жишээлбэл, газар доорх усны түвшний өөрчлөлт) тайлбарлаж ойлгоход чухал ач холбогдолтой. Өмнөх судалгааны үр дүнгийн талаарх мэдээллийг мөн авч үзэх шаардлагатай.

Усны хяналт шинжилгээний тодорхойлолт

Усны хяналт шинжилгээний баримт бичгийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг дараах жагсаалтанд харуулав.

Шалгах жагсаалт: Тайлан дахь усны хяналт шинжилгээний баримтжуулалт

- ▶ Бүх хэмжилтийн цэгүүдийн зураглал (хяналтын цооног, урсац, гадаргын ба газар доорх усны түвшин, уурхайн ус зайлуулалтын систем дэх урсац гэх мэт)
- ▶ Газар доорх усны хяналт шинжилгээний цооногийн талаарх үндсэн мэдээлэл: хяналтын уст давхарга
- ▶ Усны түвшний хэмжилт хийх, сорьц авах хугацааны интервал
- ▶ Усны сорьц, түвшин, ундаргын хэмжилтийн үр дүнг харуулсан хүснэгтүүд
- ▶ Усны түвшин ба усны чанарын сонгосон үзүүлэлтүүдийн гидрограф
- ▶ Үр дүнгийн зураглал (7-р бүлгийг үз)

Гидрогеологийн тооцоо

Гидрогеологийн тооцооллын баримт бичиг нь дараахь зүйлийг агуулна.

- ▶ Тооцооны зорилго (жишээ нь: сүүлийн жилүүд дэх газар доорх усны буурцын хүнхээлийн тэлэлт, газар доорх усны нөөцийн багасалт, зайлуулах усны урьдчилсан үнэлгээ, усны баланс зэрэг)
- ▶ Судалгааны арга (жишээ нь, аналитик тэгшитгэл 7-р бүлгийг үзнэ үү; тоон загварууд)
- ▶ Судалгаанд ашигласан үзүүлэлтүүд (загварчлалын талаар 9-р бүлгийг үз)
- ▶ Үр дүн (жишээ нь, зураглал)

9. Хяналтын үр дүнг урсгалын тоон загвар болгон хөгжүүлэх

Тоон загварын ойлголт

Үндэслэл

Уурхайн ус зайлуулалтын хэмжээ, нөлөөллийг урьдчилан төлөвлөлт загварууд нь уурхайн төлөвлөлтийн техникийн болон санхүүгийн үндэс суурь болно. Усны давхарга, усны баланс, гадаргын усанд нөлөөлөх ус зайлуулалтын нөлөөг тогтоох нь усны асуудал хариуцдаг байгууллага болон болон бусад ус хэрэглэгчдэд чухал ач холбогдолтой.

Тоон загвар нь газар доорх усны хөдөлгөөний ирээдүйн дүр зураг, төлөв байдлыг тооцоолох тохиромжтой хэрэгсэл юм. Энэ тооцооны үнэн зөвийг байдлыг загварын чанараар тодорхойлно. Загварын чанар нь геологи, гидрогеологи, цаг уурын нөхцөл, уст давхаргын хил заагийн нөхцөл (жишээ нь урсцын оролт/гаралтын хэмжээ) болон хяналт шинжилгээний нягтрал, үр дүнгийн үнэн зөв эсэх зэргээс хамаарна.

Урсгалын тоон загварын талаарх зарим ерөнхий мэдээлэл

- ▶ Тоон загварын үр дүн нь хяналт шинжилгээний үр дүнгийн өөр нэг сонголт биш юм!
- ▶ Тоон загвар бүрийг тусгай даалгавар болон тодорхой бүсэд зориулж хийдэг.
- ▶ Тоон загвар бүрийг загвар бүтээгчийн бие даасан туршлагыг ашиглан хийдэг.
- ▶ Тоон загварын дизайн, чанарын талаарх мэдээллийг загварын үр дүнг хянан үзэхэд харгалзан үзнэ.
- ▶ Тоон загварчлал нь дараахь зүйлийг багтаасан давталтын үйл явц юм. Үүнд: зорилгоо тодорхойлох, сүлжээ байгуулах, хил хязгаарыг тодорхойлох, шинж чанар гаргах, тогтвортой байдал ба түр зуурын тохируулгын; тохируулгын баталгаажуулалт; урьдчилан таамаглах загварчлал; мэдрэмжийн шинжилгээ.

Урсгалын тоон загварын зорилго

Уул уурхайн төслүүдэд газар доорх устай холбоотой гурван том асуудлыг шийдэх шаардлагатай. Үүнд: 1) уурхайг хатаах шаардлага; 2) ханын тогтвортой байдал; 3) уурхайн олборлолтын болон олборлолтын дараах үеийн газар доорх усны түвшин, чанар, байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөлөл.

Уул уурхайн төслүүдэд газрын доорх устай холбоотой гурван том асуудлыг шийдэх шаардлагатай байна: (1) уурхайг услах шаардлага; (2) налуугийн тогтвортой байдал; 3) олборлолтын болон олборлолтын дараах үеийн гүний усны түвшин, газрын доорх усны чанарт байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөлөл.

Загвар эсвэл загварын үр дүнгээс бид юу хүсч байгаагаа мэдэх нь загвар боловсруулах эхний алхамуудын нэг юм. Тоон загваруудын зарим нийтлэг зорилго дараахь зүйлийг агуулдаг.

- ▶ Тухайн үеийн гидравлик процессын загварчлал (газар доорх усны урсац, ус зайлуулалт, уурхайн явц, гадаргын усны нэвчилт, гадаргын ус руу орох урсац)
- ▶ Уурхайн ус зайлуулалтын одоогийн нөлөөлөл газар доорх усны түвшинд нөлөөлж буй одоогийн (магадгүй мэдэхгүй) нөлөөллийг тооцоолох. Урсацыг уст давхаргын усны эзэлхүүний өөрчлөлтийн шугамаас, газар доорх усны түвшний ялгааны зургаас, хяналтын цооногт тооцсон гидрографаас авна.
- ▶ Ирээдүйн төлвийг урьдчилсан тооцоолох: уурхай дахь идэвхгүй урсгал (орон зай, цаг хугацаанаас хамааруулан), идэвхтэй ус завхан зайлуулах сонголтууд (шаардлагатай бол). Энэ нь шаардлагатай олборлолтын хэмжээ, цооногийн тоо, галерей худаг, уурхайн ус зайлуулах системийн орчмын талбайн газар доорх усны түвшний бууралт, хотойлтын хүнхээл, урсгалын чиглэл, бодисын зөөгдөл, урсгалын хурд, газар доорх усны хэрэглэгчдэд үзүүлэх нөлөөлөл, нүх сүвийн даралт, налуу/адрын тогтвортой байдлын шинжилгээ хийхэд зориулагдсан оролтууд болно.
- ▶ Уул уурхайн ашиглалтын дараах байдлын тооцоолол. жишээ нь: хатаалтын дараах газар доорх усны түвшин, үлдэгдэл ухмалуудад (хиймэл нуур) дахь усны түвшин.
- ▶ Газар нутгийн ерөнхий байдлыг тооцоолох: ус зайлуулах системийн дизайны нөлөөлөл. Өөр хэлбэл хатаалтын цооногийн тоо, байршил, цооногийн бүрийн шаардлагатай ус татах хэмжээ (цооногийн тоог оновчтой болгох).

Урсгалын тоон загвар нь энгийн геохимийн холимог загвар эсвэл илүү гүнзгий урсгалын зөөгдлийн загварыг үндэс болгох боломжтой бөгөөд болох уурхайн олборлолтын үеийн таталтын усны чанарыг урьдчилан тодорхойлох, олборлолтын дараах нөхцөлд үүсэх нуурын усны химийн найрлагыг авч үзнэ.

Арга, шийдэл, программ хангамжийг сонгох:

Газар доорх усны урсгалын тоон загварууд нь тоон дүн шинжилгээг ашиглан зөвхөн ойролцоо аргаар шийдэж болох дифференциал тэгшитгэлүүд юм. Хамгийн түгээмэл тоон шийдлүүд нь төгсгөлийн ялгаатай арга ба төгсгөлийн элементийн арга юм. Эцсийн ялгаврын аргыг ихэвчлэн ашигладаг программ бол MODFLOW (арилжааны болон үнэгүй программ хангамж хүснэгтээс үзнэ үү). Арилжааны программ FEFLOW (DHI Wasy; <https://www.mikepoweredbydhi.com/products/feflow>) нь эцсийн элементийн аргын хувьд түгээмэл ашиглагддаг.

Эцсийн ялгаврын арга буюу төгсгөлийн элементийн арга гэж юу вэ? – Аль аль арга нь уурхайгаас ус зайлуулах явцыг тооцоолоход тохиромжтой. Тоон аргын давуу болон сул талуудыг энд дурдсангүй. Уурхай бүрийн ус зайлуулах систем бүр өвөрмөц онцлогтой. Зарим ерөнхий үзүүлэлтийг дараах хүснэгтэд үзүүлсэн.

