

Усан орчны экологийн төлөв байдлыг тогтоох үнэлгээний аргачлал





**ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИ
ГАЗАРЗҮЙ-ГЕОЭКОЛОГИЙН ХҮРЭЭЛЭН**

Усан орчны экологийн төлөв байдлыг ТОГТООХ ҮНЭЛГЭЭНИЙ АРГАЧЛАЛ

Хянан тохиолдуулж, эх бэлтгэсэн:	Доктор (Ph.D) Авлюшийн Саулегүл
Зөвлөх:	Доктор (Ph.D) Чойжилсүрэнгийн Жавзан
Боловсруулсан:	
Бүлэг 1. Оршил	Доктор (Ph.D) Авлюшийн Саулегүл
Бүлэг 2. Усан орчны экологийн төлөв байдлын биологийн (фитопланктон ¹ , зоопланктон ² , макросээрнуруугүйтэн ³ , загас ⁴) үнэлгээ	¹ Магистр (MS.c) Цэгмидийн Бөхчулуун ² Бакалавр (BS.c) Бавуухандын Ганцоож ^{3,4} Доктор (Ph.D) Авлюшийн Саулегүл
Бүлэг 3. Усан орчны экологийн төлөв байдлын физик-химийн үнэлгээ	Доктор (Ph.D) Чойжилсүрэнгийн Жавзан Магистр (MS.c) Цогтбаярын Эрдэнэцэцэг
Бүлэг 4. Усан орчны экологийн төлөв байдлын микробиологийн үнэлгээ	Магистр (MS.c) Бадрахын Рэнчинбуд
Бүлэг 5. Усан орчны экологийн төлөв байдлын гидроморфологийн үнэлгээ	Доктор (Ph.D) Авлюшийн Саулегүл
Бүлэг 6. Голын эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдлын үнэлгээ	Магистр (MS.c) Жүгнийгийн Өнөрням
Бүлэг 7. Усан орчны экологийн төлөв байдлын нэгдсэн үнэлгээ	Доктор (Ph.D) Авлюшийн Саулегүл

Хавтасны фото зураг© André Künzelmann/ UFZ

Монгол улсын БСШУСЯ-ны Шинжлэх Ухаан, Технологийн Сангийн санхүүжилтээр ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн Хүрээлэнгийн Усны нөөц, ус ашиглалтын салбарын эрдэм шинжилгээний дэд ажилтан, доктор А. Саулегүлийн удирдлагаар хэрэгжүүлсэн “Усан орчны экологийн урт хугацааны мониторинг судалгаа: Хараа, Ерөө голын жишээн дээр” сэдэвт суурь судалгааны төслийн (2015-2017) хүрээнд гүйцэтгэв.

АГУУЛГА

ЗУРГИЙН ЖАГСААЛТ	3
ХҮСНЭГГИЙН ЖАГСААЛТ	3
ФОТО ЗУРГИЙН ЖАГСААЛТ	4
1. Оршил	5
2. Усан орчны экологийн төлөв байдлын биологийн үнэлгээ	8
2.1 Фитопланктон буюу цахиурт замгаар усан орчны экологийн төлөв байдлыг үнэлэх нь.....	9
2.1.1. Цахиурт замгийн тухай товч ойлголт.....	9
2.1.2. Цахиурт замгийн дээжийг цуглуулах, үр дүнд боловсруулалт хийх арга зүй.....	10
2.1.3. Цахиурт замагт суурилсан экологийн төлөв байдлын үнэлгээний шалгуур үзүүлэлтүүд.....	12
2.1.4. Цахиурт замгийн судалгааны үр дүнд тулгуурласан усан орчны төлөв байдлын үнэлгээ.....	13
2.2 Зоопланктон буюу хөвөгч амьтдаар усан орчны экологийн төлөв байдлыг үнэлэх нь	19
2.2.1. Зоопланктоны тухай товч ойлголт.....	19
2.2.2. Зоопланктоны дээжийг цуглуулах, үр дүнд боловсруулалт хийх арга зүй.....	20
2.2.3. Зоопланктонд суурилсан экологийн төлөв байдлын үнэлгээний шалгуур үзүүлэлтүүд.....	23
2.2.4. Зоопланктоны судалгааны үр дүнд тулгуурласан усан орчны төлөв байдлын үнэлгээ.....	26
2.3 Макросээрнуруугүйтэн амьтдаар усан орчны экологийн төлөв байдлыг үнэлэх нь.....	29
2.3.1. Макросээрнуруугүйтний тухай товч ойлголт.....	29
2.3.2. Макросээрнуруугүйтний дээжийг цуглуулах, үр дүнд боловсруулалт хийх арга зүй.....	30
2.3.3. Макросээрнуруугүйтэнд суурилсан экологийн төлөв байдлын үнэлгээний шалгуур үзүүлэлтүүд.....	31
2.3.4. Макросээрнуруугүйтний судалгааны үр дүнд тулгуурласан усан орчны төлөв байдлын үнэлгээ.....	32
2.4 Загасны популяциар усан орчны экологийн төлөв байдлыг үнэлэх нь.....	35
2.4.1. Хараа голын сав газрын загасны популяцийн мониторинг судалгаа.....	35
2.4.2. Загасны популяцийн мониторинг судалгааны үр дүнд тулгуурласан усан орчны төлөв байдлын үнэлгээ.....	37
3. Усан орчны экологийн төлөв байдлын физик-химийн үнэлгээ	39
3.1 Усны чанарын индекс тооцох арга зүй.....	39
3.2 Усны чанарын ерөнхий индексийн шалгуур үзүүлэлтүүд.....	41
3.3 Усны чанарын индексийн тооцоо.....	42
3.4 Усны чанарын үнэлгээний систем.....	44
3.5 Усны чанарын экологийн төлөв байдлын физик-химийн үнэлгээ.....	45
4. Усан орчны экологийн төлөв байдлын микробиологийн үнэлгээ	47
5. Усан орчны экологийн төлөв байдлын гидроморфологийн үнэлгээ	49
6. Голын эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдлын үнэлгээ	52
7. Усан орчны экологийн төлөв байдлын нэгдсэн үнэлгээ	59
8. Ашигласан бүтээлийн жагсаалт	61

Зургийн жагсаалт

Зураг 1: Усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээний үндсэн 4 чиглэл	6
Зураг 2: Усан орчны экологийн төлөв байдлын шаталсан үнэлгээний зарчим	7
Зураг 3: Хараа гол, түүний цутгал голуудын цахиурт замгийн зүйлийн олон янз байдал	14
Зураг 4: Бүлгэмдлийн төсөөзүйн шинжилгээ	15
Зураг 5: Хараа голын усан орчны экологийн төлөв байдлын цахиурт замгийн үнэлгээ	18
Зураг 6: Планктон шүүгч тор	20
Зураг 7: Нуурын гүнээс зоопланктоны дээж авагч багажууд	20
Зураг 8: Хараа голын сав газарт тархсан зоопланктоны бүлгэмдэлд тулгуурласан усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээ	28
Зураг 9: Голын ёроолын субстратаас хамааруулан микроорчны тархалтыг тогтоож, голын тухайн хэсгээс макросээрнууруугүйтний дээж цуглуулах арга зүй (<i>Микроорчны тархалтын зураг</i> @http://www.fliessgewaesserbewertung.de)	30
Зураг 10: Хараа, Ерөө голын сав газарт тархсан макросээрнууруугүйтний бүлгэмдэлд тулгуурласан усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээ	34
Зураг 11: Хараа гол (дээд хэсэг), түүний цутгал голуудад (доод хэсэг) тэмдэглэгдсэн Шивэр хадран (<i>Thymallus arcticus</i>) загасны биеийн уртын хэмжээс	36
Зураг 12: Хараа гол (дээд хэсэг), түүний цутгал голуудад (доод хэсэг) тэмдэглэгдсэн зэвэг (<i>Brachymystax lenok</i>) загасны биеийн уртын хэмжээс	36
Зураг 13: Хараа голын загасны популяцийн мониторинг судалгааны үр дүнд тулгуурласан экологийн төлөв байдлын үнэлгээ	38
Зураг 14: Хараа голын усны чанарын мониторинг судалгааны үр дүнг УЧИ-ээр тооцсон усны чанарын үнэлгээ	46
Зураг 15: Хараа голын 2016-2017 оны мониторинг судалгааны үр дүнд тулгуурласан усны эрүүл ахуйн (микробиологи) төлөв байдлын үнэлгээ	48
Зураг 16: Усан орчны экологийн төлөв байдлын гидроморфологийн үнэлгээ	51
Зураг 17: Хараа, Ерөө, Шарын голын сав нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдал	54
Зураг 18: Хараа голын эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдал	57
Зураг 19: Ерөө голын эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдал	58
Зураг 20: Усан орчны экологийн төлөв байдлын нэгдсэн үнэлгээг гаргах арга	60

Хүснэгтийн жагсаалт

Хүснэгт 1: Хараа, Ерөө, Орхон голуудын усан орчны биомониторинг судалгааг хэрэгжүүлсэн төслүүд, хамрах хугацаа	8
Хүснэгт 2: Цахиурт замгийн зүйлийн баялаг, зүйлийн олон янз байдал, тэгш байдал, зонхилгч зүйлийг тодорхойлох томьёо	11
Хүснэгт 3: Цахиурт замагт суурилсан усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээний боломжит шалгуур үзүүлэлтүүд	12
Хүснэгт 4: Судалгааны цэгүүдийн байршил	13
Хүснэгт 5: Хараа, Ерөө гол, түүний цутгалдад зонхилж тархсан цахиурт замгийн зүйлүүд	17
Хүснэгт 6: Зүйлийн олон янз байдлыг тооцоолох индексүүд	21
Хүснэгт 7: Зоопланктон амьтдын биологи, экологийн онцлогт тулгуурлан тогтоосон усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээний шалгуур үзүүлэлтүүд	23
Хүснэгт 8: Хараа, Ерөө голд тархсан зоопланктоны зүйлүүд, тэдгээрийн сапроб индекс	26
Хүснэгт 9: Зоопланктоны бүлгэмдэлд тулгуурласан усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээ	27
Хүснэгт 10: Макросээрнууруугүйтний биологи, экологийн онцлогт тулгуурлан тогтоосон усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээний шалгуур үзүүлэлтүүд	31
Хүснэгт 11: Хараа гол, түүний цутгалдад тархсан усны макросээрнууруугүйтний бүлгэмдэлд тулгуурласан усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээ	32
Хүснэгт 12: Хараа голын сав газарт тархсан загасны зүйлийн харьцангуй арви (%)	17
Хүснэгт 13: Хараа гол, түүний цутгал голуудад тархсан загасны популяциудад тулгуурласан усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээ	37
Хүснэгт 14: Усны чанарын индекс тооцож байсан хуучин арга	40
Хүснэгт 15: Усны чанарын индекс тооцох үзүүлэлтүүд	41
Хүснэгт 16: Гидрохими болон бичил элементийн агууламжаар голын усны чанарыг үнэлсэн байдал	45
Хүснэгт 17: Гадаргын усны эрүүл ахуйн Киришнерийн ангилал	48

Хүснэгт 18: Гидроморфологийн ерөнхий үзүүлэлт: Хараа гол Бүрэнтолгойн орчимд.....	50
Хүснэгт 19: Хараа голын гидроморфологийн үнэлгээний дундаж дүн.....	51
Хүснэгт 20: Газар ашиглалтын хэлбэрүүдийн эрэмбэлэлт.....	53
Хүснэгт 21: Хараа, Ерөө голын эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд хүчтэй өртөх талбайн хэмжээ, га.....	55
Хүснэгт 22: Хараа голын газар ашиглалтын хэлбэрүүдийн эрэмбэлэлт.....	55
Хүснэгт 23: Ерөө голын газар ашиглалтын хэлбэрүүдийн эрэмбэлэлт.....	56
Хүснэгт 24: Хараа голын адаг хэсгийн (Бүрэнтолгой) усан орчны экологийн төлөв байдлын 1 шатлалын үнэлгээ.....	59

Фото зургийн жагсаалт

Фото 1: Монгол орны цахиурт замгууд.....	9
Фото 2: Хараа голд тархсан хүрд хорхойн зүйлүүд.....	19
Фото 3: Хараа голд тархсан салаа сахалт хавчны зүйлүүд.....	19
Фото 4: ЕРТ буюу өдөрч (Ephemeroptera: <i>Ephemerella orientalis</i>), хаварч (Plecoptera: <i>Agnetina sp.</i>), хоовгоны (Trichoptera: <i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>) багийн зүйлүүд.....	29

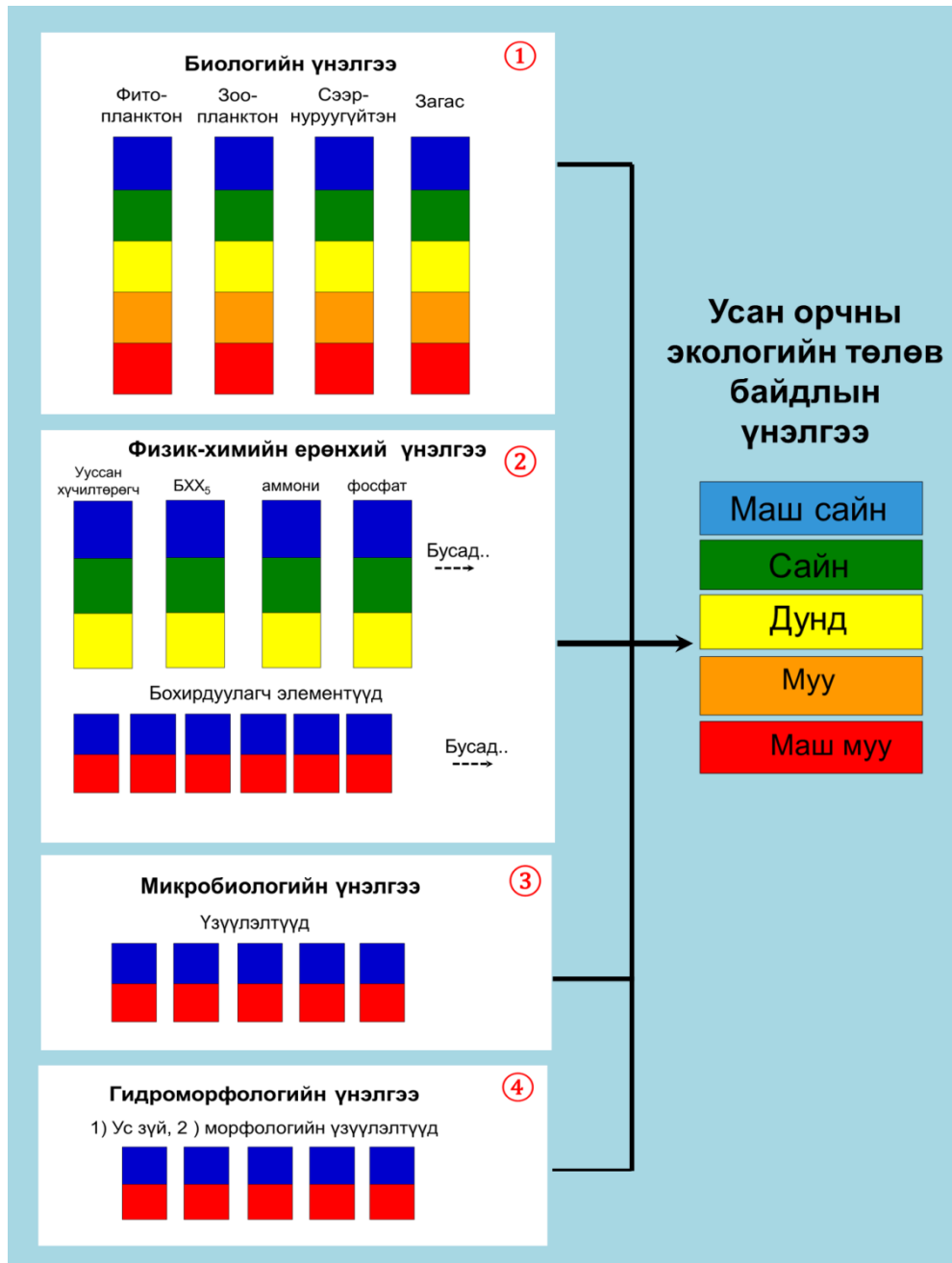
1. Оршил

Монгол оронд усан орчны мониторингийн хөтөлбөрийг 1976 оноос эхлэн хэрэгжүүлж эхэлсэн гэж үзэж болох ба тэр үеийн Ус, цаг уурын албыг удирдах ерөнхий газар агаар, ус, хөрсний бохирдлыг хянах харуулууд болон орчны шинжилгээний төв лаборатори байгуулан ажиллуулж Монгол оронд орчны мониторингийн суурийг тавьсан бөгөөд өнөөдрийг хүртэл байнгын хяналт шинжилгээний хөтөлбөрийг Ус, цаг уур, орчны судалгаа, мэдээллийн хүрээлэн (УЦУОСМХ) хариуцан гүйцэтгэж байна. Гадаргын усны хяналт шинжилгээний хөтөлбөрийн хүрээнд 2016 оны байдлаар давхардсан тоогоор нийт 135 станц, 185 харуул, 3 гэрээт харуул Монгол орны усны байнгын хяналт шинжилгээний хөтөлбөрийг хэрэгжүүлж байна (УЦУОСМХ, 2018). Гадаргын усны хяналт шинжилгээний хөтөлбөрийг үндэсний хэмжээнд тогтвортой хэрэгжүүлж байгаагаас гадна усан орчны экологийн үнэлгээг томоохон голуудын сав газруудын хэмжээнд 1990-ээд оноос олон талт судалгааны чиглэлүүдээр эрдэм шинжилгээний байгууллага, олон улсын хамтарсан судалгааны багууд төсөл, хөтөлбөрүүдийг нилээдгүй хэрэгжүүлж, судалгааны ажлыг тогтвортой хийж ирсэн. Гэвч хээрийн судалгаа, лабораторийн шинжилгээний нөхцөл, хангамж, арга зүй, үр дүнгийн боловсруулалтын аргачлалын учир дутагдлаас шалтгаалан нэн ялангуяа усан орчны биологийн чиглэлд судлаачид бусад улс орны судлаачдын боловсруулсан арга зүй, аргачлалыг шууд авч хэрэглэхээс гадна гидроморфологийн судалгаа, үнэлгээний ажил бүр учир дутагдалтай хийгдэж байгаа юм. Түүнчлэн зайлшгүй дурдах нэгэн асуудал бол мониторингийн хөтөлбөрт багтаасан дээрх судалгааны чиглэлүүд, тэдгээрт хамаарах шалгуур үзүүлэлт тус бүрээр усан орчны бохирдол, төлөв байдлын үнэлгээг тодорхой түвшинд өгдөг бөгөөд усан орчны экологийн төлөв байдлын “НЭГДСЭН” үнэлгээ, үнэлгээний аргачлалыг боловсруулах хэрэгцээ шаардлага тулгарсаар байгаа юм.

Иймд усан орчны бохирдол, өөрчлөлт, экологийн төлөв байдлын үнэлгээ, шалгуур үзүүлэлтүүдийг тогтоохдоо Хараа, Ерөө голуудын сав газарт хийгдсэн урт хугацааны мониторинг судалгааны үр дүнд тулгуурласан юм. Тухайлбал: Хараа, Ерөө голуудын сав газарт Монгол-Германы хамтарсан “Төв Азийн усны нөөцийн нэгдсэн менежмент: Загвар бүс нутаг Монгол – МоМо” төслийн хүрээнд 2006 оноос 2013 оныг хүртэл 2 үе шаттайгаар усан орчны экологийн мониторинг судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэсэн бол ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэнгийн Усны нөөц, ус ашиглалтын салбарын (хуучнаар ШУА-ийн Геоэкологийн хүрээлэнгийн Экологийн судалгааны салбар) судлаачид 2009-2014 онуудад усан орчны экологийн судалгааны хоёр суурь судалгааны төслийг хэрэгжүүлсэн байдаг. Эдгээр төслүүдийн хүрээнд хэрэгжүүлж ирсэн мониторингийн судалгааны ажлыг үргэлжлүүлэх, усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээны аргачлал боловсруулах, үнэлгээг өгөх зорилтуудын хүрээнд “Усан орчны

экологийн урт хугацааны мониторингийн судалгаа: Хараа, Ерөө голын жишээн дээр” сэдэвт суурь судалгааны төслийг 2015-2017 онд хэрэгжүүллээ.

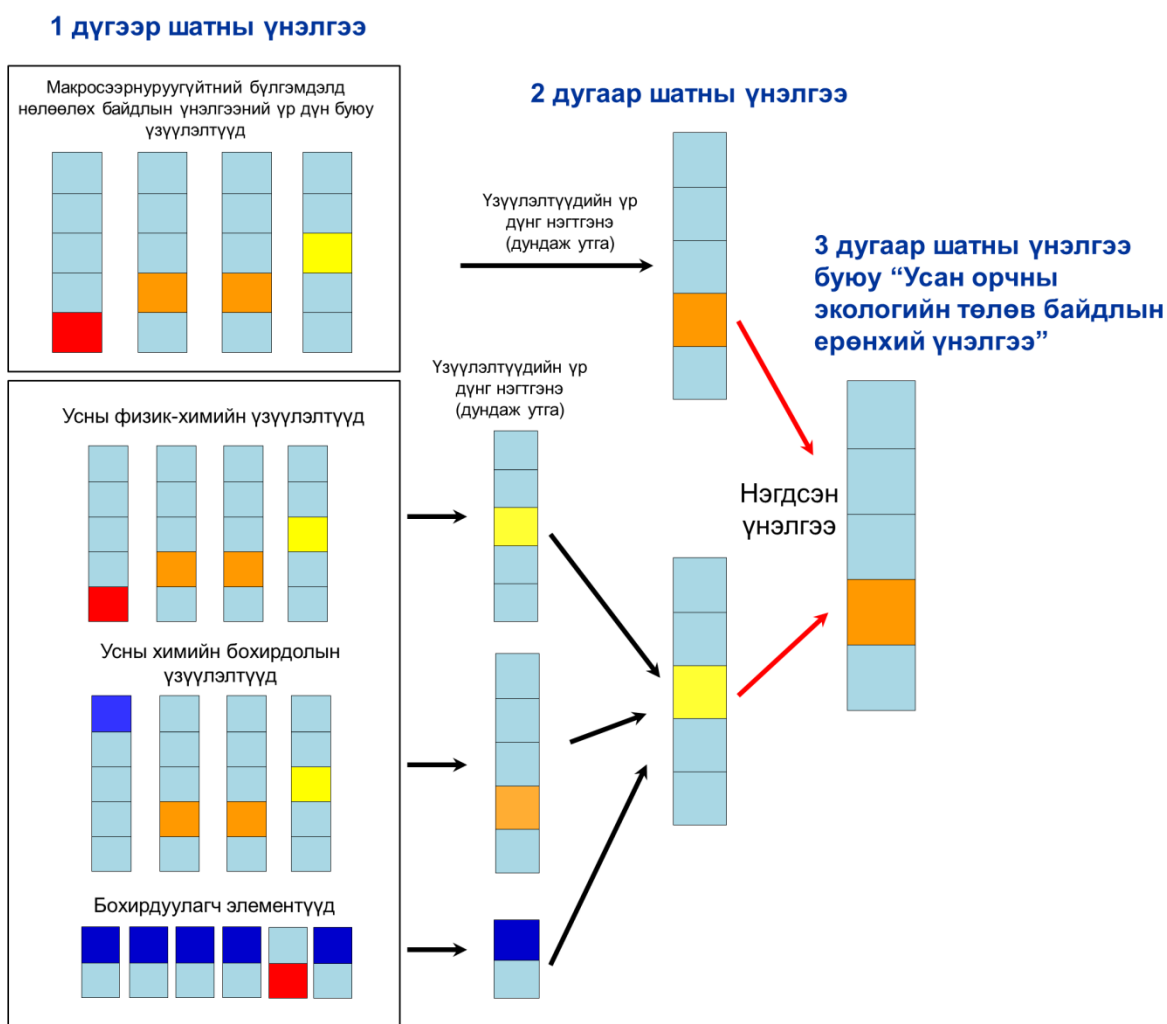
Усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээнд үндсэн 4 чиглэлийн (усны биологи, физик-хими, микробиологи, гидроморфологи,) хүрээнд хийж, нэгдсэн үнэлгээг тогтоох аргачлалыг (зураг 1) боловсруулав. Чиглэл бүрт хамаарах шалгуур үзүүлэлтүүд, тэдгээрийг судлах арга зүй, усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээний аргачлалыг уг бүтээлийн II-V бүлгүүдэд дэлгэрэнгүй танилцуулсан бол VI бүлэгт голын эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдлын үнэлгээний аргачлал, үр дүнг танилцуулсан болно.



Зураг 1: Усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээний үндсэн 4 чиглэл

Усан орчны экологийн төлөв байдлыг үнэлэх аргачлалыг боловсруулахдаа Европын Усны Тогтолцооны Удирдамж (2000.12.22-ны өдрийн 2000/60 тоот удирдамж)-ийн хүрээнд боловсруулсан шаталсан үнэлгээний аргачлалын зарчмыг (зураг 2) баримталсан.

Усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээний аргачлалд 3 шатлалыг багтаах (зураг 2) ба *үнэлгээний аргачлалын нэгдүгээр шатлалд*: Судалгааны чиглэл тус бүрээр шалгуур үзүүлэлтүүдийг тогтоож, тэдгээр шалгуур үзүүлэлт бүрээр үнэлгээг өгөх бол *хоёрдугаар шатлалд*: Судалгааны чиглэл тус бүрт шалгуур үзүүлэлтүүдийн үр дүнгийн хоорондын харилцан хамаарлыг харгалзан, харьцуулалт хийх, судалгааны чиглэл бүрийн нэгдсэн үнэлгээг тодорхойлно. Харин төгсгөлийн буюу *гуравдугаар шатлалд*: судалгааны чиглэлүүдийн үр дүнгүүдийг нэгтгэн, усан орчны экологийн төлөв байдлыг үнэлэх, үнэлгээг тогтоох аргачлал боловсруулна.



Зураг 2: Усан орчны экологийн төлөв байдлын шаталсан үнэлгээний зарчим

2. Усан орчны экологийн төлөв байдлын биологийн үнэлгээ

Усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээг Хараа, Ерөө голуудын сав газарт тархсан фитопланктон буюу цахиурт замаг, зоопланктон, макросээрнууруугүйтэн, загасны урт хугацааны мониторинг судалгааны хэд хэдэн төслүүдийн хүрээнд гарсан үр дүнд тулгуурласан хийсэн юм (хүснэгт 1).

Хүснэгт 1: Хараа, Ерөө, Орхон голуудын усан орчны биомониторинг судалгааг хэрэгжүүлсэн төслүүд, хамрах хугацаа

Биологийн үнэлгээний төрөл	Төслийн нэр, хамрах хугацаа
Цахиурт замаг (Фитопланктон)	- Монгол-Германы хамтарсан “Төв Азийн усны нөөцийн нэгдсэн менежмент: Загвар бүс нутаг Монгол – МоМо” төсөл, I үе шат, 2006-2008 он
Зоопланктон	- ШУА-ийн Геоэкологийн хүрээлэнгийн Экологийн судалгааны салбарт 2009-2011 онд хэрэгжүүлсэн “Орхон гол түүний томоохон цутгалуудын ус, усан орчны экологи” суурь судалгааны төсөл - 2012-2014 онд хэрэгжүүлсэн “Дархан, Эрдэнэт хотуудын үйлдвэрийн районы усан орчны экотоксикологийн судалгаа” суурь судалгааны төсөл
Макро-сээрнууруугүйтэн	- Монгол-Германы хамтарсан “Төв Азийн усны нөөцийн нэгдсэн менежмент: Загвар бүс нутаг Монгол – МоМо” төсөл, I- II үе шат буюу 2006-2012 он - ШУА-ийн Геоэкологийн хүрээлэнгийн Экологийн судалгааны салбар (Хуучнаар)-т 2012-2014 онд хэрэгжүүлсэн “Дархан, Эрдэнэт хотуудын үйлдвэрийн районы усан орчны экотоксикологийн судалгаа” суурь судалгааны төсөл
Загас	- Монгол-Германы хамтарсан “Төв Азийн усны нөөцийн нэгдсэн менежмент: Загвар бүс нутаг Монгол – МоМо” төсөл, I- II үе шат буюу 2006-2012 он

Бидний боловсруулсан усан орчны экологийн төлөв байдлын биологийн үнэлгээний эдгээр аргачлалуудыг цааш цаашдын биомониторингийн судалгаа, усан орчны биологийн үнэлгээнд ашиглах нь зүйтэй юм гэдгийг дараах үндэслэлүүдээр тодорхойлж байгаа юм:

1. Монгол орны хэмжээнд ус, усан орчны биомониторингийн судалгааг олон шалгуур үзүүлэлтээр, цаг хугацаа болон орон зайн хувьд системчилсэн судалгааг анх удаа Хараа, Ерөө голуудын сав газарт гүйцэтгэсэн.

2. Эдгээр судалгаануудад ашиглагдсан судалгааны арга зүйг бусад судалгааны арга зүй, тэдгээрээс гарсан үр дүнтэй харьцуулан туршсанаар сонгосон.
3. Судалгаануудаас гарсан үр дүн Үндэсний болоод Олон улсын экспертүүдийн хэмжээнд хүлээн зөвшөөрөгдсөн.

2.1 Фитопланктон буюу цахиурт замгаар усан орчны экологийн төлөв байдлыг үнэлэх нь

2.1.1 Цахиурт замгийн тухай товч ойлголт

Цахиурт замаг (Bacillariophyta) нь хамгийн өргөн тархалттай (Фото 1) бөгөөд ёроолын амьдралтай замгийн дийлэнх хувийг бүрдүүлдэг. Цахиурт замаг нь хлорофилл а, с пигментийг агуулах боловч каротиноид пигментүүд давамгайлдаг. Тиймээс түүний эс нь алтлаг, бор өнгөтэй харагддаг. Эсдэх үндсэн бодис нь тос, лейкозин юм. Эсийн хананы гол найрлага нь SiO_2 бөгөөд Петрийн аяга шиг хавхлагдаж нийлсэн хоёр хавтаснаас (valve) бүрдэнэ. Хавтас дээр олон тооны нүх, сүв (punctae) байх бөгөөд нүх сүвүүд зэрэгцэн байрласнаар судал (striae) үүсгэнэ. Эсийн хананы тэгш хэмт байдал, түүний нүх сүвний байрлалаар цахиурт замгийг төрөл, зүйлийн түвшинд микроскоп ашиглан тодорхойлдог.

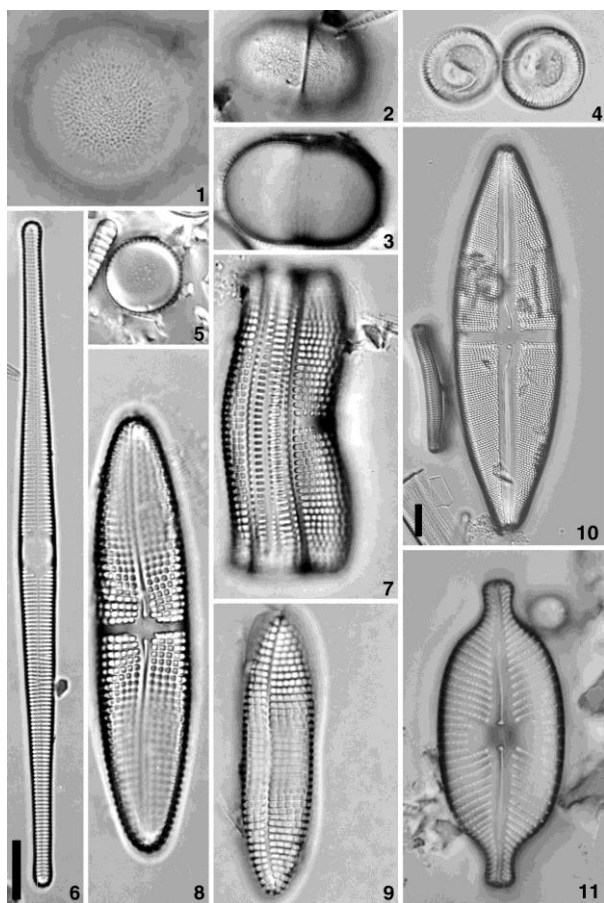


Фото 1: Монгол орны зарим цахиурт замгууд

- 1-3: *Melosira moniliformis* var. *octogona*
- 4: *Cyclotella caspia*
- 5: *Thalassirosira weissflogii*
- 6: *Ctenophora pulchella*
- 7-9: *Achnanthes brevipes*
- 10: *Stauroneis javanica*
- 11: *Navicula amphibolaf. rectangularis*

Фото зураг © Mark B. Edlund, University of Michigan

Цахиур замаг нь байгалийн бүх төрлийн усан санд тархсан, амьдралын богино эргэлттэй, орчны өөрчлөлтөд богино хугацаанд хариу үзүүлдэг, генетик нөөцийн чухал элемент болдог учир гол, горхи зэрэг урсгал усны чанарыг үнэлэхэд цахиур замгийг өргөн хэрэглэгддэг (Visco ба бусад, 2015). Тухайн нутгийн цахиурт замгийн зүйлийн

бүрэлдэхүүн, түүний олон янз байдлыг тогтоох нь экосистемд нөлөөлж буй хүчин нөхцлүүд, экосистемийн биотуудын бүрэлдэхүүн хэсгийн тухайн үеийн байдлын үнэлгээг үндэслэн нөхөн сэргээх, зөв зохистой ашиглах арга, нөхцлийг илрүүлэх, асуудлыг шийдвэрлэхэд чиглэсэн арга хэмжээний шинжлэх ухааны үндэслэл нь болох болно (Sandmann 2012; Karthe et al. 2015a).

2.1.2 Цахиурт замгийн дээжийг цуглуулах, үр дүнд боловсруулалт хийх арга зүй

i. Цахиурт замгийн дээжийг цуглуулах арга зүй

Хатуу замаг гэж нэрлэгдэх цахиур замгийг түүний субстратад бэхлэгдэх онцлогоос шалтгаалан цуглуулах арга зүй янз бүр байдаг. Цахиур замгийг хатуу субстрат буюу чулууны өнгөр, ургамлын гадаргуу хэсгээс болон зөөлөн субстрат болох ёроолын шавар, элсний өнгөн хэсгээс цуглуулдаг. Тухайн усан сангийн цахиур замгийн зүйлийн бүрэлдэхүүнийг бүрэн гүйцэд тогтоож тодорхойлохын тулд субстрат тус бүрээс давтамжтай буюу жишээлбэл голын уртын дагуу 100 м зайд хөндлөн чиглэлд 3 трансект татаж трансект тутмаас 3 цэг буюу нийт 9 цэгээс цахиур замгийн дээж материал цуглуулсан. Ойролцоогоор 5-10 см-ийн гүнээс шавар болон элсний өнгөн хэсгээс пипеткээр соруулах эсвэл халбагаар хутгаж цуглуулна. Ургамлын хэсгээс пинцепт, хайчаар тасалж түүнийгээ цэвэр усанд угааж тунгааж авна. Чулууны өнгөр дээжийг цуглуулахдаа 10-30 см диаметртэй чулууг сонгон ширүүн үстэй сойзоор тухайн усан сангаас шүүсэн усанд угааж тунамалыг зориулалтын шилэн саванд луголын уусмал дусааж хадгалсан. Мөн чулууны өнгөрөөс хайч эсвэл бритваар хусч калькан цаасанд боож хадгалж болно. Шавар, элсний өнгөн хэсэг, ургамлаас цуглуулсан дээжийг фильтерийн цаасанд боож, хатааж хадгалсан. Харин чулууны өнгөр дээжийг фильтерийн цаасанд хадгалах нь зохимж муутай тул калькан цаасанд боох эсвэл луголийн уусмалд хадгална. Учир нь чулууны өнгийг угаасан дээж нь бага хэмжээтэй байхаас гадна цэвэрлэхэд фильтерийн цаасны наалдсан хэсэг нь утаслаг үүсгэж шатахгүй үлддэг учраас байнгын бэлдмэлийн чанарт нөлөөлөх муу талтай. Судалгааны цэг тус бүрт нэг удаагийн пипетка болон сойз хэрэглэнэ.

ii. Лаборатори дах замгийн судалгааны арга зүй

Цахиурт замгийг тодорхойлоход тогтмол бэлдэц хийдэг бөгөөд үүнийг дараах аргаар бэлтгэсэн. Цуглуулсан дээжнээс цахиурт замгийн тогтмол препарат бэлтгэхийн тулд дээжнээс бага зэргийг таслан авч шилэн аяганд хийж дээрээс нь 30 мл устөрөгчийн хэт исэл нэмж 1 цаг орчим зөөлөн халаана. Үүний дараа тасалгааны температурт хөргөн органик үлдэгдлээс нь бүрэн цэвэрлэхийн тулд дахин 30 мл азотын хүчил нэмж 40 минутын турш 60°C-д зөөлөн халаасны дараа нэрсэн ус нэмж тунгаах замаар 6 удаа хүчилгүйжүүлнэ. Цэвэрлэсэн дээжийг зориулалтын шилэнд хийж дээжний дугаар наан хадгална. Хадгалах энэхүү дээжинд нэг дусал давсны хүчил нэмж өгвөл ёроолдоо тунадасжихгүй сайн талтай. Дээжнээс бүрхүүл шилэн дээр дусааж хатаан тавиур шилэн дээр бальзам ашиглан нааж препаратны зүүн гар талд дээжний мэдээлэл бүхий хаяг нааснаар тогтмол препарат бэлэн болно. Бэлэн болсон тогтмол препаратаа микроскопны 1000 өсгөлтөөр иммерсоны тос дусаан суурь тодорхойлох бичиг (Patrick and Reimer (1966, 1975), Lange-Bertalot (1999), and Krammer and Lange-Bertalot (1991, 1997a,b, 2000a, b) ашиглан төрөл, зүйлийн түвшинд хүртэл тодорхойлж препарат тус бүрд 400-600 бодгаль тоолон зүйл тус бүрийн тухайн дээжинд агуулагдах харьцангуй арвийг тооцсон.

iii. Үр дүн, өгөгдөлд боловсруулалт хийх

Замгийн судалгааны өгөгдөлд математик боловсруулалт хийх нь тухайн усан сан, тухайн орчны зүйлийн баялагийн ханасан байдал, орчны өөрчлөлтөд үнэлгээ өгөх зэрэг ач холбогдолтой. Тухайн бүлгэмдэл дэх доминант зүйлийг сонгохын зэрэгцээ субдоминант зүйлүүдийг сонгож усны чанарын болон орчны итгэлцүүрт ашигласан (хүснэгт 2).

Хүснэгт 2: Цахиурт замгийн зүйлийн баялаг, зүйлийн олон янз байдал, тэгш байдал, зонхилогч зүйлийг тодорхойлох томъёо

Үзүүлэлтүүд	Томъёо:
<p>Зүйлийн баялаг тооцох: Зүйлийн тоо буюу баялаг-тухайн бүлгэмдэлд тэмдэглэгдсэн нийт зүйлийн тоо S-ээр тэмдэглэдэг.</p>	$=countif(a \text{ зүйл}:z \text{ зүйл}, ">0")$
<p>Зүйлийн харьцангуй арвийг тооцох: Харьцангуй арви-тухайн дээжинд тоологдсон нэг зүйлийн бодгалиудын тоог нийт тоологдсон бодгалийн тоонд харьцуулж олно (Boldgiv.B, 2007).</p>	$p_i = \frac{N_i}{N}$ <p>p_i-зүйлийн харьцангуй арви N_i-тухайн дээжин дэх i зүйлийн бодгалийн тоо</p> <p>S-дээжин дэх зүйлийн тоо: $N = \sum_{i=1}^S N_i$</p>
<p>Өгөгдлийг хувиргах: Цахиур замгийн зүйлийн харьцангуй арвийн өгөгдөл нь хэлбэлзэл ихтэй учраас алдааг багасгах үүднээс өгөгдлийг хувиргах шаардлагатай.</p>	$Y^i = \arcsin \sqrt{p_i}$ <p>p_i - зүйлийн харьцангуй арви</p>
<p>Зүйлийн олон янз байдлыг тооцох: H индекс нь Claude E.Shannon, Norbert Wiener нарын мэдээллийн онолоос гаралтай хэмжүүр бөгөөд дараах томъёогоор илэрхийлдэг (Magurran E. Anne, 2004).</p>	$H = -\sum_{i=1} (p_i) (\log_2 p_i)$ <p>p_i - дээжин дэх i зүйлийн харьцангуй арви</p>
<p>Тэгш байдлын индексийг олох: Тэгш байдлын индекс (E) нь бүлгэмдэл дэх зүйлүүдийн харьцангуй элбэгшил хэр зэрэг жигд байгааг хэмждэг ба бүлгэмдэл дэх зүйл бүр ижил тооны бодгалиар төлөөлөгдөж байдаг гэсэн санаанд суурилдаг. Ийм үед тэгш байдлын индексийн утга хамгийн өндөр буюу 1 байна (Krebs, 1998). Shannon Wiener-ийн тэгш байдлын индексийг дараах байдлаар илэрхийлдэг (Болдгив нар, 2007).</p>	$E_H = -\sum p_i * \ln p_i / \ln S$ <p>p_i -Дээжинд байх аливаа зүйл нь i зүйлд хамаарах магадлал</p> <p>s-зүйлийн тоо</p>

Үзүүлэлтүүд	Томьёо:
Доминант зүйлийг тодорхойлох: (Magurran E. Anne, 2004)	$I = \frac{\sum x_i(x_i - 1)}{N_i(N_i - 1)}$ <p>x_i - бүлгэмдэл дэх i зүйлийн бодгалийн тоо N_i - бүлгэмдэл дэх нийт зүйлийн бодгалийн тоо</p>

2.1.3 Цахиурт замагт суурилсан экологийн төлөв байдлын үнэлгээний шалгуур үзүүлэлтүүд

Цахиур замгийн бүлгэмдлээр экологийн статусыг үнэлэх судалгааны ажлууд 1970-аад оноос эхлэлтэй ба Lowe, 1974; Arzet et al. 1986; Dixit et al. 1990; Eloranta, 1990; Smith, 1990; Battarbee et al. 1997; Van Dam, 1997; Coring, 1999 зэргийг дурдаж болно. Дээрх бүтээлүүдэд ихэнхдээ усны химийн параметрийн хэмжилтүүдийг үнэлсэн. 1990- ээд оноос экологийн статусын нэг тусгал нь усны чанар бөгөөд усны чанарыг усны бохирдлоор үнэлэх нилээд ажлууд хийгдсэн. Усанд агуулагдах шим тэжээлийн бодисын агууламж нь бохирдлын шалгуур үзүүлэлт болдог. Өөрөөр хэлбэл биологийн индикатор зүйл хэмээн үзэж судалсаар ирсэн бөгөөд цахиур замгийн төрөл зүйлийн олон янз байдлын индекс, усны давжилт, трофикийн зэрэг, бохирдлын зэрэг, бүлгэмдлийн бүтэц, төсөө зүйн индекс, ургалтын хэлбэрүүд зэрэг үзүүлэлтүүдээр үнэлэх ажлуудыг тухайн бүс нутгийн онцлогт тохируулан сонгож үнэлж иржээ. Mancini (2006) бүтээлд дээрх сонгосон үзүүлэлтүүдийг нэгтгэн экологийн статусыг таван түвшингээр үнэлэх асуудлыг дэвшүүлсэн. Beatriz Antón-Garrido (2013)- бүтээлд экологийн статусыг 3 түвшингээр (moderate-дунд, good-сайн, high-маш сайн) үнэлсэн байна. Дээрх судалгаануудаас гадна Италид Cantonati нар (2012); Della Bella нар (2012); Бразилд Vere ба Tundisi нар (2011); Солонгост Hwang нар (2011); Cho нар (2014); АНУ-д Lane ба Brown нар (2007); Польшд Szczepocka нар (2015)-ын бүтээлүүд нь ихэвчлэн индикатор болон доминант зүйлүүдийг сонгон экологийн статусыг үнэлжээ (хүснэгт 3).

Хүснэгт 3: Цахиурт замагт суурилсан усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээний боломжит шалгуур үзүүлэлтүүд

Шалгуур үзүүлэлтүүд	Эх сурвалж
Зонхилогч зүйлүүдийн эзлэх хувь (%)	Hill et al.2000; Yi-Kuang et al. 2005
Хөдөлгөөнт замгийн харьцангуй арви	Hill et al.2000
Nitzschia төрөлд хамаарах зүйлүүдийн харьцангуй арви	Bahls, 1993
Ургалтын хэлбэрүүдээр ангилсан ангилалд хамаарах зүйлүүдийн харьцангуй арви	Yi-Kuang et al.2005
Fragilariophyceae: харьцангуй арви	KYDEP, 2002
Цахиурт замгийн трофик индекс	Kelly, Whitton, 1995
Ulnaria ulna зүйлийн харьцангуй арви	Bahls, 1993
Трофик индекс	Herman van Dam 1994

Экологийн төлөв байдлын үнэлгээг Kelly нарын (2008) бүтээлд “high-маш сайн”, “good-сайн”, “moderate-дунд”, “poor-муу” and “bad-маш муу” гэж 5 ангилсан ба Beatriz Antón-Garrido (2013) нарын бүтээлд экологийн статусыг 3 түвшингээр (moderate-дунд, good-

сайн, high-маш сайн) үнэлсэн бөгөөд дээрх арга, аргачлалын цахиур замгийн үзүүлэлтүүдийг сонгон үнэлгээг нэгтгэн тооцсон. Сонгогдсон индикаторуудын харьцангуй арвид үндэслэн судалгааны цэг тус бүрт one-way ANOVA хийж reference site-тай харьцуулан (Barbour et al.1999) and (Yi-Kuang et al. 2005) үнэлж судалгааны цэг тус бүр дэх дүнг нэгтгэн “**high/good-маш сайн/сайн**”, “**moderate/дунд**”, “**poor/bad-муу/маш муу**” гэж үнэлсэн.

2.1.4 Цахиурт замгийн судалгааны үр дүнд тулгуурласан усан орчны төлөв байдлын үнэлгээ

Судалгааны ажлын зорилго: Цахиур замгийн бүлгэмдлийн үзүүлэлтүүдийг ашиглан гол, горхины экологийн статусыг үнэлэх зорилгоор дараах зорилтуудыг дэвшүүлэв. Үүнд:

- Цахиур замгийн ангилалзүйн судалгааг гүйцэтгэж нэгж тус бүрээр зүйлийн баялагийг тодорхойлох;
- Цахиур замгийн олон янз байдлын индексийг судалгааны цэг тус бүрт тооцох;
- Судалгааны цэгүүдийн цахиур замгийн бүлгэмдлийн ижил төстэй байдлыг илрүүлэх;
- Ноёлогч болон илтгүүр зүйл, тэдгээрийн харьцангуй арвийг бодох, сонгох;
- Үзүүлэлтүүдийг нэгтгэн экологийн статусыг 3 түвшингээр үнэлэх.

Судалгааны 20 цэгээс хээрийн судалгааны арга зүйн дагуу замгийн 147 дээж материал цуглуулсан (хүснэгт 4).

Хүснэгт 4: Судалгааны цэгүүдийн байршил

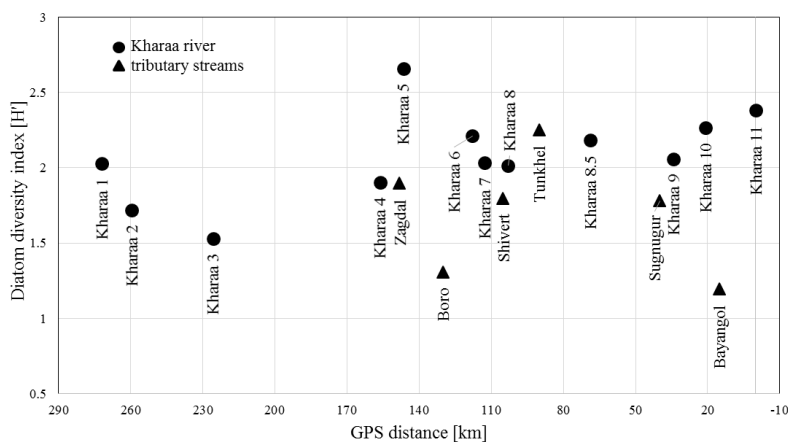
Судалгааны цэгүүд	Өргөрөг, °N	Уртраг, °E	Өндөршил, м /д.т.д/	Цэгүүдийн тайлбар
Хараа 1	49.59267	105.86073	665.9	Хараа гол Орхон голд цутгахын өмнө цэг
Хараа 2	49.52111	105.89469	673	Дархан хотын ус цэвэрлэх байгууламжаас хаягдсан ус буюу Хар ус булаг
Хараа 3	49.31932	105.90127	708	Хонгор сумын орчимд
Хараа 4	48.91589	106.06043	786.6	Баруунхараа буюу Баянгол сумын төвөөс доош
Хараа 5	48.87986	106.1299	803.9	Баруунхараа буюу Баянгол сумын орчимд бөгөөд голын хойд эргээр хүнсний ногооны талбайтай, голын урд эргээр мал бэлчээрлэлт ихтэй
Хараа 6	48.82686	106.37836	840	Мандал сумын ойролцоо бөгөөд хотжилт болон зам, тээврийн нөлөө ихтэй
Хараа 7	48.8346	106.50909	865.4	Мандал сумын ойролцоо бөгөөд хотжилт болон зам, тээврийн нөлөө, мал бэлчээрлэлт ихтэй
Хараа 8	48.80335	106.69236	915.1	Үнэгт өртөөний ойролцоо бөгөөд мал бэлчээрлэлт харьцангуй багатай
Хараа 8.5	48.54406	106.82719	1050	Хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөл маш багатай
Хараа 9	48.39316	106.75812	1094	Батсүмбэр сумын ойролцоо бөгөөд мал бэлчээрлэлт ихтэй
Хараа 10	48.31394	106.75099	1127	Батсүмбэр сумын ойролцоо бөгөөд мал бэлчээрлэлт ихтэй, хот хоорондын замын ойролцоо
Хараа 11	48.18985	106.72505	1179	Мал бэлчээрлэлт их байсан

Судалгааны цэгүүд	Өргөрөг, °N	Уртраг, °E	Өндөршил, м /д.т.д/	Цэгүүдийн тайлбар
Загдал	48.89111	106.08071	801.3	Өрхийн тариалангийн талбайгаар хүрээлэгдсэн
Бороо	48.84052	106.27373	829.6	Бороогийн алтны уурхайн дэргэд
Шивэрт	48.86604	106.69608	938.2	Мал бэлчээрлэлтийн эрчим маш их
Түнхэл	48.63501	106.78388	1005	Түнхэл тосгоны дэргэд
Сөгнөгөр	48.39673	106.8839	1159	Ойн захад, Сөгнөгөр амралтын эсрэг талд бөгөөд хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөл бага
Баянгол	48.36736	106.80424	1121	Судалгааны цэгийн эргэн тойрон өрхийн тариалан сайн хөгжсөн
Хон	49.04580	107.18315	929	Хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөлгүй
Ерөө	49.08461	107.28203	919	Хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөлгүй

А) Ангилалзүйн нарийвчилсан судалгааны үр дүн:

- Ангилал зүйн судалгааны үр дүнг Bukhchuluun Ts. 2016. Diatoms in Yeroo and Kharaa river basin, Mongolia. ШУА, Ерөнхий болон сорилын биологийн хүрээлэнгийн бүтээл №32: 140-145. Хэвлүүлсэн.
- Нийт 345 зүйлийн цахиур замгийг бүртгэж үүний 64 зүйл нь Монгол орны замгийн флорт нэмж бүртгэгдсэн.

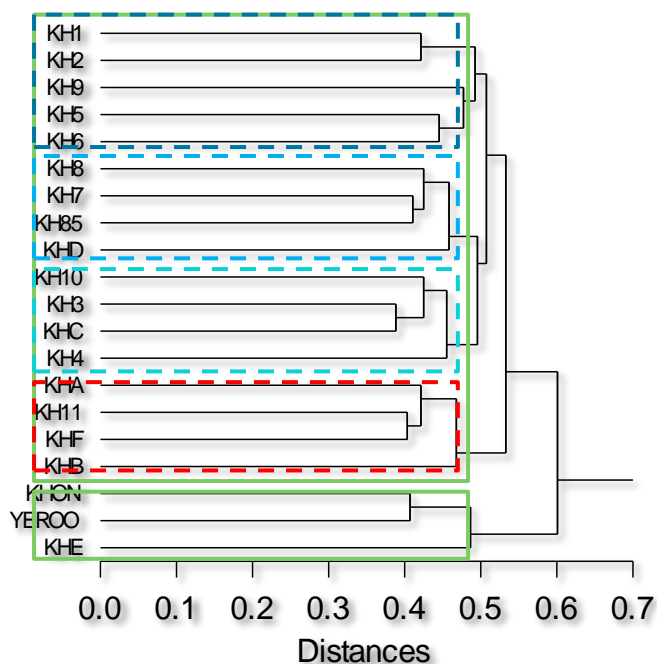
Б) Цахиурт замгийн зүйлийн олон янз байдал: Цахиурт замгийн олон янз байдлын индексийг судалгааны цэг тус бүрээр Shannon-wiener аргаар тодорхойлоход Хараа голын дагууд олон янз байдал буурах хандлагатай хэдий ч цутгал голуудтай нийлсний дараах цэгүүдэд нэмэгдэж байна (зураг 3). Хараа голын эхэн цэг Хараа 11-т “2.3” байсан бол Хараа голын Орхон голд цутгах хэсэгт Хараа 1 цэгт “2” байна.