Ерөнхий үзүүлэлтүүд

- ▶ Урсгалын шилжилтийн 3d загвар: газар доорх ус ихэвчлэн ил уурхай руу 3 хэмжээсээр цаг хугацааны хувьд өөрчлөгдөж нэвчдэг бөгөөд газар доорх усны систем (уст давхарга, ус үл нэвтрүүлэгч) зөвхөн 3D-загвараар тодорхойлогддог.
- ▶ Хатаалт хийгдсэн уурхайн онцлог нь гидравлик налуу өндөр байдаг. Загвар хөгжүүлэгч болон шийдвэр гаргагчид эдгээр нөхцөлд тохируулж байх ёстой.
- ▶ Дахин усжуулах боломжууд: Хэрвээ хуурай (хатаагдсан) загварыг тоон процесст дахин оруулах боломжтой бол ашиглах боломжтой усны балансыг (жишээ нь шавхах усны шаардлагатай хэмжээ) тооцоолох боломжтой.

Уурхайн ус зайлуулалтыг загварчлах нь ихэнх тохиолдолд түүний ханаагүй бүсэд төвлөрдөггүй.

Тоон загварт тохирох программ хангамжийн сонголтыг дараах хүснэгтэд харуулав.

Хүснэгт 10: Тоон загварт тохирох программ хангамжийн жишээ.

Нэр, эх сурвалж	Тодорхойлолт
MODFLOW 2005 https://www.usgs.gov/software/modflow-2005-usgs-three-dimensional-finite-difference-ground-water-model	Газар доорх усны гурван хэмжээст-хязгаарлалт-зөрүү-газар доорх усны загвар
MODFLOW OWHM https://water.usgs.gov/ogw/modflow-owhm/ Borden, Carter; Gaur, Anju; Singh, Chabungbam R. 2016. Water Resource Software: Application Overview and Review. World Bank, Washington, DC. © World Bank. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/24762 License: CC BY 3.0 IGO (http://hdl.handle.net/10986/24762)	MODFLOW OWHM (Modflow-2005 дээр үндэслэсэн, загварыг хөгжүүлэх бүх хэрэгслийг нэгтгэсэн)
MODFLOW 6 https://www.usgs.gov/software/modflow-6-usgs-modular-hydrologic-model Hanson, R.T., Boyce, S.E., Schmid, Wolfgang, Hughes, J.D., Mehl, S.M., Leake, S.A., Maddock, Thomas, III, and Niswonger, R.G., 2014, One-Water Hydrologic Flow Model (MODFLOW-OWHM): U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A51, 120 p., http://dx.doi.org/10.3133/tm6A51 .	MODFLOW6. Modflow 2005-тай зэрэгцээ хөгжүүлэлт хийсэн; Modflow 6 Modflow 2005-г орлож чадахгүй
ModelMuse-A graphical user interface for MODFLOW-2005 https://www.usgs.gov/software/modelmuse-a-graphical-user-interface-groundwater-models Winston, R.B., 2009, and PHAST: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A29, 52 p.	MODEL MUSE нь нээлттэй эх сурвалж бүхий хэрэгсэл бөгөөд Pre-ба Postprocessing (Modflow-ийн бүх хувилбарууд) -т санал болгогддог
FLOWPY: https://modflowpy.github.io/flopydoc/introduction.html Bakker, M., Post, V., Langevin, C. D., Hughes, J. D., White, J. T., Starn, J. J. and Fienen, M. N., 2016, Scripting MODFLOW Model Development Using Python and FloPy: Groundwater, v. 54, p. 733-739, doi:10.1111/gwat.12413	FLOWPY нь нээлттэй эх сурвалж бүхий хэрэгсэл бөгөөд MODFLOW дээр нэмэлт хэрэгсэл болговол тохиромжтой (Python-д суурилсан),

Нэр, эх сурвалж	Тодорхойлолт
FREEWAT: http://www.freewat.eu/software-0 Rossetto, R., De Filippis, G., Borsi, I., Foglia, L., Cannata, M., Criollo, R., Vázquez-Suñé, E., 2018. Integrating free and open source tools and distributed modelling codes in GIS environment for data-based groundwater management, environmental Modelling & Software, 107:210-230	QGIS-тай хослуулан өмнөх болон дараах боловсруулалтад зориулагдсан: FREEWAT (бүх төрлийн MODFLOW биш),

Загварын цар хүрээ (цаг ба орон зайн)

Загварт оруулсан процессын ихэнх нь цаг хугацаатай холбоотой байдаг. Энэ нь ихэнх тохиолдолд урсгалын шилжилтийн загварыг бий болгоно гэсэн үг. Уул уурхайн аливаа үйл ажиллагаа эхлэхээс өмнөх цаг нь загварын хөгжүүлэлтийн “эхлэл” байх ёстой. "Төгсгөл"-ийг загварын зорилго, зорилтоор тодорхойлдог. Жишээлбэл, ус шавхасны дараа, уурхайн ашиглалтын дараахь газар доорх усны түвшин дээшлэлт, квази тогтвортой байдалд (зөвхөн газар доорх усны түвшинд улирлын чанартай нөлөөлөл үзүүлэх) усыг зайлуулсны дараах хэдэн арван жилийн дараа хүрэх түвшин зэрэг болно. Хамгийн их цаг хугацааны алхамыг загварчилсан процессуудаар тогтоож (цаг хугацаанаас хамаарах хил хязгаарын өөрчлөлт, тооцооллын хугацаа) өгдөг. Энэ төрлийн загварчлалын хувьд өдрийн алхмуудыг (1-ээс 30 өдрийн хооронд) хийхийг зөвлөж байна. Тооцооллын үргэлжлэх хугацаа нь алхмын тоотой пропорциональ байна.

Загварын хэвтээ хэмжээг тодорхойлох зөвлөмжүүд:

- ▶ Уурхайтай холбогдуулан загварчлах үйл явц нь гадаад хил хязгаарын нөхцөлд нөлөөлөх ёсгүй (үүнийг загварын хил хязгаар дээр тодорхойлсон байх ёстой) Уурхайтай холбогдуулан загварчлах үйл явц нь гадаад хил хязгаарын нөхцөл байдалд нөлөөлөх ёсгүй (үүнийг загварын хил дээр тодорхойлсон байх ёстой)!
- ▶ Практикийн энгийн дүрэм бол загварын талбайн хэмжээ хэтэрхий жижиг байснаас нилээд том байсан нь дээр.
- ▶ Ус хураах талбайг (газрын доорх) бүхэлд нь загварчлах. Загварын гадаад хил хязгаарын нөхцөл нь хаалттай буюу урсгалгүй нөхцөл (усан хагалбар) байна.
- ▶ Загварыг хилийг мэдэгдэж байгаа гадаргын болон нуурын усны түвшин эсвэл газар доорх усны тогтсон түвшингээр ус зайлуулалтын дээр муж, түүний дээд хязгаараас гадна хоёулангаар нь хиллэнэ.
- ▶ Хэрэв газар доорх ус хураах талбай нь бүрэн тодорхойгүй бөгөөд тогтвортой мэдэгдэж буй хилийн нөхцөл байхгүй бол газар доорх усны тэжээмж, усыг шавхах түвшинг ашиглан загварын хэмжээг тооцоолох боломжтой. Ус зайлуулалтын хэмжээ нь ус хураах талбайн хэмжээг тодорхойлно. Загварын талбай нь үүнээс том байх ёстой, учир нь орон зайн чиглэл нь тодорхойгүй байна.
- ▶ Босоо өргөтгөл нь бүх холбогдох уст давхаргууд, ус үл нэвтрүүлэгч давхрагыг агуулдаг.
- ▶ Сонирхсон талбайн загварын талбарын хэсгийн хэмжээ бага (1м - 100 м), харин гадна хэсэгт илүү том хэмжээтэй (> 100 м) байна.

Хил хязгаарын нөхцөлийг оруулах

Гидравлик хил хязгаарын нөхцөл нь: усан хагалбар, ус зайлуулалт, нэвчүүлэлтийн цооног, гадаргын ус (нуур, цөөрөм) эсвэл шингэний хэмжээ - уст давхаргатай гидравлик холбоо бүхий ус, газар доорх усны тэжээмж, усны түвшин (загварчлах бүсээс гадуур).

Дэлгэрэнгүй мэдээллийг хаягаас харна уу.

https://water.usgs.gov/nrp/gwsoftware/ModelMuse/Help/index.html?boundary_conditions5.htm

Хяналт шинжилгээний үр дүнгийн хэрэгжилт

Усны хяналт шинжилгээний ажлын үр дүнг тоон загварыг тохируулах, баталгаажуулахад ашиглана. Загварын тохируулга нь тооцоолсон ба хэмжсэн усны түвшний (боломжит түвшин, урсцын хэмжээ) загвар бүтцийг өөрчлөх буюу түүний үзүүлэлтийг өөрчлөх, хил хязгаарын нөхцөлийг өөрчлөх замаар хоорондын ялгааг хамгийн бага хэмжээнд байлгахыг хэлнэ.

Тоон загварын чанарыг дараах байдлаар харуулж болно.

- ▶ Газар доорх усны хэмжсэн болон тооцоолсон түвшин, боломжит түвшин, урсцын хэмжээг (жишээ нь ашиглаж байгаа хэсэг) харьцуулж үзэх,
- ▶ Статистикийн үзүүлэлтүүдийг тооцоолох (жишээ нь: дундаж алдаа, дундаж квадрат хазайлт, хэвийн хазайлт),
- ▶ Хэмжсэн болон тооцоолсон гидрографийг харьцуулах,
- ▶ Хэмжсэн болон тооцоолсон утгуудын зөрүүг зураглах.

Загварын үр дүнг үнэлэх

Тоон загварын үр дүнгийн үнэлгээг дараах гурван хэсгийн өгсөн асуултын хариултаар баталгаажуулж болно. Үүнд а) ашигласан мэдээллийн сангийн чанар, (б) тохируулгын найдвартай байдал ба үр дүн, с) загварчлалын үнэмшилтэй байдал.

Загварын үр дүнг үнэлэх асуултууд:

- ▶ Хүчин төгөлдөр болох мэдээллийн бааз бий эсэх: гидрогеологийн структур, шинж чанар, гидравликийн хил хязгаарын нөхцөл, хяналт шинжилгээний үр дүн?
- ▶ Хяналт шинжилгээний үр дүнг орон зай, цаг хугацаанд тодорхой хуваарилж байгаа юу?
- ▶ Холбогдох үйл явцыг тодорхойлж, тоо үнэлгээ өгсөн үү?
- ▶ Хэрэглэсэн хил хязгаарын нөхцөл нь зохистой болон хангалттай хязгаарлагдаагүй байна уу? Загварын гол үр дүнд хамгийн бага нөлөө үзүүлэхээр хил хязгаарын нөхцөлийг сонгосон уу? Үүнийг хэрхэн баталдаг вэ?
- ▶ Тохируулга хийхэд ашиглагдах бүх төрлийн ажиглалтуудыг (усны түвшин, урсцын хэмжээ) ашигладаг уу?
- ▶ Уг загварыг олборлолтын өмнөх болон түр зуурын (уурхайн ус зайлуулалт, шавхалт туршилт гэх мэт) тогтвортой байдалд тохируулсан уу?

- ▶ Загварчилсан, ажиглагдсан гидрографийг зохих хэмжээгээр нь харуулсан график байна уу? Тооцоолсон утга нь ажиглагдсан чиг хандлагад нийцэж байна уу?
- ▶ Тохируулгын статистик мэдээллийг үндэслэлтэй байдлаар мэдээлж, дүрсэлсэн үү? Энэ загвар нь хангалттай тохируулагдсан (орон зайн, түр зуур) уу? Тохируулгын параметрууд зөв үү? Усны баланс дахь усны нөөц, урсац бодитой юу?
- ▶ Загварын хөгжүүлэгчийн загвар зорилготой нийцнэ гэж таамаглаж байна уу?
- ▶ Загварын зорилго, итгэлцлийн түвшний ангилалд нийцүүлэн хувилбаруудыг тодорхойлсон уу? Насосны ачаалал нь тохируулагдсан загвартай ижил төстэй хэмжээтэй юу? * Цооног тутамд хамгийн их ус татах хэмжээг тооцоолохдоо цооногийн алдагдлыг тооцдог уу? Даалгаварт заасан насосны хүчин чадал нь загварчлагдсан насосны хүчин чадалтай тохирч байна уу?
- ▶ Энэ загвараар тухайн хил хязгаарын хэсгийн (хил хязгаарын нөхцөл) урсацын хэмжээ хэвийн хэмжээнээс их бодогдож байна уу? Урсаж буй голын урсац нь хэмжсэн эсвэл тооцоолсон голын урсацаас давсан уу? Энэ загвараар уст давхрага руу гадаргын уснаас орох усны нэвчилтийн хэмжээ хэт их/бага бодогдож байна уу? (Жишээ нь: Загварчилсан нэвчилтийн хэмжээ голын урсацаас их байгаа эсэх?)
- ▶ Урьдчилсан таамаглалтай холбосон тодорхойгүй байдлын чанарын болон тоон хэмжүүр байгаа юу? Эргэлзээтэй эх үүсвэрийн талаар ярилцсан уу?

* Хэрэв үгүй бол тухай загварын найдвартай байдал буурсантай холбоотой тайлбар байгаа юу?

Тоон загварыг тайлагнах

Тоон загварчлал нь сараас хэдэн жилийг хамарсан давталтын үйл явц юм. Ихэнхдээ зөвхөн загвар зохион бүтээгчид оролт ба гаралтын бүх мэдээллийг агуулсан тоон загварыг ашигладаг.

Жишээлбэл, бүх өгөгдлийн санг (оруулах мэдээллийн сан) загварт оруулсан хэлбэрээр шалгах боломжгүй байдаг. Энэ загварыг баримтжуулах нь загварын таамаглал, загварын үр дүнг хянах хамгийн чухал арга бөгөөд загварчлалын үнэлгээ болдог. Энэ нь бүх оролтын өгөгдөл, таамаглал, тооцооллын үр дүн нь загварын баримт бичигт тусгасан байх ёстой гэсэн үг юм.

Шалгах хуудас: Урсгалын тоон загвар ба загварын үр дүнгийн зайлшгүй баримт бичиг

- ▶ Загварын зорилтууд ба загварын итгэх түвшний ангиллыг тодорхой тусгасан байх ёстой. Зорилтууд хангагдсан уу?
- ▶ Орон зай ба хугацааг тодорхойлох (жишээ нь, Z уурхайн ус хураах талбай дахь ХҮ уст давхаргын газар доорх усны урсац, уурхайн олборлолтоос эхлээд уул уурхайн ашиглалтын дараах үе хүртэл).
- ▶ Чиглүүлэх загварын тодорхойлолт; Чиглүүлэх загвар нь зорилго, итгэлцлийн түвшний ангилалд нийцдэг үү?
- ▶ Мэдээллийн бааз, мэдээллийн баазыг ашигласан тухай тайлбар, ишлэл.

- ▶ Бүтцийн загвар дизайны тодорхойлолт: орон зайг ялгах, загвар оруулах хэсгийн хэмжээ, загварын давхаргын тоо, үзүүлэлтүүдийн өөрчлөлт (жишээ нь загварт оруулсан утгын зураглал: шүүрэлтийн итгэлцүүр, ус өгөмж, идэвхтэй ба нийт нүх сүвшилт, жигд бус байдал).
- ▶ Хил хязгаарын нөхцөлийн схемийн тодорхойлолт: цаг хугацааг нарийвчлан тодорхойлох, ашигласан хил хязгаарын нөхцөлийн төрлийг харуулах (газар доорх усны тэжээмж гэх мэт), нарийвчилсан тодорхойлолт (цаг хугацааны тогтмол, хувьсагч утга). Усны даралтат түвшний зураглал (газар доорх ус, гадаргын ус).
- ▶ Хэрэглэсэн аргын талаарх мэдээлэл (Эцсийн ялгаврын арга, төгсгөлөг элементийн арга), программ хангамж, шийдэл.
- ▶ Шалгалт тохируулга хийх үйл явцыг тайлбарлах: (а) Мэдрэмтгий үзүүлэлтүүдийн дүн шинжилгээ (газар доорх усны тэжээмж, шүүрэлтийн итгэлцүүр, гидрогеологийн үзүүлэлтүүдийн жигд бус байдлыг ашиглан гидрограф), (б) хэмжилтийн үр дүнг загварчлагдсан үр дүнтэй харьцуулах (хяналтын цооног дахь газар доорх усны түвшин, ундаргын хэмжилт), (с) тохируулгын үр дүн (тооцоолсон ба ажиглагдсан утгуудын хоорондын ялгаа, орон зай, цаг хугацаанаас хамаарсан тархалт, эдгээр үр дүнг авч хэлэлцэх (зөрүүтэй байдлын шалтгаан, шалгалт тохируулга нь хангалттай юу? гэх мэт).
- ▶ Баталгаажуулалтын үр дүн.
- ▶ Урьдчилан таамагласан буюу/эсвэл хувилбарын (жишээ нь, ус зайлуулах цооногийн тоо, шавхалтын хэмжээ юм уу түвшинг өөрчлөх) тооцооллын үндсийн тодорхойлолт (жишээ нь, хил хязгаарын нөхцөл).
- ▶ Тооцоолох (зураглал) болон аман хэлэлцүүлгийн үр дүн: Үр дүн нь зөв үү?, Тодорхой бус байдлыг үнэлэх. Загвар нь зорилгодоо тохирсон уу?