Зураг 3: Хараа гол, түүний цутгалуудын цахиурт замгийн зүйлийн олон янз байдал

В) Бүлгэмдлийн бүтэц: Судалгааны цэгүүдэд бүртгэгдсэн цахиурт замгийн зүйлийн бүрэлдэхүүнд үндэслэн бүлгэмдлийн төсөө зүйг тооцоход 2 ялгаатай бүлгэмдэл үүсгэж байна. Хон, Ерөө, Сөгнөгөр голууд нь төсөөтэй буюу нэг бүлгэмдэл үүсгэж байхад Хараа гол болон түүнд цутгадаг голууд нэг бүлгэмдэл үүсгэсэн хэдий ч энэ нь 4 дэд бүлгэмдэлийг үүсгэж байна. Суурин газарт хамгийн ойр Хараа 1, Хараа 2 болон Мандал, Баянгол, Батсүмбэр сум орчим нь цахиурт замгийн зүйлийн бүрэлдэхүүнээр төсөөтэй, Түнхэл гол, Хараа голын 7, 8, 8.5 цэгүүд нь бүлгэмдлээрээ төсөөтэй бөгөөд эдгээр цэгүүд нь мал бэлчээрлэлтийн эрчим бага, суурингаас зайтай байрладаг. Хараа 3, Хараа 4, Хараа 10 болон Шивэрт голууд нь нэг дэд бүлгийг, өрхийн тариалан болон

уурхайн нөлөө бүхий Загдал, Баянгол, Бороо болон Хараа голын 11 цэгүүд нь цахиур замгийн бүлгэмдлээрээ төсөөтэй байна (зураг 4).



Зураг 4: Бүлгэмдлийн төсөөзүйн шинжилгээ

Г) Доминант зүйлүүд: Харьцангуй арви нь 2%-аас их нийт 44 зүйл бүлгэмдэлд бүртгэгдсэнээс 23 зүйл нь хоёр ба түүнээс олон дээжинд тохиолдсон байна. Эдгээр доминантаас хамгийн олон тохиолдоцтой *Achnanthydium minutissimum* (Kütz.) Czarn. (20), *Cocconeis placentula* Ehrenb. (19), *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Smith (12), *Navicula capitatoradiata* H.Germ (11), *Nitzschia agnita* Hust (11) тус тус байна (хүснэгт 5).

Д) Элбэг тохиолдоцтой зүйлүүд: Судалгааны 20 цэгийн нийт 145 дээжинд хамгийн их тохиолдсон зүйлүүдийг жагсаахад 80.6%-д *Reimeria sinuate* (W.Greg.) Kociolek & Stoermer, 65.5% *Navicula capitatoradiata* H.Germ, 61.3%-д *Cocconeis placentula* Ehrenb., 18 цэгийн 72 дээжинд буюу 49.6%-д *Achnanthydium minutissimum* (Kütz.) Czarn., 44.1%-д *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Smith, 63 дээжинд буюу 43.4%-д *Diatoma vulgare* Bory, 43.4%-д *Rhoicospenia curvata* (Kütz.) Grun, 42.7%-д *Gomphoneis olivaceum* (Lyngb.) Kütz, нийт дээжний 40%-д *Nitzschia dissipata* (Kütz.) Grun., 40%-д *Ulnaria ulna* Nitzsch, 54 дээжинд *Surirella angusta* Kütz., 17 цэгийн 53 дээжинд *Amphora lybica* Ehrenb., 57 дээжинд *Fragilaria vauchereae* (Kütz.) Petersen тус тус бүртгэгдсэн байна.

Зураг 5-д экологийн үнэлгээг цахиур замгаар илэрхийлж үзүүлэв. Үүнд: Хяналтын цэг буюу хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөлгүй Хон, Ерөө голууд нь “good-сайн” үнэлгээтэй буюу экологийн нөхцөл сайн байхад Хараа голын дагууд ихэвчлэн “moderate-дунд” болон “bad-муу” үнэлгээ давамгайлж байна. Хараа голын эхэн хэсэгт цахиурт замгийн индикатор зүйлүүд “good-сайн” 14%, “moderate-дунд” 57%, “bad-муу” 28% -тай гархсан байхад Хараа 1 буюу Хараа голын Орхон голд цутгахаас өмнөх цэгт “moderate-дунд” болон bad-муу” ангилалд хамаарах цахиурт замгийн арвт 42.8-57.1 хүртэл хувиар харьцангуй арви өссөн байна. Хараа голын дунд хэсэг Баянгол сумын орчимд “moderate-дунд” 28.5%, “bad-муу” 71.4%, Хараа 4 цэгт “moderate-дунд” 14.2%, “bad-муу” 85.7% үзүүлэлттэй байсан бол Хараа 3 цэг буюу Хонгор сумын орчим, агаарын зайд хэмжсэнээр 46 км урссаны дараа “moderate-дунд” 57.1%, “bad-муу” 42.8% болтолоо буурсан байна. Хараа 8.5 “moderate-дунд” 100% байна. Сөгнөгөр гол нь

цахиур замгаар үнэлэхэд голын эрэг, усны чанар зэрэг нь 71.4% “good-сайн”, 28.6% “moderate-дунд” байна.

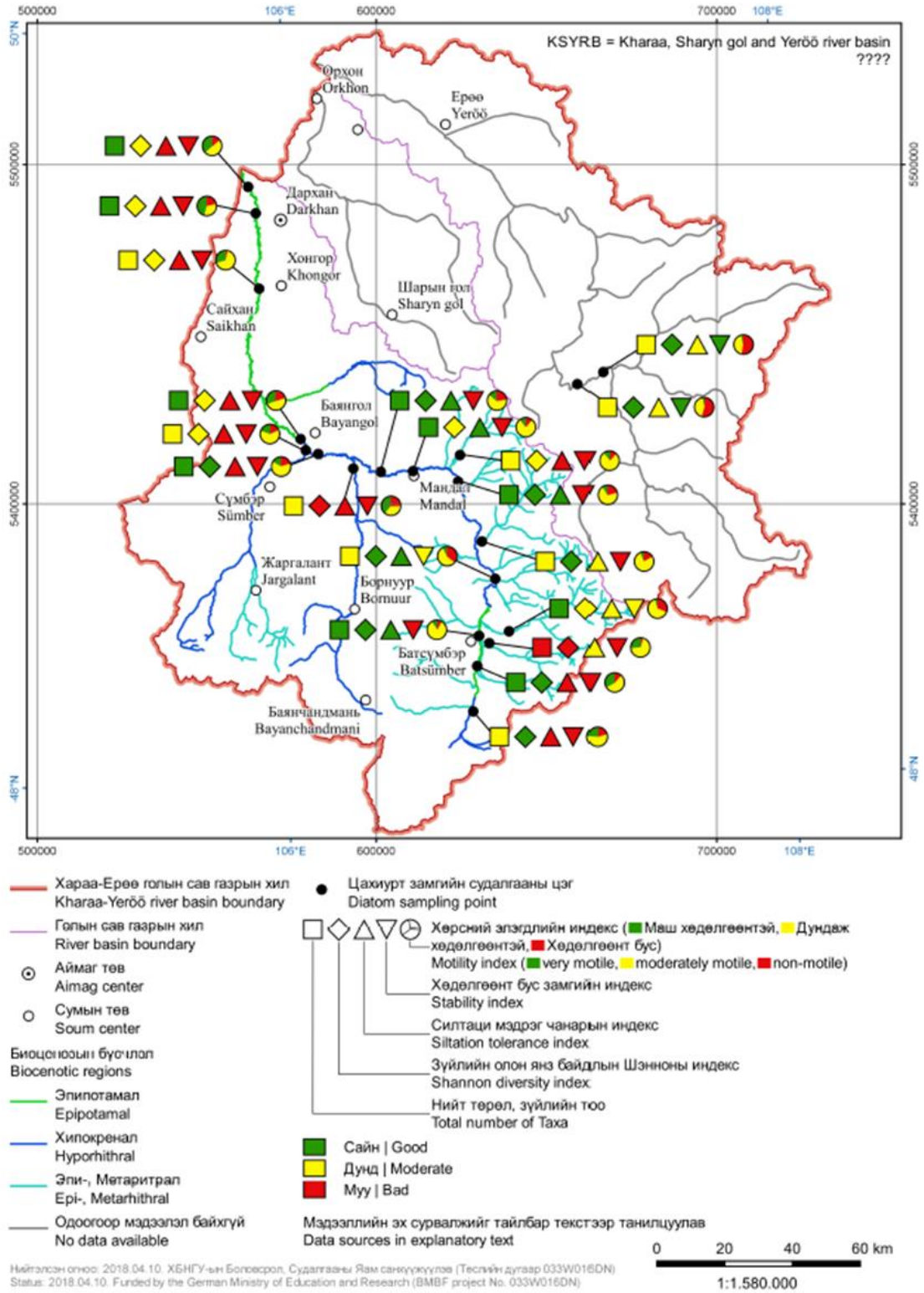
Товч дүгнэлт

- 59 төрөлд хамаарах 336 зүйл бүртгэгдсэний 64 зүйл нь Монгол орны замгийн флорт шинэ тархалт болон бүртгэгджээ. Энэ нь манай замгийн флор залуу, цаашид дэлгэрэнгүй судлах шаардлагатайг илтгэж байна.
- Аливаа судалгааны зорилгоос үл хамааран тухайн усан сангаас замгийн дээж материалыг цуглуулахдаа хүний үйл ажиллагааны болон бусад нөлөөлөгч хүчин зүйлийг харгалзах нь тухайн усан сангийн төрөл зүйлийн олон янз байдал болон бүлгэмдлийн шинж чанарыг бүрэн илэрхийлэх талтай. Учир нь Хараа голд бусад гол, горхиноос илүү олон зүйл бүртгэгдсэн нь Хараа гол нь 291 км урт ба биотик, абиотик хүчин зүйлийн нөлөө их зэргээс үүдэн судалгааны олон цэг сонгон замгийн дээж материал цуглуулсантай холбон тайлбарлах байна.
- Цахиур замгийг усны чанарын болоод орчны үнэлгээнд ашигласан ихэнх бүтээлүүдэд 2%-аас дээш арвитай 2 болон түүнээс олон бүлгэмдэлд тохиолдсон зүйлийг сонгож байсан хэдий ч энэ нь нэг талаараа учир дутагдалтай байна. Учир нь зөвхөн тухайн нэг бүлгэмдэлд их арвитай тохиолдож буй зарим илтгэгч зүйлүүд орхигдон бүлгэмдлийн онцлог шинжийг үнэлэх боломжгүй болох талтай байна. Нийт сонгогдсон доминант 65 зүйлээс 2%-аас бага арвитай 21 зүйл байна.
- Хараа голын дундаас адаг цэгүүдэд хийгдсэн экологийн төлөв байдлын үнэлгээнээс ажиглагдсан нэг дүгнэлт бол “bad буюу муу” ангилалд хамаарах цахиурт замгийн харьцангуй арви Хараа голын уртын дагууд буурсан үр дүн гарсан ба үүнийг урсгал ус 100 км-т байгалийн нөхцөлдөө өөрөө өөрийгөө цэвэршүүлдэг гэдэгтэй холбож үзэж болох юм.
- Хараа голын дагууд цахиур замгийн зүйлийн олон янз байдал болон экологийн статус буурч байна. Хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөлгүй хэсэгт нь экологийн статус бусад цэгүүдээс илүү утгатай байна.

*Хүснэгт 5: Хараа, Ерөө гол, түүний цутгалд зонхилж тархсан
цахиурт замгийн зүйлүүд*

Зүйлийн нэрүүд	Тохиолд оцлын тоо	Бүртгэгдсэн цэгүүд
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	20	Kh7, Kh8, Kh11, Kh12, KhC, KhD, KhE
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	19	Kh1, Kh2, Kh3, Kh5, Kh6, Kh7, Kh8, Kh8.5, Kh9, KhA, KhB, KhD
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.)	12	Kh1, Kh6, Kh7, Kh8, Kh10, KhA, KhB, KhC
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germ	11	Kh4, Kh5, Kh6, Kh7, Kh8, Kh8.5, Kh9, Kh1 0
<i>Nitzschia agnita</i> Hust	11	Kh1, Kh2, Kh3, Kh4, Kh5, Kh6
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	8	Kh4, Kh5, Kh6, Kh8, Kh8.5, KhA, KhC
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann	7	Kh6, Kh7, Kh12, KhC, KhD
<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>salinum</i> Grun.	6	Kh4, Kh6, Kh8, Kh9, Kh10
<i>Hannae arcus</i> (Ehrenb.) R.M.Patrick	6	Kh12, KhE, Khon, Yeroo
<i>Reimeria sinuate</i> (W.Greg.) Kociolek & Stoermer	6	Kh1, Kh3, Kh9, Kh10, Kh11
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenb.) Van Heurck	5	Kh7, KhB, KhC, KhD, KhF
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G. Mann	5	Kh5, Kh6, Kh7, KhC
<i>Nitzschia heufleriana</i> Grun.	4	Kh1, Kh2
<i>Cocconeis placentula euglypta</i> (Ehrenb.) Van Heurck	3	Kh1, Kh6, Kh9
<i>Fragilaria vauchereae</i> (Kütz.) Petersen	3	KhB, KhD, KhE
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	2	Kh3, Kh4
<i>Hannae arcus recta</i> Cleve	2	Kh8.5, Kh12
<i>Navicula cari</i> Ehrenb.	2	KhA
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	2	Kh11, KhA
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grun.	2	Kh2
<i>Nitzschia pura</i> Hust.	2	Kh10, KhB
<i>Rhoicospenia curvata</i> (Kütz.) Grun.	2	Kh1, Kh8.5
<i>Ulnaria ulna</i> Nitzsch.	2	KhE

Цахиурт замгийн бүлгэмдэл Diatom communities



Зураг 5: Хараа голын усан орчны экологийн төлөв байдлын цахиурт замгийн үнэлгээ

2.2 Зоопланктон буюу хөвөгч амьтдаар усан орчны экологийн төлөв байдлыг үнэлэх нь

2.2.1 Зоопланктоны тухай товч ойлголт

Зоопланктон гэдэг нь Грекээр *zoo*-амьтан, *plankton*-хөвөгч, хэрэгч гэсэн утгатай үг юм. Зоопланктон буюу хөвөгч амьтдын биеийн урт нь 0.1-5 мм хооронд хэлбэлздэг. Биеийн хэлбэр хэмжээний хувьд харилцан адилгүй бөгөөд бөөрөнхий, усны дусал мэт зуувин гэх мэт тэгш хэмтэй болон тэгш хэмгүй байх ба энэ нь тэдгээрийн төрөл зүйлээс хамаарч олон янзын хэлбэр дүртэй байдаг (фото 2-3). Зоопланктон амьтанд *Rotifera* - хүрд хорхой (фото 2), *Cladocera* - салаа сахалт хавч (фото 3), *Copepoda* - сэлүүр хөлт хавч багтдаг. Эдгээр амьтад манай дэлхийн бүх далай тэнгис, гол мөрөн, давстай болон цэнгэг уст нуур, цөөрөм, үерийн дараах түр зуурын тогтоол ус, намагт байхаас гадна чийглэг хөрсөнд ч хүртэл тохиолддог ба усны дээд өнгөн давхраанаас гүн хүртэл тархан амьдардаг. Бие нь маш жижиг учир усны урсгалын эсрэг сэлэх чадваргүй. Харин түүний хөдөлгөөний дагуу шилжиж байдаг хөвөгч амьдралтай организмууд байна. Идэш тэжээлийн хувьд зоопланктонууд нь биеийн хэмжээнээс хамааран бичил биетэн, бактери, сормуустнаас гадна усны доод ургамалд хамаарах хөвөгч ургамал, замгаар голчлон хооллодог. Харин тэд планктон идэштэй усны ёроолын шавж (макросээрнуруугүйтэн) болон загасны тэжээл болдог байна.

Зоопланктон буюу хөвөгч амьтдыг томоохон нуур, усан сангуудын пестицидийн бохирдол, замагжих процесс, эутрофикация, хүчиллэгжилт зэрэг усан орчны экосистем дэх өөрчлөлт, бохирдлыг үнэлэх, хяналт шинжилгээ явуулахад индикатор болгон ашигладаг. Учир нь хөвөгч амьтны өсөлт, хөгжил болон тэдгээрийн тархалт нь усан орчны амьгүй хүчин зүйл (температур, давсжилт, химийн элементүүд) болон амьд хүчин зүйлээс (хоол тэжээлийн хязгаарлагдмал байдал, махчлал, өрсөлдөөн) хамаарч байдаг учир биоиндикатор болгох өргөн боломжтой байдаг.



Фото 2: Хараа голд тархсан хүрд хорхойн зүйлүүд

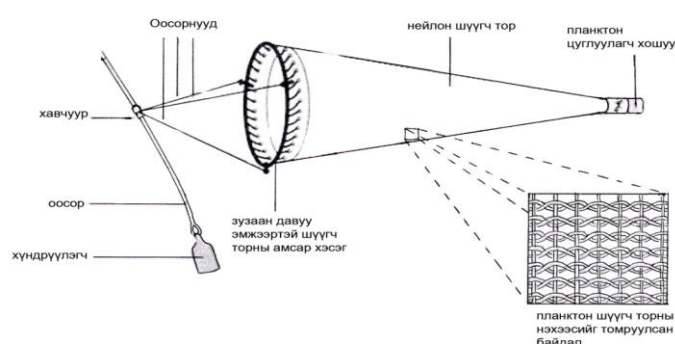


Фото 3: Хараа голд тархсан салаа сахалт хавчны зүйлүүд

2.2.2 Зоопланктоны дээжийг цуглуулах, үр дүнд боловсруулалт хийх арга зүй

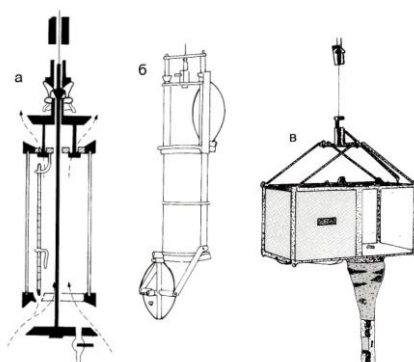
i. Зоопланктоны дээжийг цуглуулах арга зүй

Хөвөгч амьтны дээжийг шүүж цуглуулах зориулалттай олон янзын багаж байдаг. Хамгийн түгээмэл хэрэглэгддэг багаж нь планктоны тор юм. Судалгааны зорилгоос хамаараад зоопланктоны дээж цуглуулах багажны тохирсон хэлбэр, зориулалт, торны нүдний хэмжээ, цуглуулах хугацаа, цэгийн байршил зэргийг сонгоно. Планктоны торнууд (зураг 6) олон янзын хэлбэр хэмжээтэй байдаг. Торны төгсгөлд уснаас шүүгдсэн зоопланктоныг цуглуулагч торноос салгаж холбоход хялбар угсрагддаг хэсэг байх ба тэр нь нээж хаах зориулалтын крант бүхий бат бөх хошуутай байдаг.



Зураг 6: Планктон шүүгч тор. Зураг © Downing, J. A., Frank H. R (1984)

Торны нүдний хэмжээ жижигрэх тусам жижиг хөвөгч амьтад тэдгээрийн өндөг, авгалдайг сайн шүүх боломжтой бол томрох тусам том зоопланктон болон загасны өндөг, авгалдай шүүж болно. Амсрын диаметр 25 см, гол төлөв 40-64 μm нүдний хэмжээтэй тороор зоопланктоны дээж цуглуулдаг. Планктон шүүгч тороор нуур цөөрмийн зөвхөн гадаргуу болоод эргийн бүсээс дээж авах боломжтой бол янз бүрийн гүнтэй хэсгээс дээж авахад тусгай багажууд (зураг 7) хэрэглэгддэг.



Зураг 7: Нуурын гүнээс зоопланктоны дээж авагч багажууд, а- Рутнерийн батометр, б- Фредингерийн батометр, в- Юдайн хаалттай шүүгч. Зураг © Downing, J. A., Frank H. R (1984)

Батометрээр дээж авахад ихэнхдээ хөдөлгөөн багатай жижиг хөвөгч амьтад цуглуулагддаг. Хаалттай шүүгч тороор тухайн гүний хэсэгт байгаа амьтдыг цуглуулж болдог. Цуглуулсан дээжийг бэхжүүлэхгүй удаан хадгалвал бусад бичил биетнүүдийн нөлөөгөөр амьтны эс, эрхтэнцэрүүд задарч гэмтэн ажиглах боломжгүй болдог. Иймээс дээжийг 4-5% формалины уусмал эсвэл 70% этанолд бэхжүүлдэг. Пропилен глицерал 2-

5% нэмж өгвөл мөөгөнцөр, бактерийн нөлөөг тэсвэрлэх чадвар нь сайжирна. 6 сар хадгалсны дараа дээжний уусмалын дээд хэсгийг авч шинэ уусмал нэмэх замаар хадгалах уусмалыг шинэчилж болдог. Дээжийг хадгалах өрөөний дулаан 25⁰С хэмээс илүүгүй байна.

ii. Зоопланктоны дээжинд боловсруулалт хийх

Зоопланктоны дээжийг лабораторийн нөхцөлд боловсруулахад 10–100 дахин өсгөх чадалтай микроскоп, тавиур шил, бүрхүүл шил, хямсаа, залуур зүү, соруул ашиглана. Амьтны биеийн доторх эрхтэнцэрийг тод харахад ягаан лигнин, хлоразол, сарнайн бенгал нэмж өгдөг. Хөвөгч амьтны тоо хэмжээг гаргахдаа дээжээ эргүүлэх маягаар планктоныг усанд нь жигд тараагаад буцаад ёроолд тунахаас нь өмнө түргэн хугацаанд 1-5 мл хуваарьтай соруулаар авч тавиур шил, тусгай тоолох тасалгаатай тавиурт эсвэл Богоровын камерт дусааж микроскопын бага өсгөлтөөс эхлэн томруулан харж төрөл зүйлийг тодорхойлон 1-5 мл-д агуулагдах хөвөгч амьтны тоог тогтооно. Ингээд нэгж эзэлхүүн дэх зүйлийн тоог тус бүрээр тогтоосны дараа 1 тонн усанд агуулагдах хөвөгч амьтны тоог гаргана. Зоопланктоны бүтээмжийг үнэлэхэд тухайн амьтдын биеийн жингээр мөн тооцох арга байдаг. Биомассыг тооцож гаргахад зоопланктоны дээжинд байгаа цэвэр жин эсвэл дээжний жинг тодорхойлох шаардлагатай.

iii. Үр дүнд боловсруулалт хийх

Зүйлийн нягтшил: Дараах аргаар зүйлийн нягтшилыг тооцож болно. 1 м³ усанд агуулагдах нийт зүйлийн тоог олно. Үүний тулд:

1. Планктоны тороор шүүсэн усны эзэлхүүнийг мэдэх
2. 1 миллитр усан дах зүйл бүрийн дундаж тоог мэдэх
3. Дээжний саван дах миллитр ба нийт бодгалийн тоог мэдэх

Олох гэж буй зоопланктоны төрөл, зүйлийн нягтшил:

$$\text{ангилал зүйн нэршил/м}^3 = \frac{(n)(V_s)}{V_m} \quad (1)$$

n – 1мл дээжинд дэх организмын дундаж тоо

V_s – планктоны дээжний эзэлхүүн

V_m – планктоны тороор шүүгдсэн усны эзэлхүүн

Зүйлийн олон янз байдал: Тухайн усан сангийн бүлгэмдлийн бүтцэд байх зүйлийн олон янз байдлыг дараах хэд хэдэн төрлийн индексүүдээр (хүснэгт 6) тооцож болно.

Хүснэгт 6: Зүйлийн олон янз байдлыг тооцоолдог индексүүд

Индекс:	Томьёо:
Шэннон Уинерийн индекс (Shanon and Wiener: Shanon index H')	$H = \sum_{i=1}^s n_i/n * \ln n_i/n \quad (2)$
Маргалефын индекс D (Margalef index D)	$D = \frac{s-1}{\log N} \quad (3)$

Индекс:	Томьёо:
Симпсоны индекс D (Simpson Index D)	$D = \sum_{i=1}^S ni(ni - 1)$ (4)
Жигд байдлын индекс E [2] Eveness E	$E = \frac{H'}{H'_{max}}$ (5)

Тайлбар: S –зүйлийн тоо, N –бүх зүйлийн бодгалийн тоо, n –тухайн дээжин дэх бүх бодгалийн тоо, n_i –дээжинд байгаа i -зүйлийн бодгалийн тоо. H' -Шэннон Уинерийн зүйлийн олон янз байдал.

Тухайн төрөл, зүйлийн дээжинд эзлэх хувь буюу харьцангуй арвийг дараах томьёогоор олдог [7].

$$N\% = \frac{n_i}{N} \times 100 \quad (6)$$

n_i – i-зүйлийн тоо

N – ерөнхий тоо

> 70% бол давамгай зүйл

70% - 40% -элбэг тархсан

40% - 10% -элбэг бус

<10% - ховор байна.

Тухайн төрөл, зүйлийн дээжин дэх биомассын эзлэх хувийг :

$$B\% = \frac{b_i}{B} \times 100 \quad (7)$$

b_i - i-зүйлийн биомасс

B – ерөнхий биомасс

2.2.3 Зоопланктонд суурилсан экологийн төлөв байдлын үнэлгээний шалгуур үзүүлэлтүүд

Хараа, Ерөө голуудын сав газарт хийгдсэн зоопланктон буюу хөвөгч амьтны экологийн урт хугацааны мониторинг судалгааны үр дүнд тулгуурлан усан орчны үнэлгээний үндсэн 3 шалгуур үзүүлэлтийг (хүснэгт 7) бүс нутгийн хэмжээнд тогтоосон бөгөөд үнэлгээний ангилал бүрт хамаарах шалгуурын хязгаарыг голын эхэн, дунд, адагт ялгаатайгаар тогтоож өгсөн.