Урсгалын тоон загварчлал, загварын баримт бичиг, үнэлгээний талаарх нэмэлт мэдээллийг дараах хуудсан дээр (англи хэл дээр) өгөв.

Загварчлалын талаар:

ftp://ftp.ccrs.nrcan.gc.ca/ad/EMS/Anita/GW_articles/grwater_model.pdf

Загварын баримтжуулалт:

<https://pubs.usgs.gov/tm/06/a55/tm6a55.pdf>

Загварын үнэлгээ:

<https://pubs.usgs.gov/sir/2004/5038/PDF/SIR20045038part2.pdf>

https://consultation.dplh.wa.gov.au/communication/14d86ef9/supporting_documents/Companiontomodelingguidelines.pdf

10. Хяналт шинжилгээний Үнэлгээ, оновчлол, аудит

Хяналт шинжилгээний хөтөлбөрт аудит хийх гэдэг нь хяналт шинжилгээний хөтөлбөрт ашигласан аргуудыг үнэлэх, хянах, шаардлагатай нэмэлт мэдээллийг олж авах гэсэн үг юм. Байгаль орчин, усны менежментийн шаардлага, хөдөлгөгч хүч нь үе үе өөрчлөгдөж, хяналт шинжилгээний арга сайжирсаар байгааг хүлээн зөвшөөрөх нь чухал юм. Тиймээс хяналт шинжилгээний хөтөлбөрийг боловсронгуй болгож, өөрчлөлтийг практик болон журамд тусгахын тулд байнга шинэчилж, өөрчилж, сайжруулж байх ёстой. Хяналтын хөтөлбөрийг оновчтой болгох нь хөтөлбөр үр дүнтэй, зөв төвлөрсөн, хэт их зардал гарахгүй байхыг шаарддаг. Мөнгөжүүлэх хөтөлбөрийн үнэлгээнд дараахь зүйлс орно.

Хяналт шинжилгээний үнэлгээ нь:

- ▶ Ажилтнуудыг сургалт,
- ▶ Гэрчилгээ (Ажилтан, лаборатори, хэмжилтийн арга техник)
- ▶ Лабораторийн магадлан итгэмжлэл
- ▶ Стандартчилал (журам, дагаж мөрдөх менежмент)
- ▶ ISO 14001

Тодорхойлсон толь бичиг

Хязгаарлагдмал бус уст давхарга (Unconfined Aquifer): Чөлөөт гадаргатай, доод хэсэгт нь ус үл нэвтрүүлэгч давхарга тархсан уст давхаргыг хязгаарлагдмал бус уст давхарга гэж нэрлэдэг. Энэ нь ихэвчлэн агаар мандалд нөлөөлөлд өртдөг бөгөөд түүний дээд хэсэг нь усаар хэсэгчлэн ханасан байдаг бөгөөд ханасан бүсийн дээд хэсэгт газар доорх усны түвшин нь агаарын даралтын нөлөөн дор оршдог ус юм. Тиймээс энэ уст давхаргыг phreatic уст давхарга гэж нэрлэдэг.

Өнгөний ус (Perched Aquifer): Энэ бол хязгаарлагдмал бус уст давхаргын онцгой тохиолдол юм. Энэ төрлийн уст давхарга нь хязгаарлагдмал талбайд линз хэлбэрээр тархсан, нэвчилтгүй буюу харьцангуй бага нэвчилттэй үе давхарга дээр байх ба чөлөөт гадаргатай усны дээр тохиолддог. Шаварлаг линзний дээр бий болсон усны хуримтлал нь усаар ханасан бүсээс дээш байрлана.

Хязгаарлагдмал уст давхарга (Confined Aquifer): Үүнийг артезийн уст давхарга гэж нэрлэдэг бөгөөд энэ нь дээд, доод талаараа ус үл нэвтрүүлэгч давхаргаар хязгаарлагдсан, даралттай уст давхарга юм. Энэ уст давхаргын усыг насосоор татах шаардлагагүй газрын гадаргуу дээр даралтын хүчээр оргилон гарч ирдэг ба энэ түвшнийг пьезометрийн гадаргуу гэж нэрлэдэг.

Хагас хязгаарлагдмал уст давхарга (Leaky Aquifer): Хязгаарлагдмал уст давхаргууд нь байгальд ховор тохиолддог. бөгөөд бараг нэвчилт байхгүй. Хагас хаалттай уст давхаргын гэгдэх ба дээд ба доод зааг нь уст давхаргатай, эсвэл нэг хил нь уст давхаргатай, нөгөө хэсэг нь ус үл нэвтрүүлэгчтэй байдаг. Даралтын зөрүүгээс шалтгаалж босоо нэвчилт явагддаг энэхүү хагас хаалттай уст давхаргын нэвчилт нь гол уст давхаргын нэвчилттэй харьцуулахад маш бага байдаг. Ийнхүү хагас хязгаарлагдмал давхаргаар босоо урсаж буй ус нь үндсэн уст давхаргад хэвтээ байдлаар өнгөрөхийн тулд дотогшоо чиглэгддэг.

Хагарал/ан цавлаг чулуулаг дахь ус (Fractured/Fissured Rock Aquifer): Хадан чулуулгийн хагарлын ус (үндсэн чулуулаг, кристаллаг чулуулаг, хадан чулуу) нь хязгаарлагдмал нөөцтэй бөгөөд чулуулгийн хагарлын дагуу ус зөөгдөнө.

Ус үл нэвтрүүлэгч үе давхарга (Aquitard): Усыг нэг уст давхаргаас нөгөө уст давхарга руу тусгаарлагч давхаргыг хэлнэ.

Нүх сүвшилт (Porosity): Чулуулгийн нүх сүвийн эзэлхүүн чулуулгийн бүх эзэлхүүнд юмуу хатуу хэсгийн эзэлхүүнд харьцаагаар тодорхойлдог. Чулуулгийн нүх сүвшилт нь уст давхаргын ус агуулах чадварыг илэрхийлнэ. Чулуулгийн нүх сүв 5% -иас бага сүвэрхэг бол бага гэж үздэг бөгөөд 5-20% бол дунд, 20% -иас дээш бол том хэмжээтэй гэж үздэг.

Шүүрэлтийн итгэлцүүр (Hydraulic Conductivity) нь чулуулгийн ус шүүрэлтийн шинж чанар бөгөөд ус нүх сүв, ан цаваар дамжин хөдөлгөөнд орно. Энэ нь чулуулгийн дотоод нэвчилт, усаар ханасан байдал, шингэний нягт, зуурамтгай чанараас хамаарна. Ханасан шүүрэлтийн итгэлцүүр нь K_{sat} нь усаар хансан орчны усны хөдөлгөөнийг илэрхийлнэ. Тодорхойлолтоор шүүрэлтийн итгэлцүүр гэдэг нь нүх сүвэрхэг орчинд нэвчих чадварыг харуулах ба хурдны гидравлик градиенттэй харьцуулсан харьцаагаар илэрхийлэгдэнэ.

Усны эргэлт (water cycle), Усны эргэлт буюу гидрологийн мөчлөг гэж нэрлэгддэг бөгөөд дэлхийн гадаргын болон газар доорх усны тасралтгүй хөдөлгөөнийг тодорхойлдог.

Газар доорх усны тэжээмж (Groundwater recharge) нь гадаргын уснаас газар доорх ус руу урсдаг гидрологийн процесс юм. Тэжээмж нь уст давхаргын ус руу ус нэвтрүүлэх гол арга юм. Энэ процесс нь ихэвчлэн ургамлын үндэс доорх агааржилтын бүсэд тохиолддог бөгөөд ихэвчлэн грунтын усны гадаргуугийн урсгал хэлбэрээр илэрдэг. Газар доорх усны тэжээмж нь газар доорх усны түвшнээс доош ханасан бүс рүү шилжин хөдлөх усны хөдөлгөөнийг багтаана. Тэжээмж нь байгаль дахь усны эргэлтээр болон хүний үйл ажиллагаагаар (жишээ нь, "газар доорх усны зохиомол тэжээмж") явагддаг бөгөөд хур тунадасны ус болон сэргээгдсэн усыг газрын хэвлий рүү чиглүүлдэг.

Уур амьсгалын усны баланс (CWB): Уур амьсгалын усны баланс (CWB) нь тодорхой цаг хугацааны туршид тухайн газарт хур тунадасны хэмжээ ба болзошгүй ууршилт тархалтын гүн хоорондын зөрүү гэж тодорхойлогддог.

Газар доорх усны хяналт шинжилгээний цооног (GWM): газар доорх усны хяналтын цэг, газар доорх усны ажиглалтын цооног, хоёулаа нийтлэг утгаараа ижил утгатай үг юм.