Хүснэгт 7: Зоопланктон амьтдын биологи, экологийн онцлогт тулгуурлан тогтоосон усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээний шалгуур үзүүлэлтүүд

Үзүүлэлтүүд	Экологийн төлөв байдал			
	Бохирдолгүй	Бага бохирдолтой	Дунд зэргийн бохирдолтой	Маш бохирдолтой
Голын урсгал багатай булан тохой хэсэг				
Сапроб индекс	1.0 < 1.5	1.5 < 2.5	2.5 < 3.5	3.5 – 4.0
Мяэметсагийн олиготроф болон эутроф чанарын коэффициент	< 0.2	0.2 – 1.0	1.0 – 4.0	4.0 <
Бохирдолд тэсвэртэй зүйлийн арви (%)	>10	10 - 40	40 - 70	70 <
Голын ургамал, замаг ихтэй ихтэй хэсэг				
Сапроб индекс	2.0 < 1.5	1.5 < 2.5	2.5 < 3.5	3.5 – 4.0
Мяэметсагийн олиготроф болон эутроф чанарын коэффициент	< 0.2	0.2 – 1.0	1.0 – 4.0	4.0 <
Бохирдолд тэсвэртэй зүйлийн арви (%)	>10	10 - 40	40 - 70	70 <
Голын үерийн усанд автдаг болон голын урсгалгүй тогтоол салаа хэсэг				
Сапроб индекс	3.0 < 1.5	1.5 < 2.5	2.5 < 3.5	3.5 – 4.0
Мяэметсагийн олиготроф болон эутроф чанарын коэффициент	< 0.2	0.2 – 1.0	1.0 – 4.0	4.0 <
Бохирдолд тэсвэртэй зүйлийн арви (%)	>10	10 - 40	40 - 70	70 <

Сапроб индекс буюу бохирдлыг үнэлэх: Аж үйлдвэржилт, хотжилт эрчимтэй хөгжиж эхэлснээр байгаль орчинд ялангуяа томоохон хот суурин газруудаар дамжин өнгөрөх голууд, түүнд амьдрах амьтан, ургамал нь хаягдал ус зайлүүлалт болон бусад эх үүсвэрээс ихээхэн бохирдох болсон. Анх сапроб индексийн тухай ойлголтыг Германы судлаач Kolkwitz болон Marsson нар хэрэглэж эхэлсэн бөгөөд Pantle, Buck болон Liebmann нар сапроб систем болгож улам хөгжүүлснээр одоо үед практикт усны чанарыг биологийн организмуудаар үнэлэхэд өргөн ашигладаг. Голын дагуу судалгааны цэгүүдээс дээж авч түүнд тохиолдох биологийн организмуудын өөрчлөлтийг ажиглаж бохирдлыг үнэлэхэд энэ аргын мөн чанар оршдог. Сапроб индексийн аргаар усны чанарыг үнэлэхдээ экологийн талаас нь хандаж, тухайн усан санд амьдрах бүлгэмдлүүдийг төрөл, зүйлээр нь ангилж, амьдрах орчинд нь ажиглалт хийж, холбон судалдаг.

Сапроб систем нь аажмаар өөрийгөө цэвэршүүлэх 4 бүсэд хуваагддаг байна. Үүнд:

О - Олигосапробик бүс (бохирдолгүй):
Хүчилтөрөгчөөр баялаг, бохирдолд мэдрэмтгий усны амьтад элбэг тохиолдоно. Хулдын овгийн загас зонхилдог байна.
β – мезосапробик бүс (бага зэргийн бохирдолтой):
Хүчилтөрөгч хангалттай, задралын процесс хангалттай явагддаг тул уургийн бүтээгдэхүүнүүд болох амин хүчил, тосны хүчил, аммоны усан дах хэмжээ маш бага байна. Ийм ус нь үнэргүй, ямар нэг өнгөгүй, тунгалаг, эргийн болон усны ургамалтай, макро сээрнууруугүйтэн буюу усны шавж, зоопланктон, мөргийн овгийн загас зонхилдог байна.
α – мезосапробик бүс (дунд зэргийн бохирдолтой):
Амин хүчил болон тэдгээрийн задрал бүтээгдэхүүнүүд, тосны хүчил ихээр агуулсан ус байна. Энэ төрлийн ус бараан саарал өнгөтэй, эвгүй үнэртэй, уургийн тунадастай, нүүрс устөрөгчийн фермент агуулсан байна. Энэ бүсэд муу усны мөөгөнцөр, ялангуяа <i>Sphaerotilus natans</i> бактер элбэг байдаг байна. Мөн задралын явцад голын ёроолоос хийн бөмбөлөгүүд үүсэх ба усны урсгалаар, усны босоо баганын дагуу саарал биетүүд хөвж байдаг ба голын хурдсыг бүхэлд нь бүрхдэг. Энэ мөөгөнцөрүүд нь нүүрс устөрөгч элбэг хаягдал ус зайлуулах шугам хоолойн бохир ус болон саахар, мод боловсруулах үйлдвэрүүдээс үүсдэг.
ρ - Полисапробик бүс (маш бохирдолтой):
Амьдрах орчин маш их доройтсон, усан сангийн ёроолын хурдсанд лаг, ялзрал ихтэй, хүчилтөрөгчгүй орчин давамгайлсан байна. Уургийн задарлын бүтээгдэхүүнүүд болох пептон, пептид их байна. Хүхэрт устөрөгч (H ₂ S), аммони (NH ₃), нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO ₂) мөн байна. Полисапробик ус нь ялзарсан үнэртэй, саарал өнгөтэй, их хэмжээний бактертай байдаг. Ихэнхдээ голын ёроолын хурдасны чулуу төмрийн сульфидаар (FeS) бүрхэгдсэн хар өнгөтэй өнгөр тогтдог. Ийм усанд олон төрлийн хөх ногоон замаг, шилбүүртэн амьтад, сормууст нэг эстэн амьтад болон хүхэрт устөрөгчтэй орчинд дассан бактериуд давамгайлдаг байна.

Дээрх 4 төрлийн бүсээс дээж цуглуулж боловсруулалт хийж байгаа амьд организмууд болон зоопланктоны зүйлүүдийг хооронд харьцуулах байдлаар усан орчны чанарыг үнэлнэ. Дээж авч байгаа цэгүүдэд зүйл болгоны давтамж болон индикатор зүйлийн сапроб утга нь тоогоор илэрхийлэгдэнэ.

Зүйл тохиолдох давтамжийн хэмжээ буюу арви нь (a):

Санамсаргүй тохиолдох	a=1
Давталттай тохиолдох	a=3
Их хэмжээгээр тохиолдох	a=5

i – зүйл, a_i – i зүйлийн тохиолдож байгаа бодгалийн тоо, s_i – сапробик орчинг тоогоор илэрхийлсэн байдал, S_i – зүйлийн сапроб утга. Жишээ нь: S_i = a_i * s_i

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (s_i * a_i)}{\sum_{i=1}^n (a_i)} \quad (8)$$

Сапроб индекс S – нь 1-ээс 4-ийн хооронд утгатай байна.

О - олигосапробик	s = 1.0 - < 1.5
β – мезосапробик	s = 1.5 - < 2.5
α – мезосапробик	s = 2.5 - < 3.5
ρ - полисапробик	s = 3.5 – 4.0

Сапроб индексээр тодорхойлохын тулд зүйлийг тодорхойлохоос гадна тухайн зүйлийн экологийн онцлогийг судлах хэрэгтэй юм. Судалгааны цэгүүдэд зарим зүйлүүд байхгүй байгаа нь шууд бохирдлыг илэрхийлэхгүй. Жишээ нь: Хүчтэй үер голын ёроолд их хэмжээний хагшаас, хурдас зөөвөрлөн авчирч ургамалд дарагдсанаар амьдрах орчин өөр болж улмаар тэнд байсан зүйлийн бүрдэл өөрчлөгдөж болно.

Мяэметсагийн олиготроф болон эутроф чанарын үнэлгээ: Мяэметсагийн томъёогоор олиготроф болон эутроф чанарыг дараах аргаар тооцно.

Мяэметсагийн томъёо :

$$E = \frac{KI(x+1)}{(A+V)I(y+1)} \quad (9)$$

E – Мяэметсагийн коэффициент

K – хүрд хорхойн зүйлийн тоо

A – сэлүүр хөлт хавчийн зүйлийн тоо

V – салаа сахалт хавчийн зүйлийн тоо

I – зүйлийн нийт тоо

x – мезо-эутроф усны зүйлийн тоо

y – олиго – мезотроф усны зүйлийн тоо

Хэрэв:

Бохирдолгүй	E < 0.2
Бага бохирдолтой	E = 0.2 – 1.0
Дунд зэргийн бохирдолтой	E = 1.0 – 4.0
Бохирдолтой	E > 4.0

Бохирдолд тэсвэртэй зүйлийн арви: Зүйлийн харьцангуй арвийг дараах томъёогоор олно:

$$N\% = (n_i/N) \times 100 \quad (10)$$

n_i – i-зүйлийн тоо

N – ерөнхий тоо

> 70% бол давамгайл зүйл

70% - 40% -элбэг тархсан

40% - 10% -элбэг бус

<10% - ховор байна.

Тухайн төрөл, зүйлийн дээжинд эзлэх хувийг:

$$B\% = (b_i/B) \times 100$$

b_i - i-зүйлийн биомасс

B – ерөнхий биомасс

2.2.4 Зоопланктоны судалгааны үр дүнд тулгуурласан усан орчны төлөв байдлын үнэлгээ

Хараа, Ерөө гол болон түүний цутгал голуудын зоопланктоны зүйлийн бүрэлдэхүүнд 10 овгийн 22 зүйлийн хүрд хорхой, 12 овгийн 20 зүйлийн салаа сахалт хавч, 3 овгийн 3 зүйлийн сэлүүр хөлт хавчны зүйл (хүснэгт 8) тэмдэглэсэн. Хараа, Ерөө голуудын хүний үйл ажиллагаанд ихээр өртсөн цэгүүдэд өргөн тархалттай, голчлон бохирдол ихтэй усанд амьдардаг зүйлүүд илүү тохиолдов.

Хүснэгт 8: Хараа, Ерөө голд тархсан зоопланктоны зүйлүүд, тэдгээрийн сапроб индекс

Зүйлийн нэр	Тархац	Сапроб индекс
Rotifers		
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850.	Palaearctic	O-β
<i>Brachionus calyciflorus anuraeiformis</i> Brehm, 1909.	Cosmopolitan	β
<i>Brachionus calyciflorus spinosus</i> Wierzejski, 1891.	Cosmopolitan	β
<i>Brachionus quadredentatus ancylognatus</i> Schmarf, 1859.	Cosmopolitan	β
<i>Brachionus quadridentatus cluniorbicularis</i> Skorikov, 1894.	Cosmopolitan	β
<i>Brachionus quadridentatus quadridentatus</i> Hermann, 1783.	Cosmopolitan	β
<i>Cephalodella forficata</i> Ehrenberg, 1832.	cosmopolitan	O-β
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832.	Cosmopolitan	O-β
<i>Filinia longiseta</i> Ehrenberg, 1834.	Cosmopolitan	β-O
<i>Notholca acuminata</i> Ehrenberg, 1832.	Palaearctic	β-O
<i>Kellicottia longispina</i> Kellicott, 1879.	Holarctic	O
<i>Keratella cochlearis</i> Gosse, 1851.	Cosmopolitan	β-O
<i>Keratella quadrata frenzeli</i> Eckstein, 1895.	Cosmopolitan	O-β
<i>Lecane luna</i> Muller, 1776.	Cosmopolitan	β
<i>Lecane lunaris</i> Ehrenberg, 1832.	Cosmopolitan	β
<i>Testudinella emarginula</i> Stenroos, 1898.	Cosmopolitan	O-β
<i>Trichocerca cylindrica</i> Imhof, 1891.	Cosmopolitan	O-β
Cladocera		
<i>Acroperus harpae</i> Baird, 1834.	Palaearctic	-
<i>Alona costata</i> Sars, 1862.	Cosmopolitan	-
<i>Alona intermedia</i> Sars, 1862.	Cosmopolitan	-
<i>Alona quadrangularis</i> (O. F. Muller, 1785)	Palaearctic	O-β
<i>Bosmina longirostris</i> Muller, 1776.	Cosmopolitan	O-β
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862.	Cosmopolitan	-
<i>Chydorus gibbus</i> Sars, 1891.	Cosmopolitan	O-β
<i>Chydorus sphaericus</i> Muller, 1785.	Cosmopolitan	O-β
<i>D. longispina</i> O. F. Muller, 1785	Holarctic	β
<i>D. pulex</i> Leydig, 1860	Holarctic	O-β
<i>Macrothrix laticornis</i> (Jurine, 1820)	Palaearctic	O-β
<i>Scapholeberis kingi</i> Sars, 1888.	Palaearctic	-
<i>Scapholeberis mucronata</i> Muller, 1776.	Cosmopolitan	-
<i>Simocephalus vetulus</i> Muller, 1776.	Cosmopolitan	-
<i>Pleuroxus annandalei</i> Daday, 1908	Palaearctic	
<i>Rhynchotalona falcate</i> Sars, 1862.	Holarctic	-
Copepoda		
<i>Acanthocyclops viridis</i> Jurine, 1820.	Palaearctic	-
<i>Cyclops abyssorum</i> Sars, 1863.	Palaearctic	-
<i>Macrocyclus albidus</i> Jurine, 1820.	Cosmopolitan	β

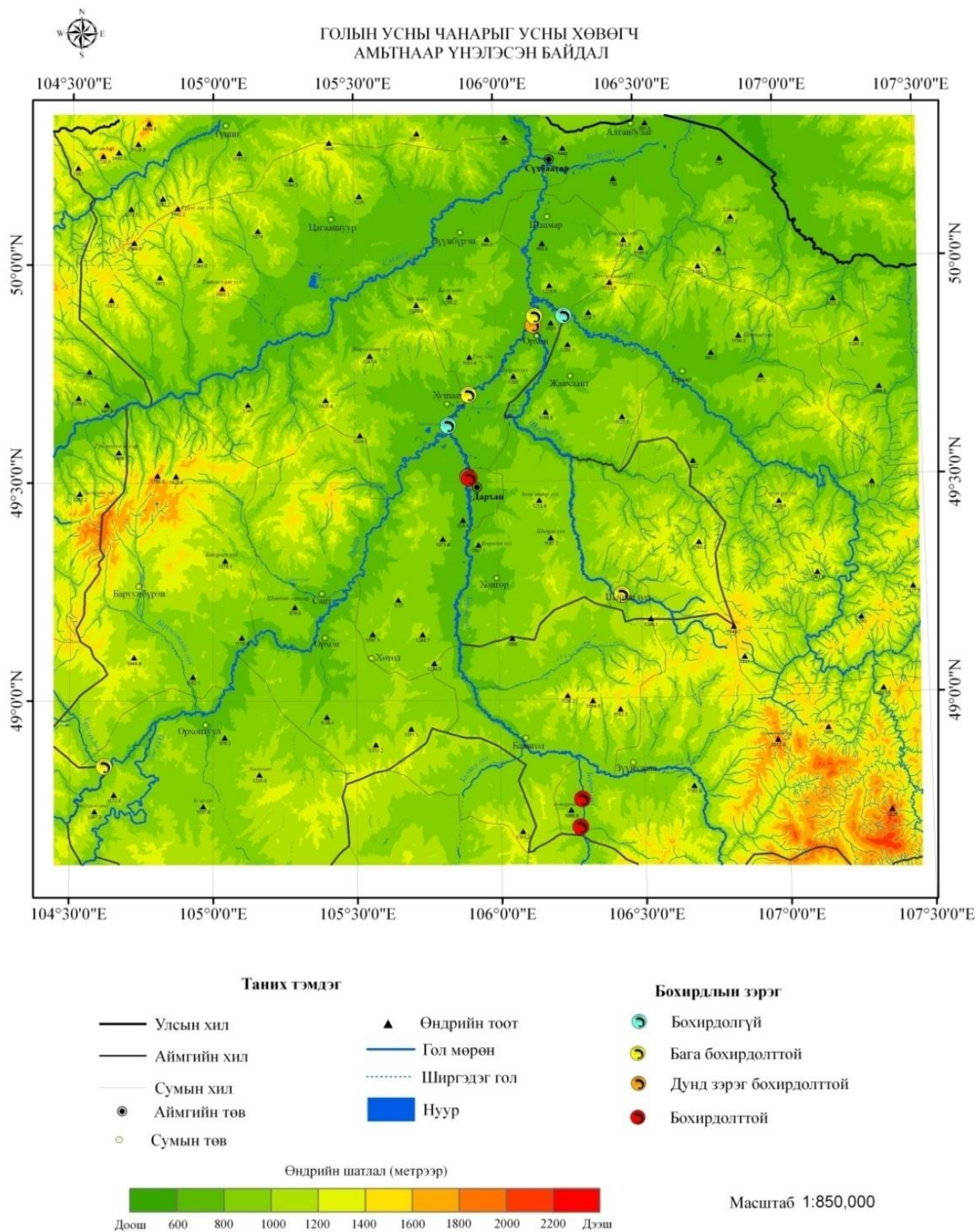
Тайлбар: O – oligo saprobic, O-β oligo-beta saprobic, β-O beta oligo saprobic, β- beta saprobic.

Хараа, Ерөө гол болон түүний цутгал голуудад тархсан зоопланктон амьтдын биологи, экологийн онцлогт тулгуурлан усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээг тогтоов. Үнэлгээний үр дүнгээс дүгнэн үзэхэд Хараа гол, түүний цутгал голуудад усан орчны экологийн төлөв байдал “Дунд” буюу усан орчин бохирдох хандлагатай болсон, нэн ялангуяа органик бохирдлын улмаас үүссэн усан орчны өөрчлөлт ажиглагдаж байна (хүснэгт 8, зураг 9).

Хүснэгт 9: Зоопланктоны бүлгэмдэлд тулгуурласан усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээ

Цэг	Дээж авсан цэгүүд	Цэгийн солбицол	Экологийн төлөв байдлын үнэлгээ
1	Алт угаасан цөөрөм Бороо гол руу орж байгаа хэсэг/Балгас/(Сэлэнгэ аймаг – Мандал сум)	N 48° 42' 21.9" E 106° 16' 33.0"	Дунд зэргийн бохирдолтой
2	Бороо гол, Бороогийн алтны уурхайгаас доош (Сэлэнгэ аймаг – Мандал сум)	N 48° 46' 12.4" E 106° 17' 00.0"	Дунд зэргийн бохирдолтой
3	Хараа гол, Хар ус булагтай нийлэхийн өмнө (Дархан Уул аймаг – Дархан хот)	N 49° 30' 37.6" E 105° 53' 54.6"	Бага бохирдолтой
4	Дархан хотын цэвэрлэх байгууламжаас гарсан хаягдал ус (Дархан Уул аймаг – Дархан хот)	N 49° 30' 31.3" E 105° 54' 11.3"	Бохирдолтой
5	Хараа гол, Дархан хотын доод тал (Дархан Уул аймаг – Дархан хот)	N 49° 30' 43.6" E 105° 53' 52.6"	Дунд зэргийн бохирдолтой
6	Хараа гол, Орхон голд нийлэхийн өмнө (Дархан Уул аймаг – Орхон сум)	N 49° 37' 53.5" E 105° 50' 02.2"	Дунд зэргийн бохирдолтой
7	Ерөө гол, гүүрний дээд тал (Сэлэнгэ аймаг- Дулаан Хаан)	N 49° 52' 45.7" E 106° 14' 40.6"	Бохирдолгүй
8	Ерөө гол, төмөр замын өртөөний дэргэд (Сэлэнгэ аймаг-Ерөө сум)	N 49° 54' 57.1" E 106° 11' 09.9"	Бага бохирдолтой

Мяэметсагийн томъёогоор олиготроф болон эутроф чанарыг бодож, цэгүүд дээр байршуулсныг 8 дугаар зурагт үзүүлэв.



Зураг 8: Зоопланктоны бүлгэмдэлд тулгуурласан усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээг Хараа голын сав газрын хэмжээнд харуулав.

2.3 Макросээрнуруугүйтэн амьтдаар усан орчны экологийн төлөв байдлыг үнэлэх нь

2.3.1 Макросээрнуруугүйтний тухай товч ойлголт

Усан орчны экологийн төлөв байдлын биологийн үнэлгээг хийхдээ бентик буюу ёроолын макросээрнуруугүйтэн амьтдыг шалгуур үзүүлэлт болгон сонгодог. Эдгээр организмууд нь загасны популяцитай харьцуулахад нягтшил өндөртэй тархдаг, замаг болон нэг эст организмуудыг тодорхойлохоос харьцангуй хялбар, хүний нүдэнд харагдах хэмжээтэй, цуглуулах, тодорхойлоход нарийн багаж төхөөрөмж шаарддаггүй. Үүний зэрэгцээ урт хугацааны нөлөөллийг үнэлж чаддаг, үнэлгээний үр дүн богино хугацаанд гардаг зэргээр макросээрнуруугүйтнийг усны чанарын биоиндикатор болгон ашиглахад олон давуу талуудтай. Усны макросээрнуруугүйтэнд хавч хэлбэртэн, зөөлөн биетэн, хорхой, олон зүйл усны шавжийн авгалдай багтдаг. Сээрнуруугүйтэн, тэдгээрийн бодгалийн төвшнээс бүлгэмдлийн төвшинд хүртэл хүрээлэн буй орчны өөрчлөлтийг илэрхийлдэг. Аль төвшнийг сонгох нь хүрээлэн буй орчны өөрчлөлтийг үүсгэж буй хүчин зүйл (үүд)ээс шалтгаалдаг. Бодгаль организм, нэгэн зүйлийн популяци дан ганц бохирдуулагч хүчин зүйлд хариу үйлдэл үзүүлэх бол урт хугацааны туршид доройтож, бохирдсон эсвэл байгаль хамгааллын ач холбогдолтой газар, нутгийг сээрнуруугүйтний бүлгэмдлийн өөрчлөлтөөр үнэлэх нь илүү үр дүнтэй байдаг. Бүлгэмдлийн бүрэлдэхүүнээр орчны чанар, орчны доройтол, нөхөн сэргэлтийг үнэлэхэд биоиндикаци болгон ашиглах нь түгээмэл.

Мэдээжээр бүх бүлгэмдлийг биомониторингийн судалгаанд хэрэглэх нь үр дүнгүй юм. Харьцангуйгаар тухайн зүйлийн дээжийг авахад хялбар, цөөн зүйл (тогтмол цуглуулагддаг 50-100 зүйл, үүнд хүний нөлөөлөлд өртөөгүй цэгийг багтаах ёстой), тодруулбал органик бохирдолд хариу үзүүлэх, усны чанарын үнэлгээний үндэс болох, сайн судлагдсан бүлгэмдлүүдийг авч үзнэ. Жишээлбэл: өдөрч (*Ephemeroptera*), хаварч (*Plecoptera*), хоовгоны (*Trichoptera*) багуудын хүрээнд **ЕРТ**-ийн Индексийг гаргасан ба эдгээр гурван баг (фото 4) нь бохирдолд мэдрэмтгий олон зүйлүүдийг агуулдаг, орчныг үнэн зөв үнэлэхэд экологийн чухал ач холбогдолтой. Иймд эдгээр багт хамаарах организмууд зонхилон тархах нь голын усны чанар “сайн” байгааг, харин цөөрсөн тохиолдолд усны чанар “муудаж” байгааг илтгэдэг.



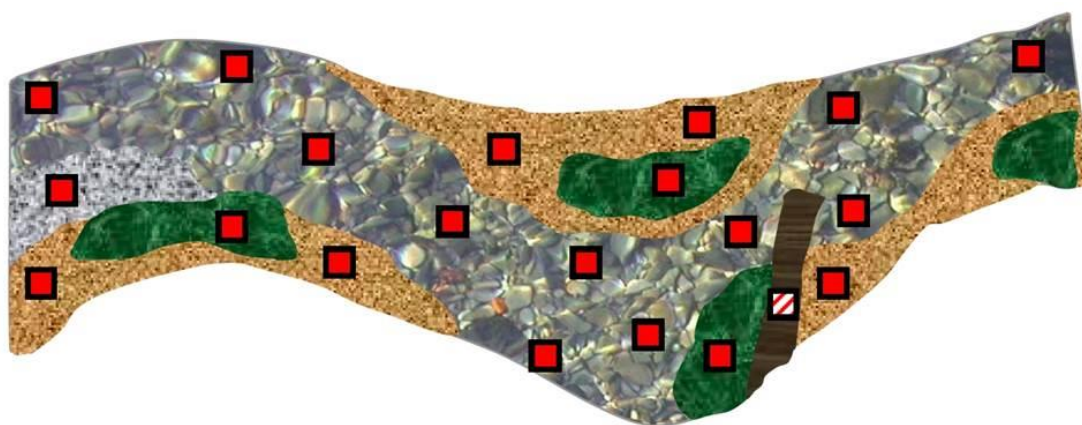
Фото 4: ЕРТ буюу өдөрч (*Ephemeroptera: Ephemera orientalis*), хаварч (*Plecoptera: Agnetina sp.*), хоовгоны (*Trichoptera: Hydropsyche kozhantschikovi*) багийн зүйлүүд

2.3.2 Макросээрнууруугүйтний дээжийг цуглуулах, үр дүнд боловсруулалт хийх арга зүй

i. Макросээрнууруугүйтний дээжийг цуглуулах арга зүй

Макросээрнууруугүйтний цуглуулгийг хийхэд шаардлагатай төрөл бүрийн багаж байдаг. Хэрэв байгаль хамгааллын зорилгоор судалгаа, үнэлгээг хийж байгаа тохиолдолд “чанарын” аргыг сонгох нь ач холбогдолтой. Тодруулбал тухайн судалгааны цэгээс талбайг харгалзалгүйгээр бүх орчныг хамруулан, боломжит бүх зүйлийг цуглуулах зорилгоор ажилладаг. Иймд энэ судалгаанд авсаархан, энгийн багажийг ашиглахад л хангалттай. Үүний тулд зөвхөн жижиг тор, чимхүүр, дээжийг хадгалах жижиг сав (2-5 мл), эдгээрт дээжийг бэхжүүлэх зорилгоор 70-80%-ийн спиртийг савлана. Харин усны чанарын биологийн үнэлгээ хийх зорилго тавьсан л бол зайлшгүй “тооны” арга зүйг сонгох буюу тодорхой талбайгаас макросээрнууруугүйтний дээжийг цуглуулна. Хараа, Ерөө голуудад тахрсан макросээрнууруугүйтний урт хугацааны мониторингийн судалгааны үр дүнгээс үзэхэд макросээрнууруугүйтний судалгаанд “тооны” арга зүйг сонгон, судалгаанаас гарсан үр дүнд тулгуурлан усан орчны үнэлэлт дүгнэлт өгөх нь сав газрын хэмжээнд авч хэрэгжүүлэх менежментийн арга хэмжээг тодорхойлон, хэрэгжүүлэхэд өндөр ач холбогдолтой болох нь нотлогдсон юм. Иймд Naase нарын (2004)-ын тодорхойлж гаргасан мульти-орчны тоон цуглуулгын аргыг урт хугацааны мониторинг судалгаанд тогтвортой ашиглах нь зүйтэй.

Мульти-орчны тоон цуглуулгын арга: Энэхүү аргаар макросээрнууруугүйтнийг цуглуулахдаа 25 x 25 см, 0.0625 м² талбайтай, төмөр хүрээ, түүнд бэхэлсэн модон иш, 500 μм хэмжээст тор бүхий багажийг ашиглах ба дээжийг авахаас өмнө тухайн судалгааны цэгийн минерал болон органик субстратыг хувиар илэрхийлж, 5%-ээс дээш бүх микроорчноос дээжийг цуглуулах бөгөөд нийт 20 дээж цуглуулна. Өөрөөр хэлбэл нийт микроорчныг 100% гэж үзвэл 5%-тай орчин бүрт 1 дээж авах ба нийт дээж авах талбай 1.25 м² болно (зураг 9). Уг аргын талаар дэлгэрэнгүй мэдээллийг Hofmann нар (2011) болон Avlyush нарын (2013) бүтээлээс танилцах боломжтой.



Зураг 9 : Голын ёроолын субстратаас хамааруулан микроорчны тархалтыг тогтоож, голын тухайн хэсгээс макросээрнууруугүйтний дээж цуглуулах арга зүй (Микроорчны тархалтын зураг ©<http://www.fliessgewaesserbewertung.de>).

2.3.3 Макросээрнууруугүйтний бүлгэмдэлд суурилсан экологийн төлөв байдлын үнэлгээний шалгуур үзүүлэлтүүд

Усан орчны бохирдол, өөрчлөлтийг усан орчинд тархсан организмуудаар (макросээрнууруугүйтний) үнэлэхэд үнэлгээний шалгуур үзүүлэлтүүдийг зөв, оновчтой тодорхойлох нь үнэлгээний үр дүнд чухал ач холбогдолтой. “Усан орчны бохирдол, өөрчлөлтийн биологийн үнэлгээ: Шалгуур үзүүлэлтүүдийн индекс” бүтээлд усны макросээрнууруугүйтний зүйлүүдийн биологи, экологийн онцлогт тулгуурласан нийт 40 гаруй шалгуур үзүүлэлтүүдийг багтааж, тэдгээрийн индексийг зүйл тус бүрээр харуулж, тэдгээр шалгуур үзүүлэлтүүдийг хэрхэн тооцох арга, аргачлалыг багтаасан бөгөөд эдгээр арга, аргачлалын талаарх дэлгэрэнгүй мэдээллийг уг бүтээлээс танилцах боломжтой. Усан орчны биологийн үнэлгээг гол бүрт, судалгааны цэг бүрт нийт 40 гаруй шалгуураар үнэлэх боломжгүй бөгөөд тухайн голын бохирдол, өөрчлөлт хэрхэн өртсөн байдлаас шалтгаалж шалгуур үзүүлэлтүүдийг сонгож, үнэлгээг өгөх нь зүйтэй. Тийм учир Хараа, Ерөө голуудын сав газарт хийгдсэн усан орчны экологийн урт хугацааны мониторинг судалгааны үр дүнд тулгуурлан усан орчны үнэлгээний нийт 8 шалгуур үзүүлэлтийг (хүснэгт 10) бүс нутгийн хэмжээнд тогтоосон бөгөөд үнэлгээний ангилал бүрт хамаарах шалгуурын хязгаарыг голын эхэн, дунд, адагт ялгаатайгаар тогтоож өгсөн.

Хүснэгт 10: Макросээрнууруугүйтний биологи, экологийн онцлогт тулгуурлан тогтоосон усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээний шалгуур үзүүлэлтүүд

Үзүүлэлтүүд/Үнэлгээ	Экологийн төлөв байдал				
	Маш сайн	Сайн	Дунд	Муу	Маш муу
Бул чулуу зонхилсон ёроолын хурдастай голын хэсэг буюу голын эхэн хэсэг					
Төрөл зүйлийн нийт тоо	≥ 40	30	25	20	≤ 20
ЕРТ төрөл зүйлийн тоо	≥ 27	21	14	7	≤ 6
Хаварч багийн төрөл зүйлийн тоо	≥ 4	3	2	1	0
Өдөрч багийн төрөл зүйлийн тоо	≥ 15	11-13	8-10	5-7	≤ 5
Бүлгэмдэлд эзлэх ЕРТ арви (%)	≥ 50	40	30	20	≤ 20
Зүйлийн олон янз байдлын Шенноны индекс	2.2	2.0	1.5	1.2	≤ 1.2
Сапроб индекс	1.35	1.45	2.0	2.65	3.35
Зөөлөн хурдсанд колончлон амьдрах бүлгийн эзлэх хувь (%)	15	30	50	70	≥ 70
Хайрга чулуу зонхилсон ёроолын хурдастай голын хэсэг буюу голын дунд хэсэг					
Төрөл зүйлийн нийт тоо	40	30	20	15	≤ 15
ЕРТ төрөл зүйлийн тоо	≥ 20	15	10	5	≤ 4
Хаварч багийн төрөл зүйлийн тоо	4	3	2	1	0
Өдөрч багийн төрөл зүйлийн тоо	12	10	8	5	≤ 5
Бүлгэмдэлд эзлэх ЕРТ арви (%)	50	40	30	20	≤ 20
Зүйлийн олон янз байдлын Шенноны индекс	2.2	2.0	1.5	1.2	≤ 1.2
Сапроб индекс	1.45	1.60	2.1	2.75	3.35
Зөөлөн хурдсанд колончлон амьдрах бүлгийн эзлэх хувь (%)	30	40	60	80	≥ 80
Элс, шавар зонхилсон ёроолын хурдастай голын хэсэг буюу голын адаг хэсэг					
Төрөл зүйлийн нийт тоо	30	25	20	15	≤ 15

Үзүүлэлтүүд/Үнэлгээ	Экологийн төлөв байдал				
	Маш сайн	Сайн	Дунд	Муу	Маш муу
ЕРТ төрөл зүйлийн тоо	≥ 20	15	10	5	≤ 4
Өдөрч багийн төрөл зүйлийн тоо	15	13	10	5	≤ 5
Бүлгэмдэлд эзлэх ЕРТ арви (%)	50	40	30	20	≤ 20
Зүйлийн олон янз байдлын Шенноны индекс	2.2	2.0	1.5	1.2	≤ 1.2
Сапроб индекс	1.75	1.85	2.3	2.9	3.45
Зөөлөн хурдсанд колончлон амьдрах бүлгийн эзлэх хувь (%)	30	40	60	80	≥ 80

2.3.4 Макросээрнууруугүйтний судалгааны үр дүнд тулгуурласан усан орчны төлөв байдлын үнэлгээ

Макросээрнууруугүйтний бүлгэмдлийн төрөл зүйлийн бүрэлдэхүүн, тэдгээрийн нягтшилд үндэслэн гаргасан урсгал усны экосистемийн экологийн чанарыг тодорхойлох зургаан шалгуурыг Хараа голын дагууд судалгааны цэг тус бүрт тооцов (хүснэгт 11).

Хүснэгт 11: Хараа гол, түүний цутгалуудад тархсан усны макросээрнууруугүйтний бүлгэмдэлд тулгуурласан усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээ

Хараа голын үндсэн голдрилын дагууд

Голын бүсчлэл / судалгааны цэг	Судалгааны цэгийн ЭТБНУ	Нийт төрөл, зүйлийн тоо	Хаварч зүйлийн тоо	Өдөрч зүйлийн тоо	Шенноны индекс	ЕРТ бүлгийн эзлэх хувь	Зөөлөн хурдсанд тархагч организмуудын эзлэх хувь (%)
Kh_8.5	2	1	2	2	2	1	2
Kh_8.3	2	1	2	3	1	1	2
Kh_8	2	1	1	2	2	1	2
Kh_7	2	2	1	2	2	2	2
Kh_6	3	2	3	2	2	3	3
Kh_5	2	2	2	2	3	3	2
Kh_4	3	2	2	3	3	2	2
Kh_3.5	3	3	3	2	2	2	3
Kh_3	3	3		3	4	4	2
Kh_2	3	3		3	3	3	1
Kh_1	2	3		3	2	1	2

ЭТБНУ - Экологийн төлөв байдлын нэгдсэн үнэлгээ

Хараа гийн цутгал голууд

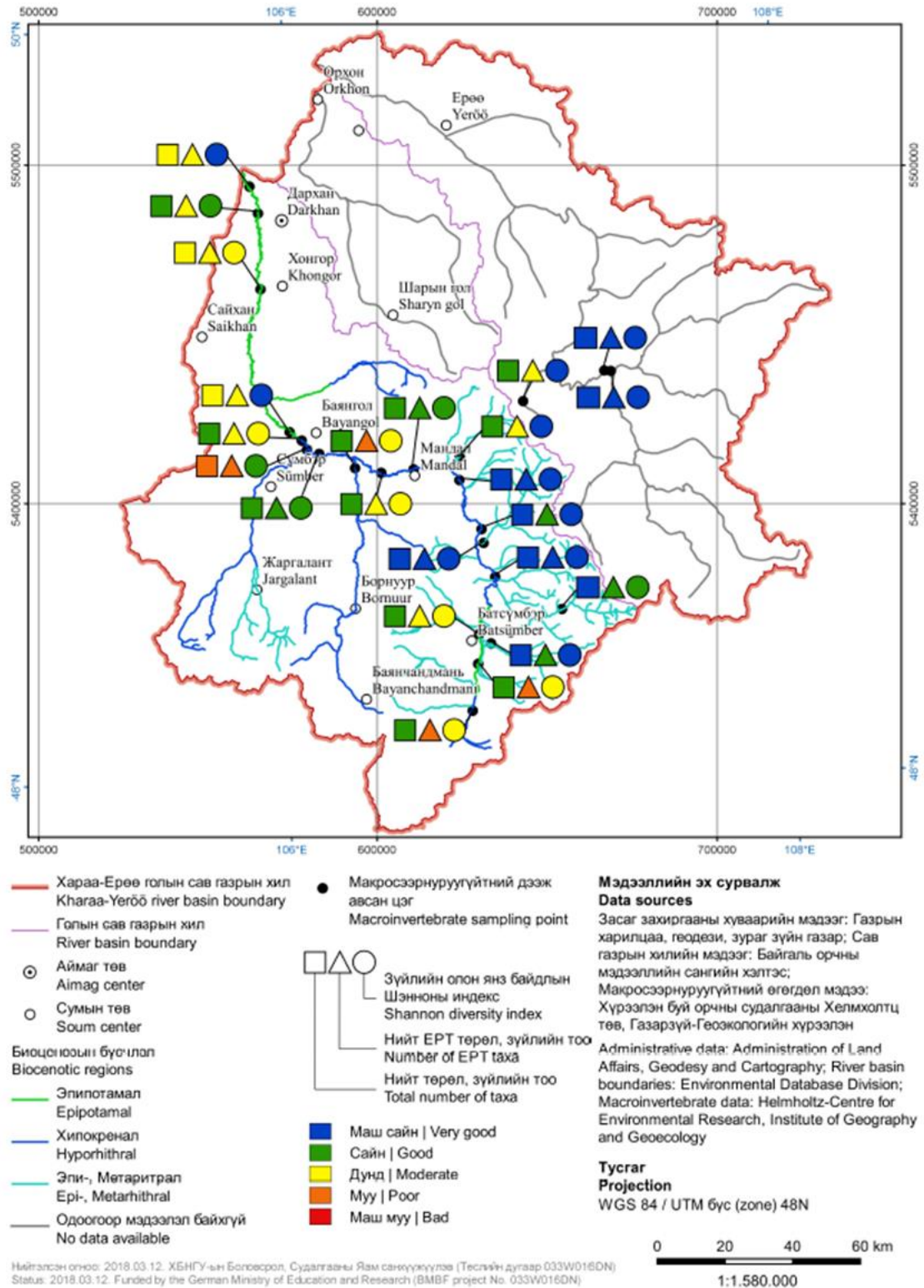
Голын бүсчлэл / судалгааны цэг	Судалгааны цэгийн ЭТБНУ	Нийт төрөл, зүйлийн тоо	Хаварч зүйлийн тоо P	Өдөрч зүйлийн тоо E	Шенноны индекс	ЕРТ бүлгийн эзлэх хувь	Зөөлөн хурдсанд тархагч организмуудын эзлэх хувь (%)
Мандал_1	3	2	5	4	3	5	1
Мандал_2	3	1	4	3	3	5	1
Сөгнөгөр_2	2	1	1	3	2	3	2
Сөгнөгөр_1	2	2	1	3	2	3	2
Баянгол_1	2	1	2	3	1	1	1
Түнхэл_1	2	2	1	3	2	2	2
Шивэрт_1	2	1	3	3	1	1	1
Бороо_0.5	3	1	4	4	3	5	1
Загдал_1	4	3	5	5	3	4	2

Тайлбар: ЭТБНУ - Экологийн төлөв байдлын нэгдсэн үнэлгээг 1 (“маш сайн”) -5 (“муу”) хүртэл оноогоор үнэлсэн. Өдөрч зүйлийн тоо - E - Ephemeroptera. Хаварч зүйлийн тоо - P - Plecoptera. ЕРТ - өдөрч, хаварч, хоовгоны багийн эзлэх хувь.

Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд (хүснэгт 10, зураг 10) экологийн төлөв байдлын нийт 6 шалгуур үзүүлэлтүүдийн нэгдсэн үнэлгээгээр Хараа гол нь үндсэн голдрилынхоо дагууд “дунд”-аас “сайн” гэж үнэлэгдсэн бөгөөд ялангуяа Зүүнхараа орчмоос Хараа голын усан орчны экологийн төлөв байдал доройтож байгааг шалгуур үзүүлэлтүүд, тэдгээрийн нэгдсэн үнэлгээнээс бас харж болохоор байна. Түүнчлэн Хараа голын цутгал голуудын усан орчин нэн доройтож байгааг эдгээр голуудад (Мандал, Бороо, Загдал голууд) усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээ “муу”-гаас “маш муу” хүртэл үнэлэгдсэн үнэлгээ мөн харуулна.

Шалгуур үзүүлэлтүүдийг тус бүрээр нь авч үзэхэд Хараа голын үндсэн голдрилын дагууд буюу голын дунд хэсгээс адаг хүртэл нийт төрөл зүйлийн тоо, ЕРТ бүлгийн эзлэх хувь хэрхэн буурч байгааг харах боломжтой. Харин “Зөөлөн хурдсан тархагч организмуудын эзлэх хувь” шалгуур үзүүлэлтийн үр дүнгээс үзэхэд голын ёроолын хагшаасны хуримтлалын нөлөө Хараа голын үндсэн голдрилын дунд хэсэгт илүүтэйгээр байгааг мөн ажиглаж болохоор байна. Бохирдолд мэдрэмтгий олон зүйлүүдийг агуулдаг ЕРТ бүлгийн эзлэх хувь, түүний дотроос хаварч (Plecoptera), өдөрч (Ephemeroptera) зүйлүүдийн тоо болон бодгалийн нягтшил цутгал голууд болох Мандал, Бороо, Загдал голуудад эрс буурсан байгааг судалгааны үр дүн харуулж байна.

Макросээрнууруугүйтний бүлгэмдэл Macroinvertebrate communities



Зураг 10: Хараа, Ерөө голын сав газарт тархсан макросээрнууруугүйтний бүлгэмдэлд тулгуурласан усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээ

2.4 Загасны популяциар усан орчны экологийн төлөв байдлыг үнэлэх нь

“Усан орчны экологийн урт хугацааны мониторинг судалгаа: Хараа, Ерөө голын жишээн дээр” сэдэвт суурь судалгааны төслийн хүрээнд загасны популяцийн мониторинг судалгааны ажлыг гүйцэтгээгүй бөгөөд “Төв Азийн Усны Нөөцийн Нэгдсэн Менежментийн (УННМ) загвар бүс нутаг: Монгол” МоМо төслийн хүрээнд 2006 оноос 2012 оныг хүртэл хугацаанд гүйцэтгэсэн мониторинг судалгааны үр дүнг ашиглаж энэхүү бүлгийг боловсруулсан болно.

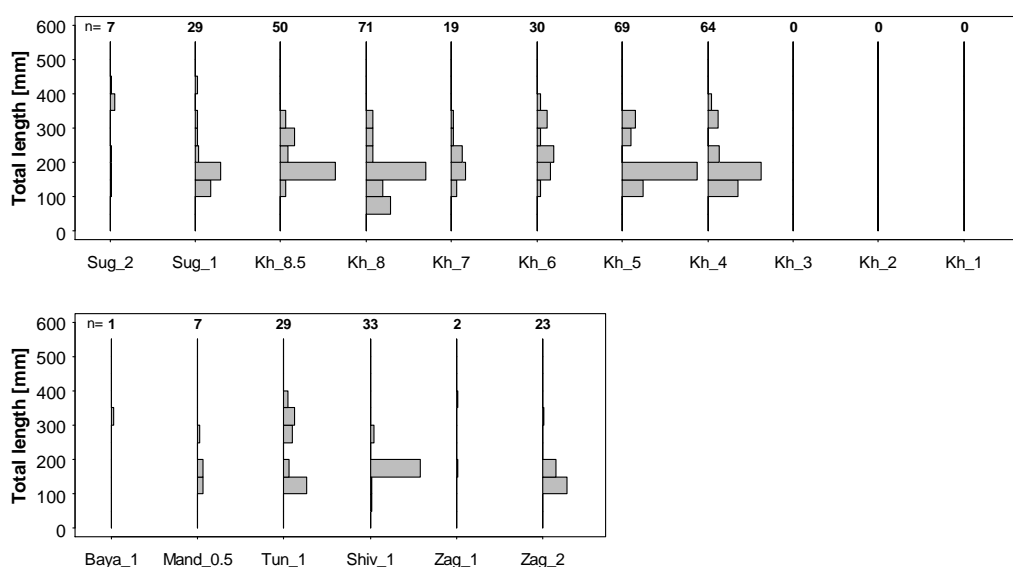
2.4.1 Хараа голын сав газрын загасны популяцийн мониторинг судалгаа

Хараа голын сав газарт нийт 17 зүйлийн загас тархсан байдаг (хүснэгт 12) бөгөөд “Монгол орны загасны улаан ном”-ны “устаж байгаа” ангилалд багтсан Шивэр хилэм (*Acipenser baerii*), “устаж болзошгүй” ангилалд багтсан Тул загас (*Hucho taimen*) хүртэл тэмдэглэгдсэн байдаг. Хараа голын эхэн хэсэг буюу түргэн урсгалтай, хайрган ёроолтой хэсэгт хулдын овгийн загас, голын дунд болон доод хэсэг рүү загасны зүйлийн бүрэлдэхүүн өөрчлөгдөж, мөргийн овгийн загасны бүлгэмдлүүд давамгайлах байдал ажиглагддаг нь экологи болон биологийн амьдрах орчны онцлог, дасан зохицолтой холбоотой (хүснэгт 12).

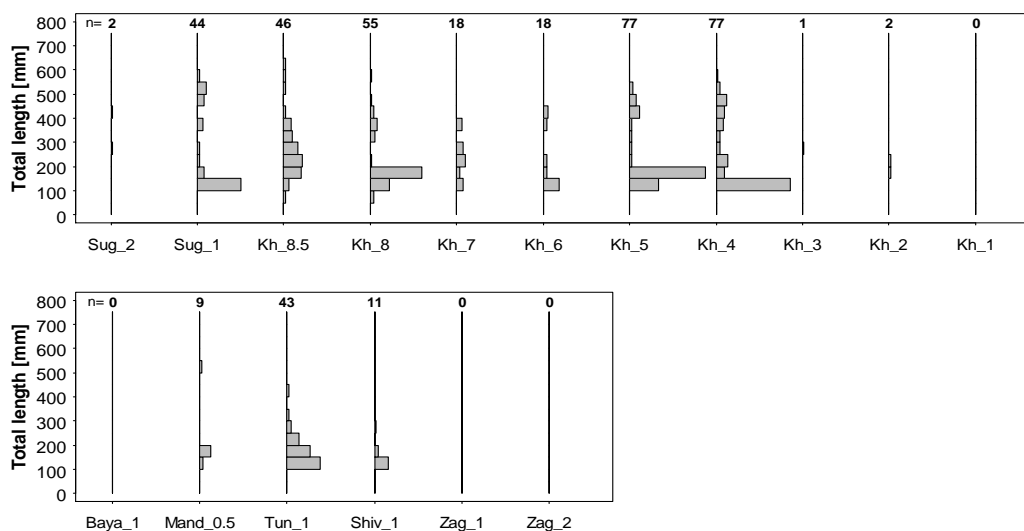
Хүснэгт 12: Хараа голын сав газарт тархсан загасны зүйлийн харьцангуй арви (%)

Загасны зүйл	Голын ялгаатай гидроморфологийн нөхцөлд тархсан загасны харьцангуй арви (%)			
	Шаварлаг, элсэрхэг ёроолын хагшаас бүхий гол	Уулархаг бүс нутгийн гол	Бул чулуу зонхилсон ёроолын хагшаас бүхий гол	Хайрга зонхилсон ёроолын хагшаас бүхий гол
1. <i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	2.5	-	-	-
2. <i>Silurus asotus</i> (Linnaeus, 1758)	0.5	-	-	-
3. <i>Thymallus baicalensis</i> (Dybowski, 1874)	0.5	6.0	15.0	0.5
4. <i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)	1.5	-	-	-
5. <i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758)	0.5	62.0	55.0	60.0
6. <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	15.0	-	-	-
7. <i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)	0.5	0.5	-	-
8. <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	2.5	-	-	-
9. <i>Brachymystax lenok</i> (Pallas, 1773)	0.5	2.5	8.0	0.5
10. <i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758)	2.5	0.5	0.5	0.5
11. <i>Barbatula</i> spp.	-	10.0	20.5	8.0
12. <i>Leuciscus baicalensis</i> (Dybowski, 1874)	56.5	10.0	-	20.0
13. <i>Acipenser baerii baicalensis</i> (Nikolskii, 1896)	0.5	-	-	-
14. <i>Rutilus rutilus lacustris</i> (Pallas, 1814)	1.0	-	-	-
15. <i>Cobitis melanoleuca</i> (Nichols, 1925)	15.0	6.0	0.5	10.0
16. <i>Hucho taimen</i> (Pallas, 1773)	0.5	2.5	0.5	0.5
17. <i>Acipenser baerii</i> (Brandt, 1869)	-	-	-	-
Нийт	100	100	100	100

Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд хулдын овгийн нэгэн зүйл загас болох Зэвэг загас (*Brachymystax lenok*), хадрангийн овгийн Шивэр хадран загасны (*Thymallus arcticus*) насны бүтэц алдагдсан байгаа нь ажиглагдаж байна (зураг 11, 12). Загасны зүйлийн популяци тогтвортой оршин тогтнох нэг нөхцөл нь популяци доторх нийт бодгалийн багадаа 20 хувь нь үржлийн насны бодгалиуд байх ёстой. Зэвэг, Шивэр хадран загасны үржлийн насны бодгалийн биеийн урт багадаа 250 мм гэж үзэхэд Хараа голын дунд хэсэгт тархсан (Kh_4: 13%, Kh_5: 19%, Kh_7 and Kh_8: 11%) Шивэр хадран загасны үржлийн насны бодгалиуд популяцийн нийт бодгалийн 20 хувьд хүрэхгүй байгаа ба ялангуяа Зүүнхараа орчимд (Kh_7) бүх насны бодгалийн тоо буурсан байгаа нь харагдана (зураг 11). Зэвэг загасны хувьд шивэр хадран загасны зүйлийн судалгааны үр дүнтэй төстэй буюу Хараа голын дунд хэсэгт үржлийн насны бодгалийн тоо цөөрсөн (Kh_5: 18%; Kh_7: 17%), бүх насны бодгалийн тоо Зүүнхараа орчимд (Kh_7; Kh_6) мөн адил буурсан байна (зураг 12).



Зураг 11: Хараа гол (дээд хэсэг), түүний цутгал голуудад (доод хэсэг) тэмдэглэгдсэн Шивэр хадран (*Thymallus arcticus*) загасны биеийн уртын хэмжээсийн үр дүн ба зүүнээс баруун талд голын эхээс адаг хүртэлх цэгүүд хамарна.



Зураг 12: Хараа гол (дээд хэсэг), түүний цутгал голуудад (доод хэсэг) тэмдэглэгдсэн зэвэг (*Brachymystax lenok*) загасны биеийн уртын хэмжээсийн үр дүн ба зүүнээс баруун талд голын эхээс адаг хүртэлх цэгүүд хамарна.

2.4.2 Загасны популяцийн мониторинг судалгааны үр дүнд тулгуурласан усан орчны төлөв байдлын үнэлгээ

Хараа гол, түүний цутгалуудад тархсан загасны зүйлийн популяцийн мониторинг судалгааны үр дүнд тулгуурлан усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээг нийт 5 шалгуур тус бүрээр тогтоож, эдгээр 5 шалгуурын нэгдсэн үнэлгээг судалгааны цэг бүрт тодорхойлов (хүснэгт 13). Судалгааны үр дүнгээс харахад Хараа голын үндсэн голдрилын дагууд экологийн төлөв байдлын нэгдсэн үнэлгээ “сайн”, “дунд” гэж үнэлэгдэж байгаа боловч голын гидроморфологийн индикатор зүйлийн тохиолдоц, насны бүтэц, бүсчлэлийн үнэлгээгээр “дунд”-аас “маш муу” хүртэлх үнэлгээ зонхилж байгааг онцлох шаардлагатай байна. Харин Хараа голын цутгал голуудад хийгдсэн үнэлгээгээр үндсэн голдрилын үр дүнгээс ч тааруу үр дүн тодорхойлогдсон бөгөөд цаашид Хараа голын сав газрын хэмжээнд тархсан загасны зүйлүүдийн популяцийг хамгаалах, менежментийн арга хэмжээ зайлшгүй авч хэрэгжүүлэх шаардлагатайг харуулж байгаа юм. Экологийн төлөв байдлын үнэлгээг жил бүрээр гаргасан бөгөөд 2010 оны үнэлгээний үр дүнг зураг 13–т үзүүлэв.