Усны тоо хэмжээ. Энэхүү баримт бичэг дэх **усны тоо хэмжээ (Water Quantity)** нь усны түвшин, урсац, усны эзэлхүүнийг илэрхийлнэ.

Газар доорх усны гадаргуу (Groundwater surface): газар доорх усны түвшин, даралтат түвшин (хязгаарлагдмал газар доорх усны хувьд) нь нийтлэг ойролцоо утгууд юм.

Хавсралт I: Маягтууд

Хүснэгт I-1: Хяналт шинжилгээний цооногийн баримтжуулалтын жишээ

		Нэгж	Жишээ 1	Жишээ 2	Жишээ 3
Хэмжих цэгийн тоо / нэр		--	4500123	НУ-45-2018	000789 (73L)
Тодорхойлох дугаар (худаг, цооног)					
Цооног, худаг эзэмшигч					
Уртраг солбицол		--	5712345	5745678	5756789
Өргөрөг солбицол		--	5412345	5445678	5456789
Байршил (Аймаг, тосгон, уурхай)					
Өндөршил (нутаг дэвсгэрийн түвшин)		[m] д.т.д.]	+1075.7	+1122.9	+1094.4
Цооногийн амсарын өндөршил		[m] д.т.д.]	+1076.3	+1123.4	+1094.1
Уст давхаргын нэр		--	100	300	111
Усны түвшин, даралтат түвшин		[m] д.т.д.]	+1063.5	+1096.0	+1080.4
Суултын диаметр		[mm]	115	115	115
Өрөмдлөгийн арга			хуурай	Хуурай	Хуурай
Цооногийн диаметр		[mm]	324	324	324
Хяналтын худгийн ёроол		[m] д.т.д.]	+1018.1	+1033.0	+1020.0
Шүүр (дээд - доод)		[m] д.т.д.]	+1022.1...+1020.1	+1036.0... +1034.0	+1024...+1021
Хийцийн материал	Суултын яндан / насосны яндан	--	PVC-U	PE-HD	PE-HD
	Шүүрийн яндан	--	PVC-U	PE-HD	EWD
Суултын урт	Суултын яндан	[m]	54.2	87.4	70.1
	шүүрийн яндан	[m]	2.0	2.0	3.0
	Насосны яндан	[m]	2.0	1.0	2.0
Чигжээсний зузаан	элс, хайрган шүүр	[m]	3.0	3.0	4.0
	элсний саад (шүүлтүүр элс ба шавар лацны хооронд)	[m]	1.0	1.0	1.0
	шавар хаалт	[m]	3.0	10.0	3.0
	дүүргэх элс	[m]	51.0	76.0	70.0
	Мэдээллийн бүртгэл: тийм / үгүй		--		
Усны сорьц авах тийм / үгүй					
Тэмдэглэл, жишээнүүд: усгүй, нэвтрэх боломжгүй, ажиглалтын цооног устсан, засвар үйлчилгээ, засвар хийх шаардлагатай					

Хүснэгт I-2: Усны сорьц авах маягт

(эх сурвалж: LMBV mbH: Merkblatt Montanhydrologisches Monitoring 2019. / зөвхөн герман хүн)

Газар доорх усны сорьц авах ТЭМДЭГЛЭЛ					
Огноо:		Цаг:		Сорьцын дугаар:	
Объект:		Захиалагч:			
Нэр / дугаар Хяналтын цооног:		Бусад дугаар:			
Байршил:					
Хяналтын цооногийн төрөл	Дан худаг:		Багц хяналтын цооног		
	Групп:		Хийцийн материал:		
Хэмжилтийн цэг	[[m] д.т.д.]		Суултын яндангийн диаметр:	см	
Шүүрийн байрлал: [метр цэгээс доогуур]	доод:		1. насос	Огноо	Газар доорх усны түвшин
	дээд:				m
Хяналт цооногийн гүн:	барилгын [m]:		2. насос		m
	ихэссэн [m]:		3. насос		m
					m
			Сорьц авахаас өмнө:		m
			Сорьц авсны дараа:		m
Сорьц авах бүс:	холимог	Сорьцын гүн [m]	дээд	төв	ёроол
Сорьцлолтын төрөл:	хос шахуурга	Төвөөс зугтах насос	үлээх	сорох	зураг зурах
шавхалт:	Хүчин чадал [L/min]:	Үргэлжлэх хугацаа		Эзэлхүүн [m³]:	

	[мину т]:				
Талбайн шинжилгээ:	Газар доорх усны температур [°C]	Агаарын температур [°C]	pH [-]		
	Цахилгаан дамжуулалт [μS/cm]	Ууссан хүчилтөрөгч [mg/l]	Исэлдэн ангигруулах потенциал UG ¹⁾ / UH ²⁾ [mV]		
Сорьцын ажиглалт	тунгалаг	цагаан	саарал	шар	Хүрэн
	Өнгө:				
	аль нь ч биш	бага	дунд	хүчтэй	
	Буллингар:				
	аль нь ч биш	анхилу ун	шаварлаг	цусан	химийн
	Үнэр:				
Хийн ялгарал:	тийм	үгүй	хури мтла л:	тий м	үгүй
				Хлор	Нефть
сав:	Шилэн:	light	dark	Хуванцар:	
Хамгаалалт:	<u>Баримт бичгийг үзнэ үү</u>				
	хөргөлттэй	хөргөгч	Лаборат- орид хүргэх.:	Огноо	Цаг
Тээвэрлэлт / хадгалах:					
Тэмдэглэл:					
Байгууллага (тамга)			Дээжлэгч (гарын үсэг) _____		

Хавсралт II: Техникийн дэлгэрэнгүй мэдээлэл

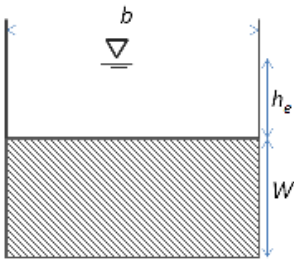
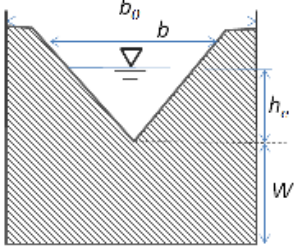
Хүснэгт II-1: Хяналт шинжилгээний цооногийн хийцийн дэлгэрэнгүй мэдээлэл (усны түвшин, усны чанар)

Хийцийн диаметр:	Яндангийн дотоод диаметр $\geq$ DN 50 (2") усны түвшин хэмжих зориулалттай, Яндангийн дотоод диаметр $\geq$ DN 100 (4") усны сорьц авах цооногийн хувьд		
Хийцийн материал:	HDPE, PVC-U		
Шүүрийн яндангийн урт:	1- 2 m (онцгой тохиолдолд энэ нь бас урт байж болно)		
Шүүрийн хэмжээ ба шүүрийн дүүргэгч:	Нойтон шигшүүр дээр үндэслэн; дараахь дүүргэгчийн диаметр ба шүүрийн ан сиймхийг санал болгож байна:		
	Уст давхаргын найрлага	Дүүргэгчийн Диаметр [mm]	Шүүрийн ан сиймхийн хэмжээ [mm]
	Дунд элс жижиг ширхэгтэй элсний фракц	0.71 - 1.25	0.5
	Том ширхэгтэй элс	2.0 -- 3.15	1.5
	Хатуу чулуулаг	2.0 -- 3.15	1.5
	Хайрга наалдамхай шүүр ашиглахыг хориглоно. Зарчмын хувьд газар доорх усны түвшнийг хэмжих цооногийг хоолойгоор дүүргэх шаардлагатай. Дүүргэгч материалын урт нь шүүрийн доод ирмэгээс 0.5 м-ээс шүүрийн дээд ирмэгээс 0.5м-ээс бага байх ёстой.		
Тоолуурт шүүрийн урт	дээд ба доод шүүрийн материалтай шууд харьцаж, хоёр талд нь 0.5 м-ийн зайтай байна.		
Дугуй орон зай дахь бөглөөс:	$\geq$ 1 m (геофизикийн аргаар тухайн хэсэгт ашиглах боломжтой) Хоёр тал нь шүүртэй шууд холбогддог бөгөөд өрөмдсөн уст давхаргаас 10 м (эсвэл бүрэн хэмжээгээр) битүүмжилнэ. Алга болсон эсвэл буруу суулгасан битүүмжлэл нь тусгаарлагдсан уст давхаргын хоорондох багахан гидравлик холбоо үүсэх шалтгаан болдог. Үүний зэрэгцээ уурхайн ус зайлуулах системийн үйл ажиллагаа алдагдаж болзошгүй. Үүнээс гадна уст давхаргын хоорондох усны солилцоо нь өөр өөр чанарын устай холилдох шалтгаан болдог. Зөв, битүүмжилсэн хяналтын цооногоос усны сорьцыг ашиглах боломжгүй юм.		
Яндан хоолой:	1 m доод хавтантай		
Доод хаалт:	Хатуу тоосонцор/шингэн дүүргэлт орохоос хцооногийн амсар болон хийцийн янданг хамгаалах зорилгоор дэгээ хийнэ.		
Угсралт:	жийргэвч, цутгах хоолойтой (угсралтын явцад хамт авч явах ёстой)		