Хүснэгт 13: Хараа гол, түүний цутгалуудад тархсан загасны популяциудад тулгуурласан усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээ

Хараа голын үндсэн голдрилын дагууд

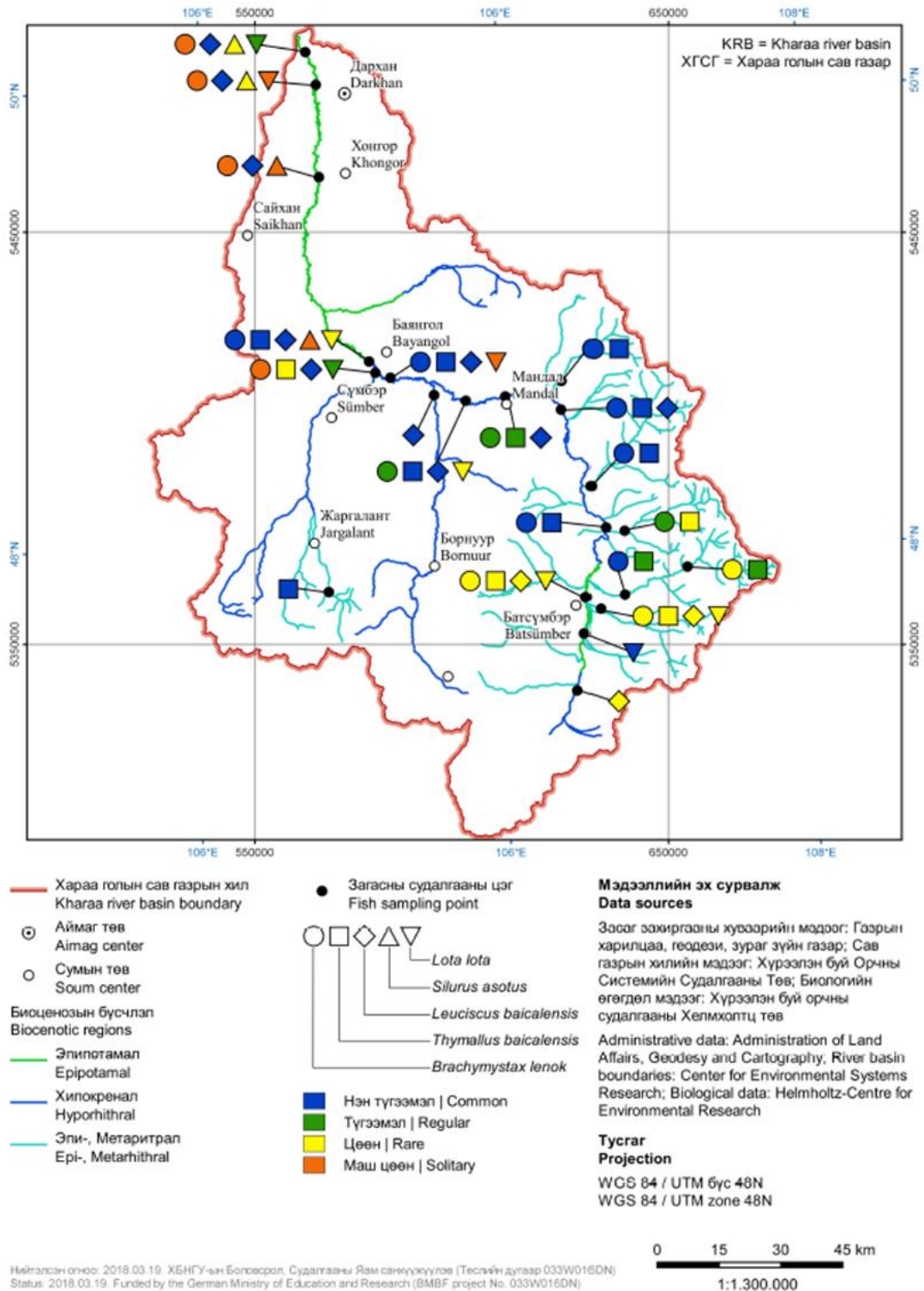
Голын бүсчлэл / судалгааны цэг	Судалгааны цэгийн ЭТБНУ	ГМ-ийн индикатор зүйлийн тохиолдоц	Зонхилогч зүйлийн харьцангуй арви	Насны бүтэц	Нүүдлийн индекс	Бүсчлэл	Зонхилогч бүлгэмдэлийн индекс
Kh_8.5	3.13	2.67	2.67	4.2	3	5	1
Kh_8	2.65	2	2.33	4.6	1	3	1
Kh_7	3.13	2.33	3	4.2	1	5	3
Kh_6	2.84	3	1.83	4.2	1	5	1
Kh_5	2.93	3.1	2.5	3	2	5	2
Kh_4	3.02	3	2.91	3.2	2	5	2
Kh_3	2.15	2.67	2.6	1.67	1	3	1
Kh_2	3.40	3.67	2.6	5	1	3	3
Kh_1	2.81	3	2.5	3.33	3	4	1

Хараа голын цутгал голууд

Голын бүсчлэл / судалгааны цэг	Судалгааны цэгийн ЭТБНУ	ГМ-ийн индикатор зүйлийн тохиолдоц	Зонхилогч зүйлийн харьцангуй арви	Насны бүтэц	Нүүдлийн индекс	Бүсчлэл	Зонхилогч бүлгэмдэлийн индекс
Mand_1	3.06	4	1.91	4	1	5	1
Mand_2	2.30	2.33	1.55	3	1	5	1
Sug_2	2.66	3	1.8	1.5	5	5	3
Sug_1	3.31	3.84	2.5	3.5	3	5	2
Baya_1	2.91	3.5	1.8	4	1	5	1
Tun_1	4.02	3.67	3.4	4	5	5	5
Shiv_1	2.72	2.67	1.55	3	5	5	1
Bor_0.5	3.55	3.67	3.55	4	1	5	3
Zag_1	3.31	4	2.09	3.5	1	5	5

Тайлбар: ЭТБНУ - Экологийн төлөв байдлын нэгдсэн үнэлгээг 1 (“маш сайн”) -5 (“муу”) хүртэл оноогоор үнэлсэн. ГМ- голын гидроморфологи

Загасны бүлгэмдэл Fish communities



Зураг 13: Хараа голын загасны популяцийн мониторинг судалгааны үр дүнд тулгуурласан экологийн төлөв байдлын үнэлгээ

3. Усан орчны экологийн төлөв байдлын физик-химийн үнэлгээ

3.1 Усны чанарын индекс тооцох арга зүй

Усны чанарын индекс гэдэг нь олон тооны усны чанарын үзүүлэлтүүдийн мэдээллийг нэг тоон утга руу нэгтгэдэг. Нэг тоон утга нь хэд хэдэн мониторингийн цэгүүд дэх мэдээллийг харьцуулахад ашиглагдаж болно. Түүнчлэн нэг мониторингийн цэг дээрх усны чанарын цаг хугацааны өөрчлөлтийг гаргахад ашиглагддаг. Индекс нь судалгааны сав газрын, орон нутгийн томоохон голуудын тухайн жилийн усны чанарын нөхцөл байдлын талаарх түргэн зургийг гаргадаг ба энгийн ойлгомжтой аргаар усны чанарыг илэрхийлэхэд маш чухал хэрэгсэл юм.

Дэлхий нийтээрээ хүлээн зөвшөөрсөн усны чанарын индекс тодорхойлох арга гэж байхгүй. Улс орон бүр өөр өөрийн индекс тооцох аргатай. Ихэнх усны чанарын индекс нь нормчлох, стандартчлах арга дээр үндэслэдэг ба судалгааны хугацаан дахь бүхий л хэмжилтийн утгын дунджийг тооцдог. Мониторингийн цэг бүрт усны хими болон биологийн үзүүлэлтүүд нь өөр өөрийн харгалзах стандартаас давсан хэмжээ болон давтамжийг усны чанарын индексээр тооцох боломжтой. Индекс нь мониторингийн цэг бүр дэх жил бүрийн ерөнхий шинжилгээний үр дүнд үндэслэн жилээр тодорхойлогддог ба энэ нь усны чанарын орон зайн болон цаг хугацааны өөрчлөлтийн үнэлгээг гаргах боломжийг олгодог. Индекс нь тооцоонд хэрэглэгддэг стандартуудын хувьд уян хатан ба индексэд шаардлагатай мэдээллээс хамаардаг. Хэрэв индексийг усны экологийн төлөв байдлыг тодорхойлохоор тооцоолж байгаа бол усан орчинд тархсан организмуудыг хамгаалахад шаардлагатай стандартууд ашиглагдаж болно. Харин индексийг ундны усны аюулгүй байдлыг тодорхойлох зорилгоор тооцоолж байвал ундны усны чанарын стандарт ашиглагддаг.

Манай орны хувьд голуудын усны чанарын индекс тооцохдоо доорх томъёогоор тооцож, БОХЗТЛабораториос голуудыг индексээр үнэлж, Байгаль орчны төлөв байдлын тайланд тусгасан байдаг (хүснэгт 14).

$$\text{УБИ} = (\sum C_i / \text{УЧС}) / 6$$

Үүнд:

C_i - үзүүлэлтийн арифметик дундаж

6 - УБИ-ийг тооцоолоход авсан параметрийн тоо

Энэ аргаар усны чанарыг үнэлэхэд хүнд, хортой элементүүдийн хоруу чанар, пестицид зэрэг үзүүлэлтүүд болон давтамж, далайц зэргийг тооцоогүйгээс зарим тохиолдолд цэгэн бохирдолт илэрсэн үед УЧИ их гарах, тооцооны явцад зарим үзүүлэлтүүдийн хоруу чанар буурах зэрэг дутагдалтай.

Хүснэгт 14: Усны чанарын индекс тооцож байсан хуучин арга

Усны чанарын зэрэг	Ангилал	УБИ
I	маш цэвэр	<0.3
II	цэвэр	0.3-0.89
III	бага бохирдолтой	0.9-2.49
IV	бохирдолтой	2.5-3.99
V	бохир	4.00-5.99
VI	маш бохир	>6.0

Давтамж, далайц зэргийг тооцсон усны чанарын индекс гаргах аргачлалыг анх 1996 онд Канадын байгаль орчны яамны сайдын зөвлөл зохиож баталсан ба үүнийг дэлхийн олон орны усны агентлагууд хэрэглэдэг байна. Энэхүү аргачлал нь тодорхой холбогдох стандартын тусламжтайгаар усны организмыг (загас, дун, ургамал) хамгаалах зорилгоор гадаргын усны чанарыг үнэлэх боломжийг олгодог ба жилээс жилд шинэчлэн сайжруулдагддаг.

Усны чанарын мониторингийн өгөгдөл нь усны чанарын индекс тодорхойлоход хэрэглэгддэг. Мониторингийн цэг бүр дээр жилээр тооцоологдсон индексийн утга нь сараар, улирлаар цуглуулсан өгөгдөл дээр үндэслэгддэг. Голд хүний үйл ажиллагааны улмаас нөлөөлөл үзүүлж байгаа цэгээс дээш ба доош хэсгийн усны чанарын нөхцөл байдлыг илэрхийлж чадах цэгүүдийг мониторингийн цэгээр сонгон авдаг. Индексийн тооцоонд хичнээн ч тооны усны чанарын хэмжилтүүд хэрэглэгдэж болно. Гэвч ганц хэмжилт ерөнхий усны чанарыг тодорхойлж чадахгүй. Сорьц авах хээрийн протоколд багадаа 4 үзүүлэлтээр, 4 удаа сорьц авах шаардлагатай байдаг. Үзүүлэлтүүдийн болон сорьц авах хамгийн их тоог зааж өгөөгүй байдаг.

Энэ аргын давуу тал нь:

- Төрөл бүрийн усны чанарын үзүүлэлтүүдийн олон удаагийн хэмжилтийн дүнг нэг тоон утга руу шилжүүлж усны чанарын ерөнхий үнэлгээг гаргадаг.
- Цөөн тооны үзүүлэлтүүдээр индекс тооцоход хамгийн үр дүнтэй
- Энгийн, ойлгомжтой арга хэрэгсэл (олон нийт, шийдвэр гаргагчдад)
- Статистикийн арга хэрэглэх нь субъектив таамаглалыг бууруулж, индексийн нарийвчлалыг сайжруулдаг
- Улс орны нийт нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд голын усны чанарыг үнэлэх боломжтой
- Мониторингийн цэгүүд дээрх усны чанарын индексийг харьцуулж орон зайн өөрчлөлтийг гаргах боломжтой
- Нэг мониторингийн цэг дээрх усны чанарын цаг хугацааны өөрчлөлтийг тодорхойлох зэрэг давуу талтай.

Харин сул тал нь:

- Хими, физик, биологийн үзүүлэлтүүдийг нэгтгэдэг
- Хэд хэдэн үзүүлэлтүүдийн мэдээллийг нэг индексийн утга руу нэгтгэснээр мэдээлэл орхигдох талтай

- Усны чанарын үзүүлэлт хоорондын харилцан хамаарлыг үзүүлдэггүй бөгөөд дэлгэрэнгүй шинжилгээ хийдэггүй
- Усны чанарын үзүүлэлтүүдийн тоо, хэмжилтийн дүн цөөн байхад индексийн нарийвчлалыг бууруулдаг зэрэг болно. Гэвч энэ бүгдийг тооцож цаашид улам боловсронгуй болгох боломжтой.

3.2 Усны чанарын ерөнхий индексийн шалгуур үзүүлэлтүүд

Усны чанар индекс нь усны чанарын 4 бүлэг үзүүлэлтүүд (металл, пестицид, бактер, шим тэжээлийн бодисууд)-ээр жилээр тооцсон 4 дэд индексийн дундаж утгаар тооцогддог:

- Металлууд
- Пестицидүүд
- Шим тэжээлийн бодисууд
- Бактер

Хувьсах хэмжигдэхүүнүүд нь усны организмуудыг хамгаалах зорилгоор гаргасан усан орчины холбогдох стандартай харьцуулагддаг. Дараах хувьсах хэмжигдэхүүнүүд нь голын усны чанарын индексд ашиглагддаг (хүснэгт 15):

Хүснэгт 15: Усны чанарын индекс тооцох үзүүлэлтүүд

No	I Металл болон ионууд	II Пестицидүүд	III Шим тэжээлийн бодисууд, холбогдох хувьсах хэмжигдэхүүнүүд	IV Бактериологи
1	Хөнгөнцагаан	2,4-D	Ууссан хүчилтөрөгч	Fecal Coliforms <i>Escherichia coli</i>
2	Хүнцэл	MCPP	pH	
3	Берелли	MCPA	Нийт фосфор	
4	Бор	Diazinon	Нийт азот	
5	Кадьми	Lindane	Нитрит-азот (NO ₂ -N)	
6	Кобальт	Picloram	Аммони-азот	
7	Зэс	Dicamba		
8	Төмөр	Triallate		
9	Хар тугалга	Atrazine		
10	Лити	Bromoxynil		
11	Манган	Cyanazine		
12	Мөнгөн ус	Malathion		
13	Молибден	Methoxychlor		
14	Никель	Chlorpyrifos		
15	Селен	Imazamethabenz		
16	Мөнгө	Diuron		
17	Таллиум	Dichlorprop		
18	Уран			
19	Ванади			
20	Цайр			
21	Цианид			
22	Флорид			

3.3 Усны чанарын индексийн тооцоо

Усны чанарын индекс тооцох томьёо:

$$\text{УЧИ} = 100 - \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732}$$

Усны чанарын индексийг тооцохдоо усны чанарыг илтгэгч хими, физик, биологийн үзүүлэлтүүдийг холбогдох стандарттай нь харьцуулан усны бохирдлыг тодорхойлж чадах 3 хүчин зүйл дээр үндэслэгддэг.

Бохирдлын индексийг бодохдоо бохирдуулах бодисын тархац, хор хөнөөл зэрэг бохирдлыг тодорхойлогч болж чадах хүчин зүйлүүдийг үндэслэн усан дахь ууссан хүчилтөрөгч, хялбар исэлдэх органик бодис, эрдэс азот болон фосфор, хром, зэс гэх мэт үзүүлэлтийг сонгон тэдгээрийн жилийн дундаж агууламжийг MNS4586-98 “Усан орчны чанарын стандарт” /цаашид УЧС гэх ба цаашид шинэчлэгдэх/-тай харьцуулан гаргадаг.

- *Бохирдуулах бодисын тархац (Scope) - (F1)* - Стандартаас давсан үзүүлэлтүүдийн хувь хэмжээ (Хэдэн үзүүлэлт стандартад нийцэхгүй байна вэ?)
- *Бохирдуулах бодисын давтамж (Frequency) - (F2)*- Стандартаас давсан хэмжилтийн хувь хэмжээ (Хийсэн хэмжилтүүд нь хэр давтамжтайгаар стандартад нийцэхгүй байна вэ?)
- *Бохирдуулах бодисын хэмжээ (Amplitude) - (F3)*- Хэмжилтийн үр дүнгийн стандартаас давсан хувь хэмжээ (Хэмжилтүүд нь хэр хэмжээгээр стандартаас давж байна вэ?)

Эдгээр гурван хүчин зүйлүүдийг 1.732-т хуваадаг нь индекс тооцоход орж байгаа эдгээр 3 хүчин зүйл бүр 100 гэсэн утга рүү дөхнө гэдэг дээр үндэслэгддэг. Тиймээс хамгийн их хэмжээ дараах байдлаар илэрхийлэгддэг:

$$\sqrt{100^2 + 100^2 + 100^2} = \sqrt{30,000} = 173.2$$

1.732-т хуваадаг нь хамгийн их хэмжээг 100-руу багасагадаг. Индекс нь 0-100 хооронд утгыг гаргадаг. Индекс нь өндөр байвал усны чанар сайн байна.

Индексийн тооцоонд орсон фактор бүрийн тайлбар:

F1 (цар хүрээ) нь судалгааны хугацаанд холбогдох стандартад нийцээгүй багадаа 1 хэмжилт дэх үзүүлэлтүүдийн хувь хэмжээг илэрхийлдэг:

$$F_1 = \frac{\text{Стандартад нийцээгүй үзүүлэлтүүдийн тоо}}{\text{Нийт үзүүлэлтүүдийн тоо}} \times 100$$

F2 (давтамж) нь стандартад нийцээгүй шинжилгээний дүнгийн тоо хэмжээ:

$$F_2 = \frac{\text{Стандартад нийцээгүй хэмжилтийн тоо}}{\text{Нийт хэмжилтийн тоо}} \times 100$$

F3 (далайц) нь шинжилгээний дүн болон тэдгээртэй холбоотой стандартын хоорондох зөрүүг илэрхийлдэг ба ойролцоо дөхөх функц (asymptotic function). Энэ нь 0-100 утгын хооронд стандарттай холбоотойгоор нормчилсон хэмжээний нийлбэрээр (nse) илэрхийлэгддэг.

$$F_3 = \left(\frac{\text{nse}}{0.01 \times \text{nse} + 0.01} \right)$$

Стандартад нийцэхгүй байгаа ерөнхий хэм хэмжээг тооцохын тулд нийцэхгүй байгаа шинжилгээний үр дүнгүүдийг тус бүрийн стандартад харьцуулсан хэмжээг (excursion) нэмж нийт шинжилгээний тоонд хуваадаг. Энэ хувьсах хэмжигдэхүүн нь стандартаас давсан хэмжээний нормчилсон нийлбэр гэж нэрлэгддэг (nse).

$$\text{nse} = \left(\frac{\sum_i \text{excursion}_i}{\text{Total number of results}} \right)$$

Энд стандартаас давсан хэмжээг тодорхойлох 3 боломжит арга зам байдаг:

Хэрэв үр дүн нь стандартаас давах ёсгүй бол:

$$\text{Excursion} = \frac{\text{Стандартаас давсан хэмжилт}_i}{\text{Стандарт}_i} - 1$$

Хэрэв үр дүн нь стандартаас доогуур байх ёсгүй бол:

$$\text{Excursion} = \frac{\text{Стандарт}_i}{\text{Стандартаас давсан хэмжилт}_i} - 1$$

Хэрэв стандарт нь 0 бол (0-тэй тэнцүү):

$$\text{Excursion}_i = \text{Стандартаас давсан хэмжилт}_i$$

3.4 Усны чанарын үнэлгээний систем

Индексийн үр дүн нь усны чанарын үзүүлэлтүүдийн зөвшөөрөгдөх хэмжээтэй холбоотой ба хамгийн сайн чанарыг илэрхийлдэг 100 ба муу чанарыг илэрхийлдэг 0 утгын хоорондох нэг тоогоор илэрхийлэгддэг. Индексийн утга нь өндөр л байвал усны чанар сайн байна. Судалгааны цэгүүд дээр усны чанарын хэмжилтийн өгөгдөл нь стандартаас давдаггүй эсвэл давах нь ховор бол усны чанарын индекс нь өндөр ба 100-руу дөхдөг. Гэвч байнгын стандартаас давсан хэмжилтүүдтэй мониторингийн цэгүүд дээр усны чанарын индекс нь маш бага буюу 0-рүү дөхдөг.

Индексийн тоонууд нь 5 ангилалд хуваагддаг:

96-100	Маш цэвэр - Стандартын шаардлага хангасан хамгийн сайн чанартай ус ба байгалийн устай ойролцоо. Усны чанарын бүх үзүүлэлтүүд нь бараг бүхий л цаг хугацаанд стандартын шаардлага хангаж байгаа тохиолдолдог.
81-95	Цэвэр - Усны чанарын үзүүлэлтүүд нь стандартаас үе үе бага хэмжээгээр давдаг боловч усны чанарт үзүүлэх аюултай нөлөөлөл бага.
66-80	Бага бохирдолтой – Усны чанарын үзүүлэлтүүд хааяа хааяа стандартаас дунд зэргийн хэмжээгээр давдаг.
46-65	Бохирдолтой – Усны чанарын үзүүлэлтүүд нь ихэнх тохиолдолд стандарт хэмжээнээс их байдаг ба зарим тохиолдолд их хэмжээгээр давдаг. Усны чанар үе үе муудаж аюултай нөхцөл байдалд ордог.
0-45	Маш бохирдолтой – Усны чанарын үзүүлэлтүүд нь үргэлж стандарт хэмжээнээс их хэмжээгээр давдаг ба усны чанар нь маш муу буюу байнгын аюултай нөхцөл байдалд ордог.

Канадад хэрэглэдэг УЧИ тооцох аргачлалаар Туул голын сав газрын Усны чанар, экологийн асуудал хариуцсан мэргэжилтэн, химич Б.Цэнгэлмаа Туул голын уртын дагуух усны чанарын индексийг анх удаа тооцсон байдаг.

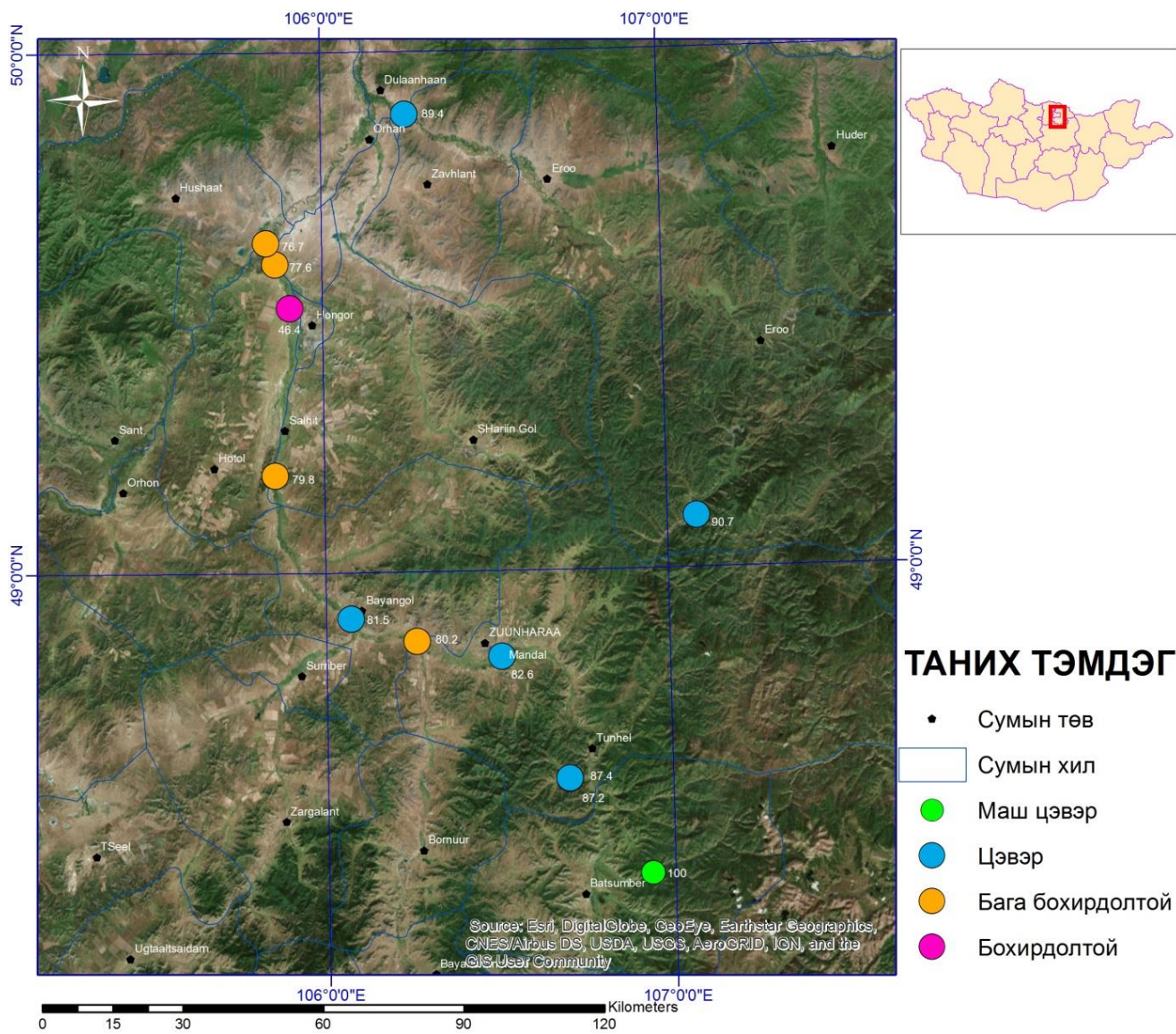
3.5 Усан орчны экологийн төлөв байдлын физик-химийн

ҮНЭЛГЭЭ

Усны чанарыг гидрохимийн аргаар үнэлэхдээ усны чанарын хими, физикийн үзүүлэлтүүдээр холбогдох стандарттай нь харьцуулан тооцсон. Ингэхдээ бохирдуулах бодисын тархац, хор хөнөөл зэрэг бохирдлыг тодорхойлогч болж чадах хүчин зүйлүүдийг үндэслэн усан дахь ууссан хүчилтөрөгч, хялбар исэлдэх органик бодис, эрдэс азот болон фосфор, зарим бичил элемент зэрэг үзүүлэлтийг сонгон тэдгээрийн жилийн дундаж агууламжийг MNS4586-98 “Усан орчны чанарын стандарт”-тай харьцуулан гаргав. Ингэж тооцоолохдоо хуучин аргаас арай өөрөөр бодит байдалд илүү ойртуулсан аргаар, өөрөөр хэлбэл: тухайн цэгээс авсан усанд хийсэн шинжилгээгээр стандартад хичнээн үзүүлэлт нийцэхгүй байгаа, хэдэн удаагийн хэмжилтээр стандартаас давсан, стандартаас хир хэмжээгээр давсан зэргийн нарийн тооцож гаргалаа (хүснэгт 16).

Хүснэгт 16: Гидрохими болон бичил элементийн агууламжаар голын усны чанарыг үнэлсэн байдал

№	Сорьц авсан цэгүүд	Цэгийн солбицол	Усны чанарын индекс	Усны чанарын ангилал
1.	Сөгнөгөр	N 48° 24' 47.6" E 106° 56' 06.4"	100	Маш цэвэр
2.	Балж гол	N 48° 35' 53.5" E 105° 54' 40.3"	87.4	Цэвэр
3.	Гацуурт	N 48° 35' 45.5" E 106° 42' 03.6"	87.2	Цэвэр
4.	Бороо гол	N 48° 51' 59.0" E 106° 15' 48.3"	80.2	Бага бохирдолтой
5.	Хараа-Зүүнхараа	N 48° 50' 06.2" E 106° 30' 34.1"	82.6	Цэвэр
6.	Ерөө-эх	N 49° 05' 58.8 E 107° 05' 12.1	90.7	Цэвэр
7.	Дархан ТЦБ-аас гарсан хаягдал ус	N 49° 30' 31.3" E 105° 54' 11.3"	46.4	Бохирдолтой
8.	Хараа-Бүрэнтолгой	N 49° 35' 35.3" E 105° 51' 39.9"	77.6	Бага бохирдолтой
9.	Хараа-Баруунхараа	N 48° 54' 40.5" E 106° 04' 20.4"	81.5	Цэвэр
10.	Хараа-Салхит	N 49° 11' 15.0" E 105° 53' 54.1"	79.8	Бага бохирдолтой
11.	Ерөө-Дулаанхаан	N 49° 52' 46.3 E 106° 15' 01.1	89.4	Цэвэр
12.	Орхон	N 49° 38' 02.1" E 105° 50' 03.3"	76.7	Бага бохирдолтой



Зураг 14: Хараа голын усны чанарын мониторинг судалгааны үр дүнг УЧИ-ээр тооцсон усны чанарын үнэлгээ

4. Усан орчны экологийн төлөв байдлын микробиологийн үнэлгээ

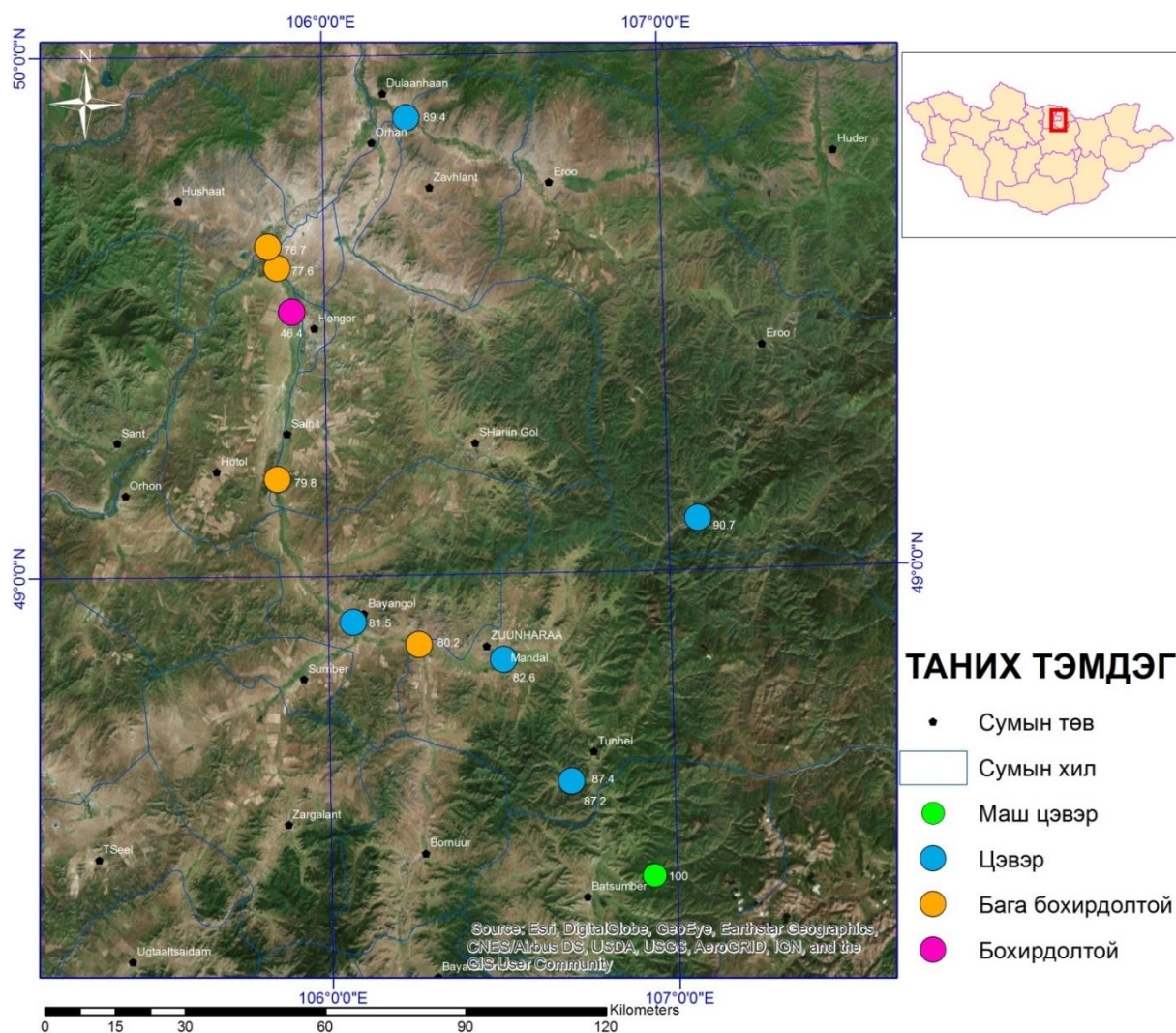
“Усан орчны экологийн урт хугацааны мониторинг судалгаа: Хараа, Ерөө голын жишээн дээр” сэдэвт суурь судалгааны төслийн хүрээнд усан орчны эрүүл ахуйн (микробиологи) мониторинг судалгааг шинэ арга зүй нэвтрүүлэн гүйцэтгэсэн бөгөөд энэхүү бүлгийг судалгаа, шинжилгээний анхдагч үр дүн, үнэлгээнд тулгуурлан боловсруулсан болно. Энэхүү судалгаанд хэрэглэсэн арга зүй, үр дүн, дүгнэлтийн талаар дэлгэрэнгүй мэдээллийг төслийн эрдэм шинжилгээний тайлангаас танилцах боломжтой.

Усыг ариун цэврийн талаас үнэлэхдээ юуны өмнө түүнд өвчин үүсгэгч байгаа эсэхийг шинжилнэ. Ундны усны бусад эх үүсвэрт стандартын дагуу 1мл усан дахь нийт нянгийн тоо 100, харин 100 мл усан дахь *E.coli*-ийн тоо 0 байх ёстой бол 25 мл усан дахь гэдэсний бүлгийн эмгэгтөрөгч нянгийн тоо 0 байх шаардлагатай (MNS 900:2010). Усан дахь бичил биетийн тоо усны бохирдол, урсгалын хурд, температур, жилийн аль улирал зэргээс шалтгаалан 1 мл-т хэдэн арваас хэдэн сая хүртэл хэмжээтэй байна. Хөрсөн дээрх ус, гол мөрний усанд байх бичил биетийн тоо, жилийн улирал, усны ундарга, бохирдлоос ихээхэн шалтгаалах бөгөөд гол мөрөн үерлэх үед усанд органик бодис нэмэгдэж нийт бичил биетэн түүний дотор ялзруулагч, эмгэг төрөгч нян олширно. Усанд эмгэг төрөгч бактери үүссэнээр олон төрлийн өвчний эх үүсвэр нь болдог. Гэдэсний савханцар нь усны ариун цэврийн нэг үзүүлэлт болдог учир усны эрүүл ахуйн үнэлгээг өгөх зорилгоор микробын тоо, коли-титр, коли-индексээр үнэлдэг. Усны стандартад хот, суурин газрын усан хангамжийн системийн усны нийт бичил биетийн тоо 1 мл-т 100, хөдөөгийн гар худгийн усанд 300-400-аас илүүгүй байхаар заасан байдаг (Л. Галт, Б. Цэрмаа 1990).

Мониторингийн судалгаанаас гарсан үр дүнг Олон улсад дагаж мөрдөгдөг Киришнерийн ангилалд заасан шалгуур үзүүлэлтүүд (хүснэгт 17) -тэй харьцуулан үзвэл Хараа голын сав газрын хэмжээнд эрүүл ахуйн бохирдлын түвшингээр “цэвэр” болон “бага” бохирдолтой байв. Харин Дархан хотын ТЦБ-аас гарч буй хаягдал бохир ус “бохирдолтой” болохыг тогтоов (зураг 14).

Хүснэгт 17: Гадаргын усны эрүүл ахуйн Киршнерийн ангилал (Kirschner et al., 2009)

Шалгуур үзүүлэлт	Бохирдлын түвшин				
	I - Бага	II - Дунд	III - Хурцадмал	IV - Их	V - Хэт их
Нийт колиформ (100 мл-т)	≤ 500	> 500 - 10'000	> 10'000 - 100'000	> 100'000 - 1'000'000	> 1'000'000
Термотолерант колиформ (100 мл-т)	≤ 100	> 100 - 1000	> 1000 - 10'000	> 10'000 - 100'000	> 100'000



Зураг 15: Хараа голын 2016-2017 оны мониторинг судалгааны үр дүнд тулгуурласан усны эрүүл ахуйн (микробиологи) төлөв байдлын үнэлгээ

5. Усан орчны экологийн төлөв байдлын гидроморфологийн үнэлгээ


“Усан орчны экологийн урт хугацааны мониторинг судалгаа: Хараа, Ерөө голын жишээн дээр” сэдэвт суурь судалгааны төслийн хүрээнд голын гидроморфологийн мониторинг судалгааны ажлыг гүйцэтгээгүй бөгөөд “Төв Азийн Усны Нөөцийн Нэгдсэн Менежментийн (УННМ) загвар бүс нутаг: Монгол” МоМо төслийн хүрээнд 2006-2007 он, 2009-2011 онуудад гүйцэтгэсэн Хараа голын гидроморфологийн судалгааны товч үр дүнг ашиглаж энэхүү бүлгийг боловсруулсан болно. Энэхүү бүтээлээр Хараа голын гидроморфологийн ерөнхий үр дүнг танилцуулж байгаа бөгөөд судалгааны нарийвчилсан үр дүнг Berner (2007), Hofmann нар (2015) нарын бүтээлүүдээс танилцах боломжтой.

Хараа голын гидроморфологийн судалгаанд үндсэн 6, тэдгээр хамаарах 31 шалгуур үзүүлэлтүүдийг багтаасан бөгөөд голын уртын дагууд 100, 500, 1000 метрийн уртад хэмжилт судалгааг гүйцэтгэсэн байдаг. Үндсэн 6 үзүүлэлтүүдэд (i) голын голдрилын төлөв байдал; (ii) голын уртын дагуух бүтэц; (iii) голын ёроол бүтэц, бүрэлдэхүүн; (iv) хөндлөн огтлол; (v) голын эргийн морфологи (vi) голын эргийн бүсийн судалгаа (голын баруун, зүүн эргээс 100 метрийн зайд) багтсан. Хараа голын гидроморфологийн судалгааны үр дүнд дараах ерөнхий дүгнэлтийг гаргасан байна:

- Голын голдрил, байгалийн урсацад хүний хүчин зүйлийн нөлөөлөл харьцангуй бага;
- Голын голдрилыг өөрчилсөн байдал /зөвхөн Дархан хотын ойр орших Дээд гүүрний орчимд өөрчилсөн, жижиг далан босгосон/;
- Зүүнхараа (Сэлэнгэ аймгийн Мандал сум), Бүрэнтолгойн (Дархан-Уул аймгийн Орхон сум) орчимд усжуулалтын суваг үүсгэсэн;
- Хараа голын уртын дагууд тохойрол, гидрологийн системд хүний хүчин зүйлийн нөлөөлөл бараг байхгүй буюу байгалийн голдрилоор урсана. Гэвч голын эхэн хэсэг орчим, дунд хэсгээс Үнэгт өртөө, адаг хэсгээс Хараа гол Орхон голтой нийлэх орчимд л голын татмын бүс, голын эргийн ургамалжилт байгалийн төрхөөрөө байгааг тэмдэгдэх нь зүйтэй. Бусад хэсгүүдэд эрчимтэй мал бэлчээрлэлтийн улмаас голын эргийн ургамалжилт доройтсон, биологийн олон янз байдал буурсан нь тухайн орчим дахь усан орчны экосистемд сөргөөр нөлөөлж байна.

Hofmann нар (2015) нарын бүтээлд Хараа голын үндсэн голдрил, түүний цутгал голуудын гидроморфологийн ерөнхий үзүүлэлтүүдийн үр дүнг харуулсан бөгөөд жишээ болгон Хараа голын адаг орчмын гидроморфологийн үр дүнг танилцуулав (хүснэгт 18).

Хүснэгт 18: Гидроморфологийн ерөнхий үзүүлэлт: Хараа гол Бүрэнтолгойн орчимд

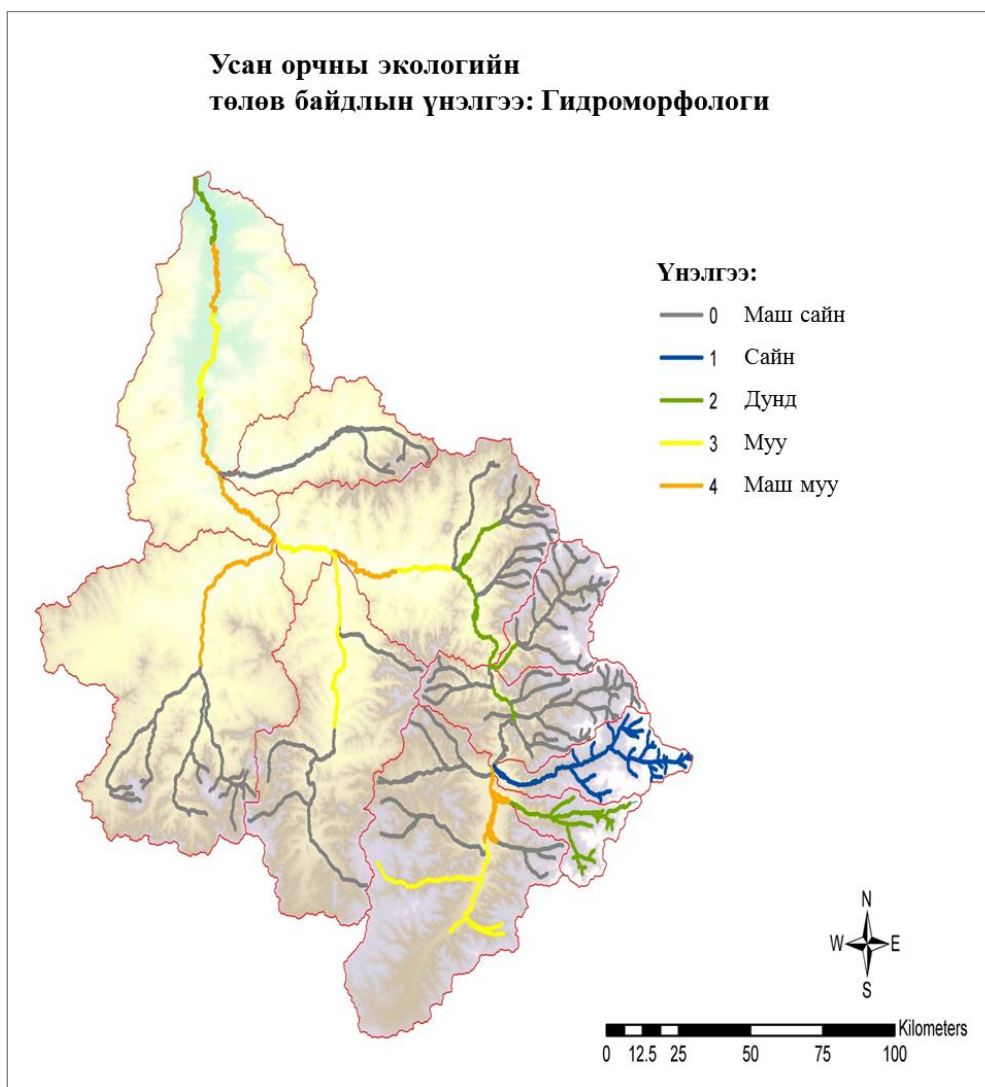
Голын төрөл: LAWA-гийн ангилал 15	Нам дор газар нутгаар урсах элс, элсэнцэр зонхилсон ёроолын хагшааст гол
Фото: Хараа гол Орхон голд цутгахаас 7 км-ийн өмнө буюу Хараа голын адаг хэсэг Байршил: УЦУОСМХ-ийн усзүйн хэмжилтийн цэгийн дэргэд Фото©: Melanie Hartwig	
Ерөнхий тодорхойлолт	<i>Усан орчны экологийн бүсчлэл:</i> Эпипотамал (Epirotamal) буюу нам дор газрын элс, шавар зонхилсон ёроолын хагшаас бүхий гол (Өндөршил: 600-900 метр д.т.д). <i>Ургамалжилтын бүсчлэл:</i> Дагуурын ойт хээрийн бүс
Ёроолын хагшаас	Голоцен/Дөрөвдөгчийн настай аллювийн гаралтай хурдас
Морфологи, гидрологийн онцлог	U-хэлбэрийн өргөн татмын хөндийн тахирласан гол ба хөндлөн болон босоо элэгдэл ажиглагдана. Голын эрэг: Голын эргийн нэг талд эгц эрэг үүсгэсэн байх бол нөгөө талд ёроолын хагшаас зөөгдөж хуримтлагдсан байна. Татмын бүс: Татмын бүс өргөн (300 метрээс өргөн), угагдлын бүс, элсэн хуримтлал, байнгын урсацгүй салаанууд, тогтоол ус зэргийг хамааруулна. Ёроолын хурдас буюу хагшаас: Голын энэ хэсэг ёроолын хурдаст элс, элсэнцэр, шавранцар зонхилох ба зарим газраа хайрга, элсний холимог байдаг. Түүнчлэн унасан модны үлдэгдэл хэсэг, модны навч, усны ургамал мөн тохиолдоно. Урсгал: Зөөлөн, нам урсгал зонхилно. Ус хурах талбай: 10 – 1000 км ² ус хурах талбай бүхий ангилалд хамаарна. Голдрилын дундаж хэвгий: 0,8 – 1,1 %
Урсацын горим	Хамгийн их урсац хаврын шар усны үер (5 дугаар сар) болон хур тунадас хамгийн их унах үе буюу зуны сарууд (7-9 дүгээр сар)- д тохиолдоно. Мөсөн бүрхэвч 10-р сарын сүүлээс 4 сарын дунд үе хүртэл тогтдог.

Судалгааны явцад голын голдрилын төлөв байдал, голын уртын дагуух бүтэц, хөндлөн огтлолын үзүүлэлтүүдээр “маш сайн”-аас “сайн” гэж үнэлэгдсэн бол голын эргийн бүсийн ургамалжилт, эргийн эвдрэл, хагшаасны хуримтлал зэрэг үзүүлэлтүүдээр “дунд”-аас “муу” гэж үнэлэгдэж байна. Тиймээс гидроморфологийн нэгдсэн үнэлгээгээр Хараа голын сав газрын хэмжээнд, ялангуяа Хараа голын дунд, адаг

хэсгүүдэд “муу”, “маш муу” гэсэн үнэлгээ зонхилж байна (зураг 15). Ялангуяа Хараа голын эргийн дагууд модлог ургамлын нөмрөг устаж, судалгааны цэгүүдийн хувьд 80 орчим хувь хүртэл буурч, утсан бөгөөд эргийн ургамлан нөмрөгийн доройтлоос үүдэлтэй эргийн эвдрэл, хагшаасны хуримтлал бий болсоор байгаа юм (хүснэгт 19).

Хүснэгт 19: Хараа голын гидроморфологийн үнэлгээний дундаж дүн

Шалгуур үзүүлэлтүүд	Хэмжих үзүүлэлт	Судалгааны нийт цэгүүдийн дундаж үр дүн
Тохойролт	тохойрсон, тахирласан	100%
Голын дагуух өвөрмөц бүтэц	хэд хэдэн эсхүл олон	91%
Урсгалын хурдны олон янз байдал	дундаж, өндөр, маш өндөр	85%
Усны гүний өөрчлөлт	дундаж, өндөр, маш өндөр	88%
Ёроолын хурдасны олон янз байдал	дундаж, өндөр, маш өндөр	91%
Ёроолын өвөрмөц бүтэц	хэд хэдэн эсхүл олон	91%
Голын эргийн бүсийн ургамалжилт	ургамалжилтгүй	80%
Эргийн эвдрэл	элэгдсэн	25%
Тохойролтоос үүссэн элэгдэл	давтамжтай эсхүл хүчтэй	65%
Эргийн өвөрмөц бүтэц	байхгүй	40%



Зураг 16: Усан орчны экологийн төлөв байдлын гидроморфологийн үнэлгээ (Зургийн эх сурвалж: Sonja Heldt)

6. Голын эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдлын үнэлгээ

Газар ашиглалтын хэлбэр (бэлчээр, хот суурин газар, уул уурхай, газар тариалан, шороон замын ашиглалт) тус бүрийн нөлөөлөлд нутаг орны өртөх байдлыг тооцсон сэдэвчилсэн давхаргуудад тулгуурлан Хараа, Ерөө, Шарын голын сав нутгийн болон Хараа, Ерөө голын хөндийн эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдлын нэгдсэн үнэлгээг хийсэн. Нэгдсэн үнэлгээг хийхдээ газарзүйн мэдээллийн систем дээр суурилсан олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын (Multi criteria decision analysis) аргыг шаталсан дүн шинжилгээний (Analytic hierarchy process) аргатай хослуулан ашигласан. Газарзүйн мэдээллийн систем дээр суурилсан олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын аргаар нутаг орны газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдлын нэгдсэн үнэлгээ, зураглал гаргахад шаардлагатай шалгуур үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон. Шалгуур үзүүлэлтүүдийг дотор нь хязгаарлагч нөхцлийн (constraint) ба хүчин зүйлийн (factor map) гэж ангилан үздэг. Орон зайн олон шалгуурт анализ хийх үед хязгаарлалт нь ихэвчлэн хууль эрхзүйн хязгаарлалтуудын утга авдаг. Судалгааны талбайн хувьд газар ашиглалтын үйл ажиллагааг хязгаарлагч нөхцлөөр улсын тусгай хамгаалалттай газар нутгийг авсан. Хараа, Ерөө голын сав нутгийн зарим хэсэг Хан Хэнтийн улсын тусгай хамгаалалттай газар нутагт хамаардаг. Хан Хэнтийн Дархан Цаазат газарт явагдах аливаа үйл ажиллагаа нь 1994 онд батлагдсан “Тусгай хамгаалалттай газар нутгийн тухай” МУ-ын хуулиар зохицуулагдаж байдаг. Хүчин зүйлсийн шалгуур үзүүлэлтээр бэлчээр, хот суурин газар, уул уурхай, газар тариалан, шороон замын ашиглалтын нөлөөлөлд нутаг орны өртөх байдлыг авч үзсэн. Олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын аргыг ашиглах үед хүчин зүйлүүдийн жигнэсэн утгыг олох шаардлагатай байдаг. Үүний тулд олон хүчин зүйлүүдийг өөр хооронд нь харьцуулж тухайн асуудалд үзүүлэх ач холбогдлыг тодорхойлох бөгөөд илүү ач холбогдолтой хүчин зүйл нь өндөр жин дарна. Хүчин зүйлсийн өөрөөр хэлбэл газар ашиглалтын хэлбэрүүдийн жингийн утгыг тооцох үүднээс шаталсан дүн шинжилгээний (Analytic hierarchy process) аргыг ашигласан. Газар ашиглалтын хэлбэрүүдийг ач холбогдлоор (нутаг оронд үзүүлэх нөлөөллийн зэрэг, цар хүрээгээр) нь эрэмбэлж, давхарга тус бүрийн жигнэсэн утгыг тооцоолов. Экосистемийн бүтэц, үйл ажиллагааны нэгдмэл зохион байгуулалтыг эвдрэл ба өөрчлөлтөнд оруулж байгаа хүчин зүйлийн тархалтын цар хүрээ, нөлөөлөх хэлбэр, нөлөөллийн зэрэглэлийг ангилан авч үзсэн судалгааны ажлуудад үндэслэн газар ашиглалтын хэлбэрүүдийг дараах байдлаар эрэмбэлсэн (хүснэгт 20).

Хүснэгт 20: Газар ашиглалтын хэлбэрүүдийн эрэмбэлэлт

Сэдэвчилсэн давхарга	Эрэмбэлэлт	Жигнэсэн утга
Аймгийн төвийн нөлөөлөл (A)	1	0.2163
Сумын төвийн нөлөөлөл (S)	1	0.2163
Тариалангийн газрын нөлөөлөл (C)	2	0.1779
Шороон замын нөлөөлөл (R)	3	0.1307
Уул уурхайн нөлөөлөл (M)	4	0.1181
Бэлчээр ашиглалтын нөлөөлөл (P)	5	0.0704
Тосгон, багийн төв, бусад суурин газрын нөлөөлөл (T)	5	0.0704

Газар ашиглалтын хэлбэрүүдийг дээрх эрэмбэлэлтийн нийцлийн индексийн утга (CR) 0.0097 гарсан тул дээрх эрэмбэлэлтээр үүсгэсэн тэгш хэмт матрицыг ашиглан сэдэвчилсэн давхарга тус бүрийн жигнэсэн утгыг тооцоолсон. Газар ашиглалтын хэлбэрүүдийн нөлөөлөлд нутаг орны өртөх байдлыг тооцсон сэдэвчилсэн давхаргуудыг давхцуулах замаар нэгдсэн зургийг гаргалаа. Ингэхдээ дараах тооцоог ашигласан.

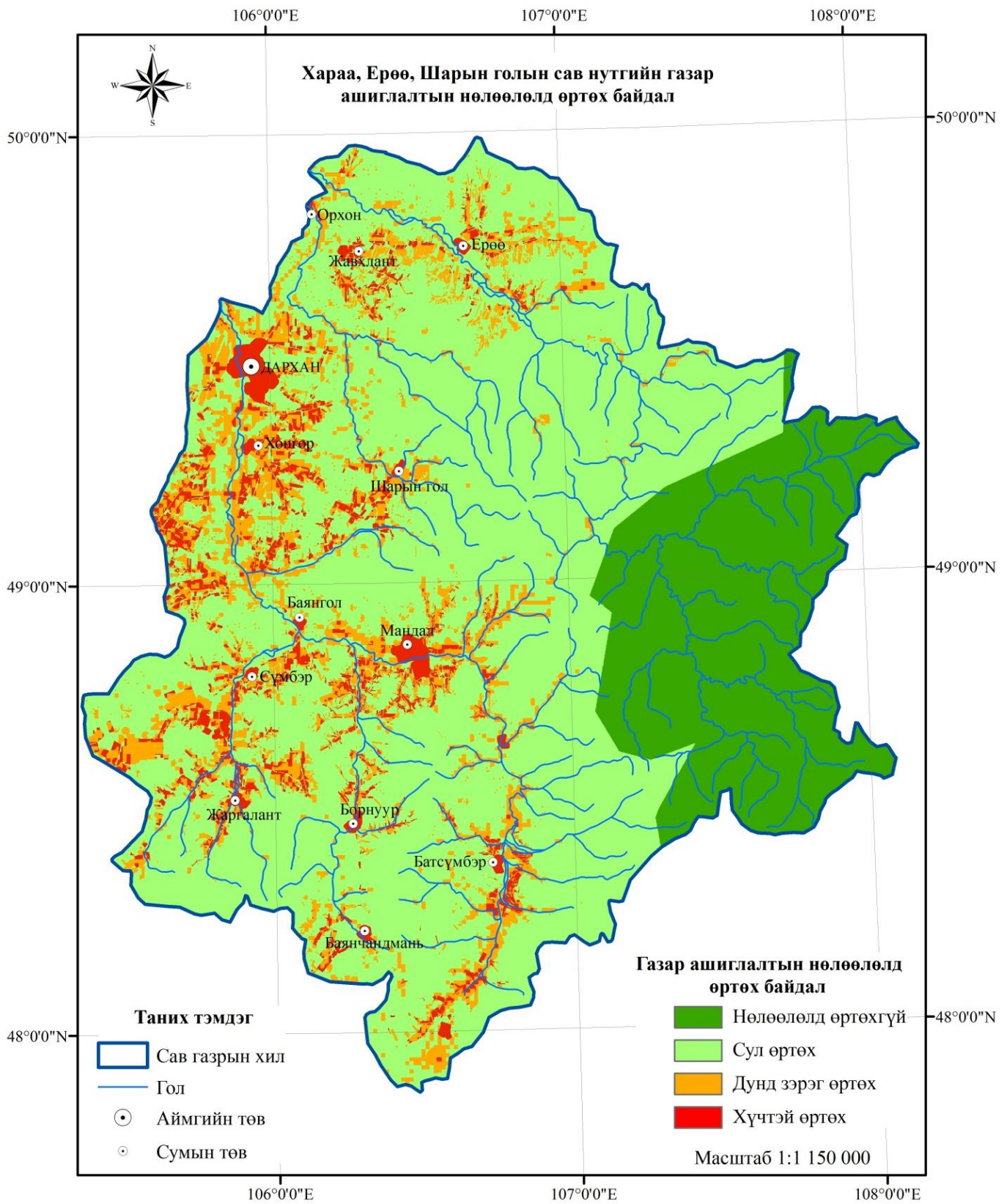
$$L = A*0.2163 + S*0.2163 + C*0.1779 + R*0.1307 + M*0.1181 + P*0.0704 + T*0.0704$$

L – Газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдал

Сэдэвчилсэн давхарга тус бүрийн жигнэсэн утгыг ашиглан судалгааны талбайн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдлыг тооцоолсон дүнгээс үзвэл судалгаанд хамрагдсан нийт нутгийн 5.3 хувь (148.4 га) газар ашиглалтын нөлөөлөлд хүчтэй, 11.8 хувь (332.8 га) дунд зэрэг, 64.9 хувь (1828.1 га) сул өртсөн бол 18.1 хувь (509.3 га) нөлөөлөлд өртөхгүй байна (зураг 16).