Хүснэгт II-2: Газар доорх усны хэмжих цэгүүдийн ажиллагааг шалгахад санал болгох үйл явцын тойм

Шинжилгээний арга	Хэмжих, тэмдэглэх үзүүлэлтүүд	Програм: Хатуу (Н) эсвэл сэвсгэр (L) чулуулаг
Камерын үзлэг (OPT)	Дотоод хийц дэх харагдах бохирдлын гүн	H, L
Caliper ба Microcaliper Log (CAL-M)	Дотоод диаметрийг шалгах	H, L
Гамма цацрагийн Лог (GR)	Байгалийн цацраг идэвхжилийн гүн	H, L
Гамма-Гамма лог (GG)	Чулуун дахь гамма цацрагийн тархалтын гүн (Арын дүүргэлтийн нягтралын дүгнэлт)	H, L
Нейтрон-нейтрон бүртгэл (NN)	Түргэн нейтроныг удаашруулсны дараа нейтронуудын гүн (Устөрөгчийн агууламжаар сүвэрхэг байдлын талаарх дүгнэлт.)	H, L
Соронзон лог (MAG) *	Соронзон мэдрэмтгий байдлын гүн	Давамгайлсан H
Төвлөрсөн тохиргоонд (FEL) эсэргүүцлийг хэмжих	Цахилгаан эсэргүүцлийн гүн	Давамгайлсан H
Богино насосны туршилт (KPV)	Газар доорх усны түвшин буурах, шавхах хурдны цаг хугацааны профиль	Давамгайлсан L
Пакер урсгалын хэмжигч (FW-PACK)	Газар доорх усны хэмжилтйн цооногийн газар доорх усны ундаргын гүнээс хамаарах	H, L
Давсжилт (SAL) ба температурыг (TEMP) хэмжих	Хэмжих цооног дахь газар доорх усны давс, температурын тухай мэдээлэл	H, L
Сонголт: бөглөх тест	Хэмжих цооногийн газар доорх усны дүүргэлт хийсний дараахь түр зуурын бууралт	L
Сонголт: 12 цагийн худгийн гүйцэтгэлийн туршилт (ажиглалтын худгийн туршилт гэх мэт)	Хэмжилтийн цооногийн газар доорх усны түвшин буурах нь насосны хүчин чадлаас хамаарна.	L

Хүснэгт II-3: Хэмжих хэрэгслийн урсацын хэмжээг тооцоолох (Тэгш өнцөгт ба V-хэлбэрийн)

Тэгш өнцөгт жинтэй		$Q = 2/3 \cdot \mu \cdot b \cdot (2 \cdot g)^{1/2} \cdot (h_e + 0,0011)^{3/2}$ Q ... ундаргу [m³/s] g ... хүндийн хүчний хурдатгал (g = 9,81 m/s²) h_e ... халиагуур дээрх даралт [m], зайд хэмжигддэг 3 х h_e to 4 х h_e цаана нь b ... мөрний урт [m] μ ... weir коэффициент: μ = 0,62 агааржуулалттай хурц, μ = 0,5 өргөн, хурц, агааржуулалтгүй
Гурвалжин хэлбэртэй		$Q = 8/15 \cdot \mu \cdot \tan(\alpha/2) \cdot (2 \cdot g)^{1/2} \cdot (h_e)^{5/2}$ Q ... ундарга [m³/s] g ... хүндийн хүчний хурдатгал (g = 9,81 m/s²) h_e ... халиагуур дээрх даралт [m], зайд хэмжигддэг 3 х h_e to 4 х h_e цаана нь b ... мөрний урт [m] μ ... weir коэффициент: μ = 0,62 агааржуулалттай хурц, μ = 0,5 v хэрэв α = 90° аас их: $Q = 1,352 \cdot h_e^{2,483}$ [m³/s] урьдчилсан нөхцөл: 0,05 m < h_e < ca. 0,4 H_e/w < 0,4, h_e/b₀ < 0,2, w > 0,45 m

Хүснэгт II-4: Усны сорьц авах цэвэршүүлэх хэмжээг тодорхойлох (V_p)

Цэвэрлэх хэмжээг тодорхойлох (V_p) нь гидравлик шалгуурыг тооцоолох, химийн шалгуурыг хэмжих замаар хийгддэг.	
Гидравлик шалгуурууд [16]	Цэвэрлэх хэмжээг тэгшитгэлээр тооцоолж болно: $V_p = n \cdot \pi / 4 \cdot d^2 \cdot h$ Энд: h = цооногийн шүүрний хэсэг дэх усны баганын урт [m] d = метр дэх цоонгийн диаметр (худаг) V = усны эзэлхүүн [m^3] n = эзлэхүүний коэффициент $n \geq 1.5$, in [17] $n = 3$ to $n = 5$ Хэрэв насосыг шүүрээс нэг метрээс дээш зайнд суулгасан бол энэ нэмэлт зайг h-ийн аргаар нэмэх ёстой.
Химийн параметрийг тогтворжуулах шалгуурууд	Химийн тогтвортой байдлын шалгуурыг биелүүлэх нь нэг төрлийн усны сорьц авах баталгаа юм. Үгүй бол энэ сорьц нь янз бүрийн усны холимогийг төлөөлөх бөгөөд энэ нь уст давхаргын усны чанарыг илэрхийлэхгүй юм. Газар доорх усны рН нь $\pm 0,1$ дотор тогтворжсон, цахилгаан дамжуулалт $\pm 5\%$ дотор, булингар нь тогтворжсон буюу 10 нейрометрийн булингартай нэгжээс (NTUs) буурсан тохиолдолд зохих цэвэршүүлэлт хийгддэг. Газар доорх усны температур нь химийн тогтвортой байдлын шалгуурыг нотлоход тохиромжгүй, учир нь сорьц авах явцад хэт хурдан өөрчлөгдөж байдаг (ялангуяа эрс тэс уур амьсгалтай бүс нутагт). Сорьц авах явцад энэ мэдээллийг талбайн бүртгэлд тэмдэглэж байх ёстой. Хавсралт I, хүснэгт I-2-ийг үзнэ үү. Эдгээр шинжилгээний хувьд шахсан эзэлхүүн нь хэт өндөр байх ёсгүй, учир нь энэ тохиолдолд усны дээж нь уст давхаргын өөр бүсийг (жишээ нь илүү гүн / өндөр давхрагууд) илэрхийлж болно Эдгээр шинжилгээний хувьд шавхсан усны эзэлхүүн хэтэрхий өндөр байх ёсгүй, учир нь энэ тохиолдолд усны сорьц нь өөр уст давхаргын бүсийг (жишээ нь илүү гүн/өндөр давхрагууд) илэрхийлж болно.

Хүснэгт II-5: Усны сорьцын шинжилгээний үзүүлэлтүүд (жишээ нь, "Тэг хэмжилт")

Үзүүлэлтүүд	Газар доорх ус	Гадаргын ус	Горхи, ухмал дахь ус
Тоо хэмжээ			
Усны түвшин	х	х	х
Урсац			х
Чанар			
рН	х	х	х
Цахилгаан дамжуулалт	х	х	х
Хүчилтөрөгч	х	х	х
Исэлдэн ангижрах потенциал	х	х	х
Хүчиллэг байдал	х	х	х
Шүлтлэг байдал	х	х	х
Төмөр (II)	х	х	х
Сульфат	х	х	х
Сульфид	(х)		
Хлорид	х	х	х
о-фосфат	х	х	х
Фосфат (бүгд)	х	х	х
нитрат	х	х	х
нитрит		х	
Аммони	х	х	х
Хатуулаг (нийт)	х	х	х
Карбонатын хатуулаг	х	х	х
Ууссан хүчилтөрөгчийн агууламж	Х		
Нийт органик нүүрстөрөгч		х	х
Нийт органик бус нүүрстөрөгч	Х	Х	Х
Хуурай үлдэгдэл	х		
Кали	х	х	х
Натри	х	х	х
Кальци	х	х	х
Магни	х	х	х
Манган	х	х	х
Фитопланктон		х	
Зоопланктон		х	
Харагдах гүн		х	
Гүн профиль		х	
Булингар		х	

Хүснэгт II-6: Усны сорьцыг тогтворжуулах/хадгалах зориулалттай флагон сорьц, урвалжийн төрөл

Үзүүлэлт	Флагон сорьц, урвалжийн төрөл	Усны сорьцын химийн тогтворжуулалт/хадгалах арга
Өнгө (SAK-436), булингар (TE / F), SAK-254, Аммони, нитрат, нитрит, кальци, магни, сульфат, хлорид	Шил, полиэтилен	хөргөх
Хүчилтөрөгч (Винклер), хүчиллэг суурь, фосфат	Нунтаглагч, боросиликат шил, бүрэн залгууртай шил	хөргөх
Бор, борат, силикат, натри, кали, фтор	Полиэтилен	хөргөх
Цианидууд	Полиэтилен	NaOH оролтоор pH-9-12, лабораторийн зөвлөмж
Металл ионууд (Al, Ag, As, Ba, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Si, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	Полиэтилен, FEP	ууссан металлын ионыг шинжлэх зорилгоор HNO ₃ -ийг pH <2 болгон хүчилжүүлнэ. шүүлтүүр (мембран шүүлтүүр 0.45 μm)
Мөнгөн ус	боросиликат шил	HNO ₃ -ээр хүчиллэгжүүлэн pH<2 хүртэл нэмнэ. K ₂ Cr ₂ O ₇ (0,05%)
ууссан хүчилтөрөгчийн агууламж, Нийт органик нүүрстөрөгч	Хүрэн шил	хөргөх

Хавсралт III: Вэбсайт дэмжлэг

Хүснэгт III-1 | Геологи ба Гидрогеологийн талаарх зарим мэдээллийн онлайн эх сурвалжууд

Сэдэв	Вэбсайт
Гидрогеологи	https://www.commdev.org/wp-content/uploads/2015/05/IFC008_PPT_Community_Rev1_FINAL_MON_250517.pdf
Ус	http://irimhe.namem.gov.mn/index.php http://eic.mn/water/ http://raise.suiri.tsukuba.ac.jp/new/press/youshi_sugita9.pdf http://eic.mn/geodata/ http://eic.mn/surfwater/
Ус цаг уур, орчны ухаан	http://irimhe.namem.gov.mn/upload/files/Buteel_35-2015.pdf http://eic.mn/climate/ http://www.tsag-agaar.gov.mn/atmosphere/ http://www.steelhouse.info/index.php/mn/94/294-mongolian-weather
Геологи Уст давхаргууд	http://irimhe.namem.gov.mn/upload/files/Buteel_35-2015.pdf http://www.eic.mn/groundwater/ http://www.eic.mn/waterbasin/ http://www.eic.mn/groundwater/depositinfo_more.php?gid=52
Газар доорх усны тэжээмж	http://eic.mn/groundwater/gis.php http://www.ewa-online.eu/young-water-professionals-conference.html?file=tl_files/media/content/documents_pdf/Events/2016/IFAT%202016/1150_Sunjimaa.pdf
Усны сав газар	http://eic.mn/groundwater/gis.php http://www.iwrm-momo.de/download/AndrewKausDissertation2018.pdf
Газар доорх усны хяналт шинжилгээ	http://www.ewa-online.eu/young-water-professionals-conference.html?file=tl_files/media/content/documents_pdf/Events/2016/IFAT%202016/1150_Sunjimaa.pdf
Норм дүрэм	http://greenassessment.mn/upload/files/ http://www.mne.mn/wp-content/uploads/2017/09/Tailan-pdf-last-1-ilovepdf-compressed-ilovepdf-compressed.pdf

https://www.commdev.org/wp-content/uploads/2015/05/IFC008_PPT_Community_Rev1_FINAL_MON_250517.pdf

Хавсралт IV: Монгол улсын хууль тогтоомж дахь уул уурхайн ус

(эд ангиуд)

Усны тухай Монгол Улсын хууль (2012) нь байгаль орчны хамгийн чухал хуулиудын нэг юм. Ялангуяа уул уурхайн салбарт хууль нь салшгүй үүрэг гүйцэтгэдэг. Гэсэн хэдий ч одоогийн хууль тогтоомж нь зөвхөн уул уурхайн зорилттой маш муу холбоотой. Тиймээс шийдвэр гаргах явцад эрх баригчид бэрхшээлтэй тулгарч магадгүй. Тодорхой харилцан үйлчлэл, нийцтэй байдлыг шалгаж, хоёрдмол утгатай хэргүүдэд онцгой анхаарал хандуулах хэрэгтэй.

4.6 дугаар зүйл: Байгаль орчны асуудал эрхэлсэн Засгийн газрын гишүүд усны нөөцийн зөвлөл байгуулж, дүрэм, журмыг батална.

Усны хяналт шинжилгээ: 6 & 25 дугаар зүйл. Усны хяналт шинжилгээ, судалгааны сүлжээ: Байгаль орчны асуудал эрхэлсэн төрийн захиргааны төв байгууллага усны хяналт шинжилгээ, судалгааны нэгдсэн сүлжээг байгуулж, ажиллуулах үүрэгтэй. Байгууллага, аж ахуйн нэгжүүд, тухайлбал уул уурхайн компаниуд энэ сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсэг юм.

8 дугаар зүйл. Улсын Их Хурал ус ашиглах, усны бохирдлын төлбөрийг тогтоох бүрэн эрхтэй.

17 дугаар зүйл. Сав газрын захиргааны үүрэг, эрх мэдэл нь иргэн, аж ахуйн нэгж, байгууллагаас цооног, худаг өрөмдөх өргөдөл, ус ашиглах зорилгоор далан, суваг барих, усны ашиглалтын талаар дүгнэлт гаргах усны нөөцийн менежментийн төлөвлөгөөнд үндэслэн энэ хуулийн 28.4-т заасны дагуу шинэ худгуудыг мэдээллийн санд оруулах. Түүнчлэн, сав газрын захиргаа усны хэрэглээ, усны бохирдлын төлбөрийг холбогдох хууль тогтоомжид нийцүүлэн тодорхойлж, сав газрын талбайд ашиглах боломжтой усны нөөц, усны нөөцийг тогтмол хянаж байдаг. Холбогдох сав газарт ашигт малтмал хайх, ашиглах тусгай зөвшөөрлийг холбогдох ба-н удирдлагын зөвлөмжийн дагуу олгоно.

19 дүгээр зүйл. Тухайн сум (аймгаас (Монгол Улсын аймаг) -аас доошх хоёрдугаар дэд хэсэг нь усны хэрэглээ, бохирдлын төлбөрийг хууль тогтоомжийн дагуу ногдуулж, түүний төлбөрт хяналт тавих бүрэн эрхтэй. Сав газрын зөвлөлийн үүрэг бол ус ашиглагч нь энэ хуулийн 30 дугаар зүйлд заасан үүргээ биелүүлж байгаа эсэхийг хянах, ус ашиглагч сөрөг нөлөөллийг бууруулах, хохирлыг арилгах, нөхөн сэргээх ажлыг үүргээ гүйцэтгэж байгаа эсэхийг хянах юм.

21-р зүйл. Мэргэжлийн байгууллагуудын тусгай зөвшөөрлийг Байгаль орчны асуудал эрхэлсэн төрийн захиргааны төв байгууллага таван жилийн хугацаатай олгох бөгөөд тухайн байгууллага үүргээ зохих ёсоор биелүүлсэн бол дахин таван жилийн хугацаатай сунгаж болно.

24-р зүйл. Усны нөөцийг бохирдлоос хамгаалах: Сав газрын захиргаа нь энэ хуулийн 10.1.12-д заасан 500 м³-аас их хэмжээтэй бохир усыг бохирдуулж буй аж ахуйн нэгжид зөвшөөрөл өгч болно. Сум, дүүргийн Засаг дарга зөвшөөрөл олгож болно. Гэхдээ нэг бохир усны хэмжээ 50 м³-аас хэтрэхгүй тохиолдолд л болно. Зөвшөөрөлд заасан хэм хэмжээг үл тоомсорлож, эсвэл стандарт журмыг удаа дараа зөрчиж байвал зөвшөөрлийг хүчингүй болгож болзошгүй юм.

25 дугаар зүйл. Усны бохирдол, элэгдлийн төлбөр, нөхөн олговрын хэмжээ: Зөвшөөрөл эзэмшигч нь стандартын шаардлагыг хангасны дараа хаягдал усны хэмжээ, чанарын

хяналт, түүний гадагшлуулах үүрэгтэй. Цаашид эзэмшигч нь усны бохирдлын төлбөрийг төлөх үүрэгтэй. Хэрэв эмчилгээ нь стандартын шаардлага хангаагүй бол зөвшөөрлийг эзэмшигч байгаль орчны санд төлөх ёстой бохирдлын нөхөн төлбөрт хамрагдах боломжтой. Усны бохирдол, ус шавхалтын төлбөрийг хуульд заасны дагуу тогтоодог.

Ус ашиглах тухай. 27, 28 дугаар зүйл. Ус хэрэглэгчдэд зөвшөөрөл олгох: Худаг, нүх өрөмдөх, суваг, суваг ухах зөвшөөрөлийг аймаг, нийслэлийн байгаль орчны газар гаргана. Зөвшөөрөл авах өргөдлийг тэр байгууллагад хүргүүлэх шаардлагатай бөгөөд жишээ нь дараахь мэдээллийг баримтжуулах шаардлагатай: Ус ашиглах зорилго, хэмжээ; газар өмчлөх, эзэмших, ашиглах эрхийн гэрчилгээний хуулбар; худгийг дахин цэцэрлэгжүүлэх талаархи мэдээлэл. Аймгийн нийслэлийн Байгаль орчны газар усны мэдээллийн санд байгаа худаг, нүхийг бүртгэж, худгийн паспорт олгоно.

Иргэд, аж ахуйн нэгж, байгууллага ус ашиглах хүсэлтийг энэ хуулийн 28.4-т заасан хуулийн этгээдэд хүргүүлэх шаардлагатай. Хүсэлтэд дараахь баримт бичгийг хавсаргах шаардлагатай: Ашиглах усны эх үүсвэр, түүний байршлыг харуулсан зураг; ус ба эрдэс усны нөөцийн хайгуул, судалгааны тайлан; ашиглах боломжтой нөөцийн чанар, зохиомж, дүгнэлт; өдөрт хэрэглэх усны хэмжээ, зориулалтын хэмжээ; усны байгууламжийн зураг, төсөл; үйлдвэрлэлийн хүчин чадал, техник, эдийн засгийн үзүүлэлт; байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын үнэлгээний баримт бичиг. Стратегийн ач холбогдолтой ашигт малтмалын ордод усыг ашиглах тохиолдолд зөвшөөрөл нь ашиглалтын лицензийн хугацаанд хүчин төгөлдөр байх ёстой.

Ус ашигласны төлбөр: Ус ашигласны төлбөрийг хуулиар тогтоосон байдаг. Зөвшөөрөгдсөн хэмжээнээс хэтрүүлсэн усыг ашиглах тохиолдолд 50% хүртэл нэмэгдүүлсэн тарифыг мөрдөж болзошгүй. Төрийн захиргааны төв байгууллага нь засгийн газраас батлах шаардлагатай байгаа үнийн хэмжээг тогтооно.

Хавсралт V: Монгол Улсын стандартад нийцсэн усны хяналт шинжилгээ, усны менежментийн журам

Монгол Улсын стандартуудыг <http://greenassessment.mn>, <http://www.mne.mn>, сайтуудад хадгалдаг

Хүснэгт V-1: Монгол Улсын стандартад (MNS) нийцсэн усны хяналт шинжилгээ, усны нөөцийн менежментийн журам.

Даалгавар	Монгол Улсын стандарт (MNS)
Байгаль орчныг хамгаалах, ус судлал; ерөнхий шаардлага	MNS 334288 Газар доорх усны хамгаалалт. Ерөнхий шаардлага. Орлуулсан: MNS 3342: 1982 Газар доорх усыг бохирдол, бохирдлоос хамгаалах нийтлэг шаардлага MNS 0017-1-1-10: 1979 Усны хэрэглээ, хамгаалалт. Нэр томъёо ба тодорхойлолт. MNS 0017-1-1-14: 1980 Гидросфер. Усны хэрэглээний ангилал. Ерөнхий шаардлага
Усны чанар, ерөнхий шаардлага	MNS 4586: 1998 Усны орчны чанар. Ерөнхий шаардлага. MNS 4943: 2000 Усны чанар. Бохир ус. MNS 4943-2011 Бохир ус цэвэршүүлсэн. (Байгаль орчинд нээлттэй байхаар бохирдуулсан бодисын хамгийн их агууламж / хяналтын шаардлага / ашиглалтын явцад) MNS 6148-2010 усны чанар. Газар доорх усыг бохирдуулж буй бодисын дээд хязгаар MNS 900: 2005 Байгаль орчин. Хүний эрүүл мэндийг хамгаалах. Аюулгүй байдал. Ус уух. Эрүүл ахуйн шаардлага ба чанарын хяналт MNS 2573: 1978 Байгаль орчныг хамгаалах. Гидросфер. Усны чанарын үзүүлэлтүүд
Гадаргын усны чанарт хяналт тавих журам.	MNS 4047: 88 Байгаль орчныг хамгаалах. Гидросфер.
Усны дээж авах	MNS (ISO) 4867: 1999 Усны чанар. Дээж авах. 3-р хэсэг. Дээж бэлтгэх, хадгалах зөвлөмж. MNS (ISO) 5667-1: 2002 Усны чанар. Дээж авах. 1-р хэсэг. Дээж авах хөтөлбөрийн зураг төсөл боловсруулах заавар. MNS (ISO) 5667-2: 2001 Усны чанар. Дээж авах. Хэсэг 2. Дээж авах техникийн талаархи заавар. MNS (ISO) 5667-4: 2001 Усны чанар. Дээж авах. 4-р хэсэг. Байгалийн нуур, усан сангаас дээж авах журам. MNS (ISO) 5667-10: 2001 Усны чанар. Дээж авах. Хэсэг 10. Бохир уснаас дээж авах журам. MNS (ISO) 5667-11: 2000 Усны чанар. Дээж авах. 11-р хэсэг. Газрын доорхи усны дээж авах заавар. MNS (ISO) 5667-13: 2001 Усны чанар. Дээж авах. Хэсэг 13. Бохир ус, цэвэрлэх байгууламжийн лагийг дээж авах журам.
Усны дээж авах шинжилгээ	MNS (ISO) 11083: 2001 Байгаль орчин. Усны чанар. Хром (VI) уing спектрометрийн аргаар тодорхойлох (1.5-дифенилкарбазид). MNS 5032: 2001 Усны чанар. Ронтгений флюоресцент аргыг ашиглан хүнд металлыг тодорхойлох арга. MNS (ISO) 11923: 2001 Усны чанар. Шилэн (шилэн шүүлтүүр) -ээр дамжин түдгэлзүүлсэн уусмалыг тодорхойлох. MNS (ISO) 4889: 1999 Усны чанар. Цахилгаан дамжуулах чадварыг тодорхойлох. MNS 4420: 1997 Ундны ус. Мөнгөн усыг тодорхойлох арга. Атом шингээх арга. MNS 4430: 2005 Ундны ус. Төмрийн нэгдлүүдийг хэмжих арга.

Даалгавар	Монгол Улсын стандарт (MNS)
	MNS 4341: 1996 Үйлдвэрийн ус. Магнийн концентрацийг тодорхойлох арга MNS 4348: 1996 Үйлдвэрийн ус. Зэсийг тодорхойлох. MNS 4431: 2005 Ундны ус. Нитритийн агууламжийг тодорхойлох. MNS 4217: 1994 Ундны ус. Нийт нитрат концентрацийг тодорхойлох. MNS 3935: 1986 Ундны ус. Усны талбайн туршилтын ерөнхий шаардлага. MNS 3936: 1986 Ундны ус. Талбайн шинжилгээний аргууд. MNS 3900: 1986 Ундны ус. Амт, өнгө, үнэр, булингарыг тодорхойлох. MNS 3900: 1986 Ундны ус. Амт, өнгө, үнэр, булингарыг тодорхойлох. MNS 3532: 1983 Гадаргын ус. Хар тугалгын агуулгыг тодорхойлох. MNS 0017-1-5-15: 1980 Байгаль орчныг хамгаалах. Гидросфер. Усан дахь газрын тосны бүтээгдэхүүнийг тодорхойлох арга. MNS 4423: 1997 Ундны ус. Хуурай үлдэгдлийг хэмжих арга. MNS 2570: 1978 Усны цэвэр байдлыг хэмжих арга. MNS 4079: 1988 Усны чанарын нэр томъёо, тодорхойлолт. MNS (ISO) 7887: 2000 Усны чанар. Усны өнгийг тодорхойлох арга ба түүнийг шалгах. MNS 5790: 2007 Усны чанар. Манганы (Mn) агууламжийг тодорхойлох. MNS (ISO) 4817: 1999 Усны чанар. Аммонийн хэмжээг тодорхойлох. MNS (ISO) 7980: 2003 Усны чанар. Кальци ба магнийн хэмжээг атом шингээх спектрометрийн аргаар тодорхойлох. MNS (ISO) 5814: 2005 стандарт. Усны чанар. Ууссан хүчилтөрөгчийн агууламжийг тодорхойлох. Цахилгаан химийн арга. MNS (ISO) 6060: 2001 Усны чанар. Химийн хүчилтөрөгчийн хэрэгцээг тодорхойлох. MNS (ISO) 9280: 2001 Усны чанар. Барий хлорын гравиметрийн аргаар сульфатыг тодорхойлох. MNS (ISO) 10523: 2001 Усны чанар. PH-ийг тодорхойлох. MNS 5666: 2006 Усны биологийн шинж чанар. Бохир ус цэвэрлэх байгууламжийн идэвхтэй лагийг тодорхойлох арга. MNS 5668: 2006 Усны биологийн шинж чанарын үнэлгээ. Бохир усны микробиологийн шинжилгээний арга.