Газар ашиглалтын нөлөөлөлд Хараа, Ерөө голын эрэг орчмын (голын эргээс 1000 метр алслалттай) нутгийн өртөх байдлыг ашиглалтын хэлбэр тус бүрээр авч үзвэл дараах байдалтай байна. Бэлчээр ашиглалтын нөлөөлөлд эрэг орчмын нутгийн 64.4 хувь, аймгийн төвийн нөлөөлөлд 16 хувь, сумын төвийн нөлөөлөлд 25.8 хувь, тосгон, багийн төв бусад жижиг суурин газрын нөлөөлөлд 27.8 хувь, газар тариалангийн нөлөөлөлд 1.7 хувь, уул уурхайн нөлөөлөлд 0.9, шороон замын нөлөөлөлд 15.6 хувь өртөж байна. Дээрх үзүүлэлт гол тус бүрийн хэмжээнд харилцан адилгүй байхын зэрэгцээ сул, дунд, хүчтэй зэрэглэлээр нөлөөлөлд өртөх талбайн хэмжээ голын эргээс алслагдах зайд өөр өөр байна. Ерөө голын эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх талбайн хувь хэмжээг тооцвол бэлчээр ашиглалтын нөлөөлөлд 37.2 хувь, шороон замын нөлөөлөлд 5.1 хувь, сумын төвийн нөлөөлөлд 12.8 хувь, уул уурхайн нөлөөлөлд 1.7 хувь, тариалангийн газрын нөлөөлөлд 0.4 хувь нь өртөж байна.

Голын эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын хүчтэй зэрэглэлээр өртөх талбайн хэмжээ эргээс алслагдах зайд хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг тооцож үзвэл Хараа голын эргээс 600 метрийн алслалт бүхий нутагт бэлчээр ашиглалтын, аймгийн төвийн нөлөөлөл хамгийн их талбайг эзэлж байгаа бол 801-1000 метрийн алслалттай нутагт аймгийн төвийн нөлөөлөлд өртөх талбайн хэмжээ их хэвээр байх ба бэлчээр ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх талбайн хэмжээ буурч тариалангийн газрын нөлөөлөлд өртөх талбайн хэмжээ нэмэгдэж байна. Ерөө голын эрэг орчмын 200 метрт сумын төвийн, уул уурхайн нөлөөлөлд өртөх талбайн хэмжээ хамгийн их байхад 401-600 метрийн алслалттай нутагт уул уурхай, бэлчээр ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх, 801-1000 метрийн алслалттай нутагт бэлчээр ашиглалт, газар тариалангийн нөлөөлөлд өртөх талбайн хэмжээ өндөр байна (хүснэгт 20).



Зураг 17: Хараа, Ерөө, Шарын голын сав нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдал

Хүснэгт 21: Хараа, Ерөө голын эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд хүчтэй өртөх талбайн хэмжээ, га

	Хараа голын эрэг орчмын нутаг	Ерөө голын эрэг орчмын нутаг
Голын эргээс 200 метрийн радиуст		
Бэлчээр ашиглалт	883.34	286.06
Аймгийн төв	711.32	
Сумын төв	239.90	610.68
Тосгон, багийн төв, бусад	291.86	
Шороон зам	96.00	8.00
Уул уурхайн		352.00
Газар тариалан	101.19	7.58
401-600 метрийн алслалт бүхий нутаг		
Бэлчээр ашиглалт	699.139	217.526
Аймгийн төв	668.623	
Сумын төв	245.053	17.078
Тосгон, багийн төв, бусад	340.384	
Шороон зам	164	4
Уул уурхайн		227
Газар тариалан	287.799	68.68
801-1000 метрийн алслалт бүхий нутаг		
Бэлчээр ашиглалт	533.396	202.411
Аймгийн төв	656.259	
Сумын төв	267.809	66.624
Тосгон, багийн төв, бусад	391.163	
Шороон зам	196	8
Уул уурхайн		86
Газар тариалан	615.74	100.599

Хараа голын эрэг орчмын (0-1000 метрийн алслалттай) нутагт бэлчээр ашиглалт, тосгон, багийн төв, төмөр замын өртөө, зөрлөг дагасан жижиг суурингийн газрын нөлөөлөлд, Ерөө голын хөндийд бэлчээр ашиглалт, сумын төвийн нөлөөлөлд дунд зэрэг өртөх талбайн хэмжээ хамгийн их байна. Эндээс үзвэл голын эрэг орчмын нутаг бэлчээр ашиглалтын нөлөөлөлд хүчтэй, дунд зэрэг зэрэглэлээр ихээхэн өртдөг болох нь харагдаж байна. Бэлчээр ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдлыг эс тооцвол дээрх голуудын эрэг орчмын нутагт үзүүлэх газар ашиглалтын төрлүүдийн нөлөөллийн зэрэглэл, цар хүрээ харилцан адилгүй байна. Иймээс газарзүйн мэдээллийн систем дээр суурилсан олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын аргыг ашиглан эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдлын нэгдсэн үнэлгээг хийх тохиолдолд хүчин зүйлийн ач холбогдлын эрэмбэлэлтийг гол тус бүрийн хэмжээнд хийх нь зүйтэй юм. Хараа голын эрэг орчмын нутагт үзүүлэх газар ашиглалтын хэлбэрүүдийн нөлөөллийг дараах байдлаар эрэмбэлсэн (хүснэгт 22).

Хүснэгт 22: Газар ашиглалтын хэлбэрүүдийн эрэмбэлэлт

Сэдэвчилсэн давхарга	Эрэмбэлэлт	Жигнэсэн утга
Аймгийн төвийн нөлөөлөл (A)	1	0.2959
Бэлчээр ашиглалтын нөлөөлөл (P)	1	0.2959
Сумын төвийн нөлөөлөл (S)	2	0.1801
Тосгон, багийн төв, бусад суурин газрын нөлөөлөл (T)	3	0.1116
Тариалангийн газрын нөлөөлөл (C)	4	0.0702
Шороон замын нөлөөлөл (R)	5	0.0464

Судлаачдын бүтээлээс үзвэл Хараа голын сав нутгийн нэн ялангуяа голын хөндий, эрэг орчмын бэлчээрийн даацыг хэтрүүлэн ашигласнаас эрэг орчмын бүсийн ургамлан нөмрөг хүчтэй доройтолд оржээ. Ургамал нөмрөгийн доройтолтой холбоотойгоор голын эрэг нурах, эвдрэх үйл явц эрчимжсэн ба энэ нь голын усаар зөөгдөж буй хагшаасны үндсэн эх үүсвэр болж байна [17]. Иймээс усан орчны экологид үзүүлж буй бэлчээр ашиглалтын нөлөөллийг харгалзан үзэж хүчин зүйлүүдийн эрэмбэлэлтэнд бэлчээр ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдлыг аймгийн төвийн нөлөөлөлд өртөх байдалтай тэнцүү ач холбогдолтой гэж үзсэн болно. Дээрх эрэмбэлэлтийн нийцлийн индексийн утга (CR) 0.013 гарсан тул эрэмбэлэлт үнэмшилтэй хэмээн үзэж сэдэвчилсэн давхарга тус бүрийн жигнэсэн утгыг тооцоолсон. Газар ашиглалтын хэлбэрүүдийн нөлөөлөлд Хараа голын эрэг орчмын нутгийн өртөх байдлыг тооцсон сэдэвчилсэн давхаргуудыг давхцуулах замаар доорх тооцоог ашиглан нэгдсэн зургийг гаргалаа.

$$L = A*0.2959 + S*0.1801 + C*0.0702 + R*0.0464 + P*0.2959 + T*0.1116$$

L – Газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдал

Хараа голын голын эргээс 1000 метрийн алслалт бүхий нутгийн 41.9 хувь буюу 21076.8 га газар сул, 44.5 хувь буюу 22380.6 га газар дунд зэрэг, 13.7 хувь буюу 6883.5 га газар хүчтэй зэрэглэлээр газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөж байна (зураг 17).

Газар ашиглалтын хэлбэрүүдийн Ерөө голын эрэг орчмын нутагт үзүүлэх хүчтэй нөлөөлөл, тэдгээрийн эзлэх талбайг харгалзан хүчин зүйлүүдийн эрэмбэлэлтийг хийсэн болно (хүснэгт 23).

Хүснэгт 23: Газар ашиглалтын хэлбэрүүдийн эрэмбэлэлт

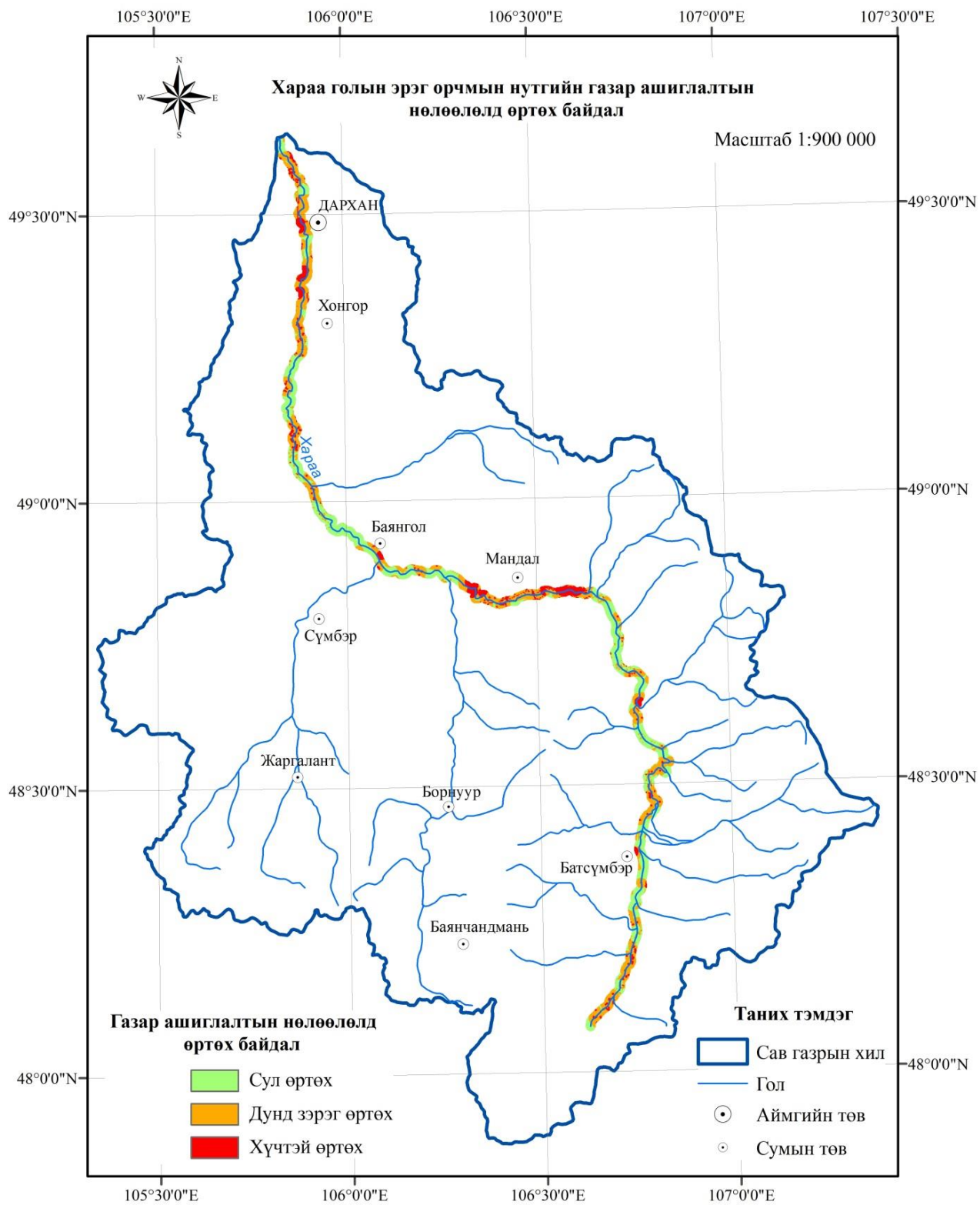
Сэдэвчилсэн давхарга	Эрэмбэлэлт	Жигнэсэн утга
Сумын төвийн нөлөөлөл (S)	1	0.376
Бэлчээр ашиглалтын нөлөөлөл (P)	2	0.2147
Уул уурхайн нөлөөлөл (M)	2	0.2147
Тариалангийн газрын нөлөөлөл (C)	3	0.1209
Шороон замын нөлөөлөл (R)	4	0.0738

Хүчин зүйлүүдийн эрэмбэлэлтийн нийцлийн индексийн утга (CR) 0.0074 гарсан тул сэдэвчилсэн давхарга тус бүрийн жигнэсэн утгыг тооцоолсон. Ерөө голын эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдлын нэгдсэн зургийг дараах тооцоог ашиглан гаргалаа.

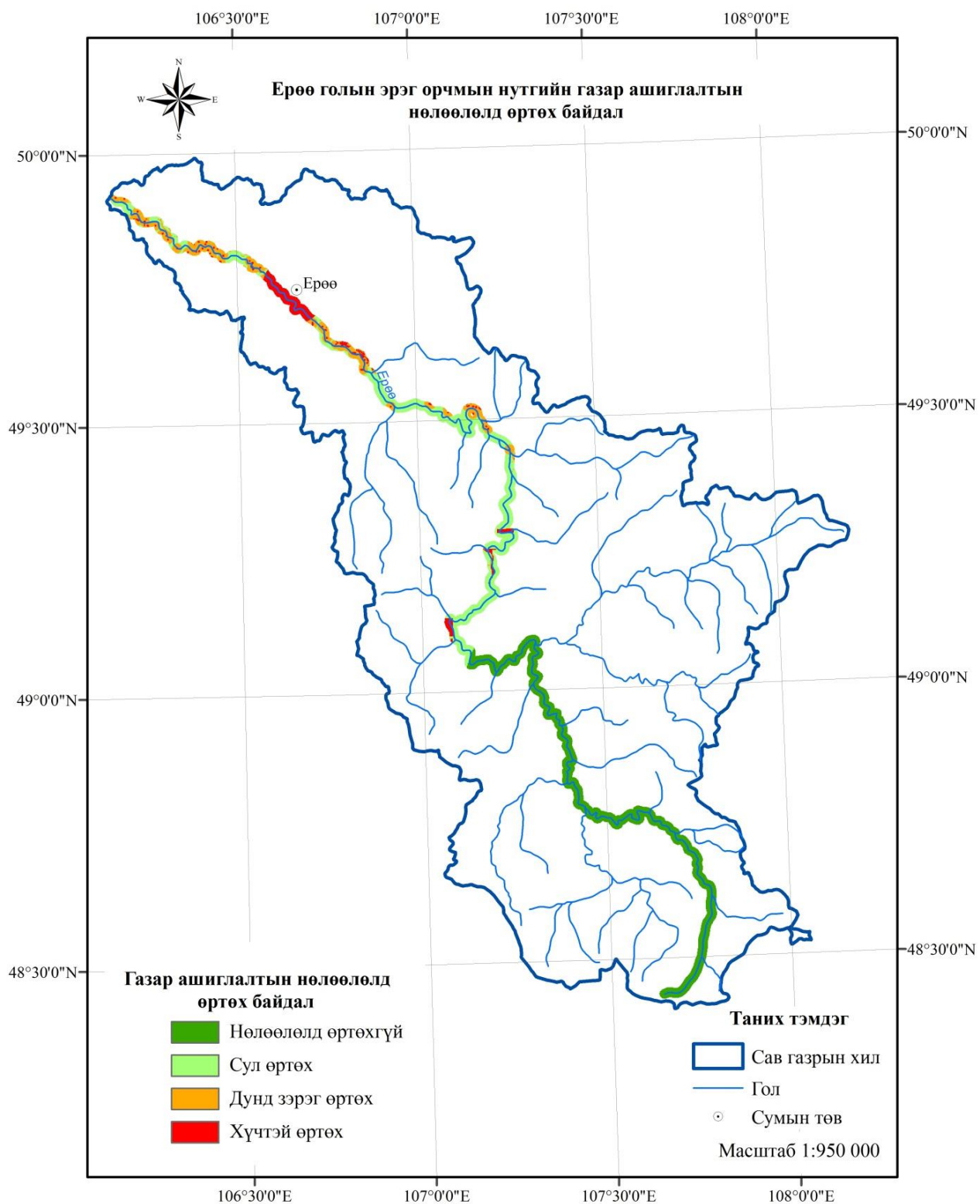
$$L = S*0.376 + C*0.1209 + R*0.0738 + P*0.2147 + M*0.2147$$

L – Газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдал

Тооцооллын аргаар гарган авсан өртөх байдлын зурагт (зураг 18) тулгуурлан тооцвол судалгааны талбайн хэмжээнд 5287.3 га (8.4 хувь) газар газар ашиглалтын нөлөөлөлд хүчтэй, 9936.5 га (15.7 хувь) дунд зэрэг, 21474.4 га (34 хувь) сул өртөж байгаа бол 26510.7 га (41.9 хувь) газар нөлөөлөлд өртөхгүй байна.



Зураг 18: Хараа голын эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдал



Зураг 19: Ерөө голын эрэг орчмын нутгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдал

7. Усан орчны экологийн төлөв байдлын нэгдсэн үнэлгээ

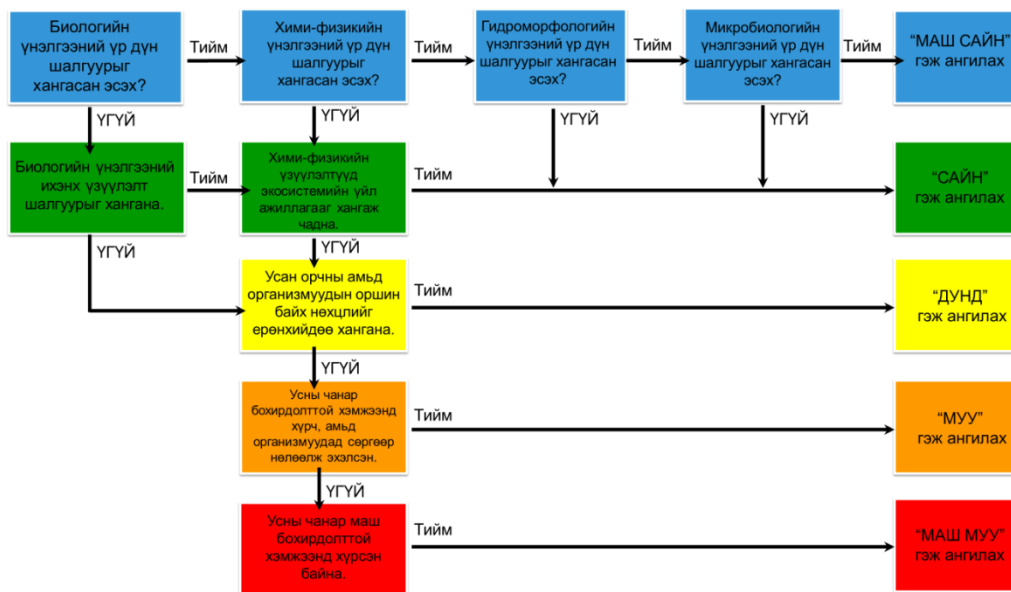
Усан орчны экологийн төлөв байдлын нэгдсэн үнэлгээг судалгааны цэг бүрт тогтоох бөгөөд 3 шатлалт үнэлгээг өгөх зарчмын талаар “Оршил” бүлэгт дурдсан (зураг 2). Уг зарчмын дагуу *үнэлгээний 1 дүгээр шатлалын* үр дүнг өмнөх 2-оос 5 дугаар бүлгүүдэд дэлгэрэнгүй танилцуулсан бөгөөд *2, 3 дугаар шатлалын үнэлгээ* болох эцсийн нэгдсэн үнэлгээг уг бүлэгт товч танилцуулах юм.

1 дүгээр шатлалын үнэлгээний тойм буюу судалгааны үндсэн болон дэд чиглэлүүд, шалгуур үзүүлэлтийн тоо, үнэлгээнээс гарсан үр дүн болох 1 дүгээр шатлалын усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээг Хараа голын адаг хэсгийн жишээн дээр танилцуулав (хүснэгт 24).

Хүснэгт 24: Хараа голын адаг хэсгийн (Бүрэнтолгой) усан орчны экологийн төлөв байдлын 1 шатлалын үнэлгээ

Судалгааны чиглэл	Дэд чиглэлүүд	Шалгуур үзүүлэлтийн тоо	I шатлалын үнэлгээний үр дүн
I. Биологийн үнэлгээ	Цахиурт замаг	3	Дунд
	Зоопланктон	3	Дунд
	Макросээрнуруугүйтэн	8	Сайн
	Загас	6	Сайн
II. Физик-химийн үнэлгээ	Металл болон ионууд	22	Дунд
	Пестицидүүд	17	
	Шим тэжээлийн бодисууд, физик үзүүлэлтүүд	6	
III. Микробиологийн үнэлгээ	Нийт колиформ	1	Дунд
	Термотолерант	1	
IV. Гидро-морфологийн үнэлгээ	Голын голдрилын төлөв байдал Уртын дагуух бүтэц Ёроолын бүтэц, бүрэлдэхүүн Хөндлөн огтлол Эргийн морфологи Эргийн бүсийн судалгаа	31	Дунд

2, 3 дугаар шатлалын үнэлгээг хэрхэн тогтоох аргачлалыг зураг 2 болон 19-т тайлбарласан болно. 2 дугаар шатлалын үнэлгээнд Хараа голын адаг орчмын усан орчны экологийн төлөв байдлын биологийн үнэлгээг “дунд” гэж дүгнэх ба 3 дугаар шатлалын үнэлгээ буюу нэгдсэн үнэлгээг “ДУНД” гэж тогтоов. Энэхүү аргачлалын дагуу усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээг судалгааны бусад цэгүүдэд, бусад голуудад тооцох боломжтой.



Зураг 20: Усан орчны экологийн төлөв байдлын үнэлгээг тогтоох арга

Санал, дүгнэлт

- Монгол оронд 1976 оноос гадаргын усны хяналт шинжилгээний хөтөлбөрийг, 1990-ээд оноос олон талт судалгааны чиглэлүүдээр эрдэм шинжилгээний байгууллага, олон улсын хамтарсан судалгааны багууд төсөл, хөтөлбөрүүдийг нилээдгүй хэрэгжүүлж ирсэн боловч судалгааны чиглэлүүд, тэдгээр хамаарах шалгуур үзүүлэлтүүдээр үнэлсэн усан орчны экологийн төлөв байдлын “НЭГДСЭН” үнэлгээний аргачлалыг өнөөг хүртэл нэвтрүүлж, хэрэгжүүлээгүй байсан юм.
- Нэн ялангуяа усан орчны биологийн чиглэлд судлаачид бусад улс орны судлаачдын боловсруулсан арга зүй, аргачлалыг шууд авч хэрэглэхээс гадна гидроморфологийн судалгаа, үнэлгээний ажил бүр учир дутагдалтай хийгдэж байгаа юм.
- Бид энэхүү бүтээлдээ судалгааны 4 үндсэн чиглэлийн хүрээнд үнэлгээний 3 шатлалаар “Усан орчны экологийн төлөв байдлын нэгдсэн үнэлгээ”-ний аргачлалыг боловсруулсан бөгөөд голын эрэг орчмын бүсийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх байдлын үнэлгээ, түүний үр дүнг нэмэлтээр боловсруулав.
- Цаашид шалгуур үзүүлэлтүүдийн тоо, тэдгээрийн хэм хэмжээг дахин тогтоох шаардлага байгаа төдийгүй ялангуяа фитопланктон буюу усны ургамал, микробиологи, гидроморфологийн чиглэлд нэмэлт судалгааны ажил, үнэлгээний аргачлал дутагдалтай хэвээр байна.
- Хараа, Ерөө голын усан орчны мониторинг судалгааны дэлгэрэнгүй үр дүнг “Усан орчны экологийн урт хугацааны мониторинг судалгаа: Хараа, Ерөө голын жишээн дээр” сэдэвт суурь судалгааны төслийн эрдэм шинжилгээний тайлангаас танилцах боломжтой.

8. Ашигласан бүтээлийн жагсаалт*

1. Болормаа О, 2012. “Монголын уул уурхайн хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөө, бохирдлыг үнэлэх” “Япон, Монголын хүрээлэн буй орчин”сэдэвт семинар дугаар-7, Улаанбаатар.
2. Ганцоож, Б. (2017), “Зоопланктон буюу усны хөвөгч амьтныг судлах арга зүйн асуудалд”, Монгол орны газарзүй ба геоэкологийн асуудал, ШУА-ийн ГГХ, тусгай дугаар, х. 65-71, Улаанбаатар.
3. Ганцоож, Б. (2017), “Зоопланктон буюу усны хөвөгч амьтан таних бичиг”, Гарын авлагын эхийг бэлтгэж хэвлэлтэнд бэлэн болгосон, Улаанбаатар.
4. Жавзан Ч., Эрдэнэцэцэг Ц, 2010. “Орхон гол түүний томоохон цутгалуудын усны чанар, бохирдлын судалгааны дүнгээс”, Монгол орны геоэкологийн асуудал, Улаанбаатар
5. Жавзан Ч., бусад, 2015. “Дархан, Эрдэнэт хотын үйлдвэрийн районы усан орчны экотоксикологийн судалгаа”суурь судалгааны төслийн тайлан
6. “Орхон-Сэлэнгийн сав нутгийн экосистемийн экологи биологийн үнэлгээ, нөхөн сэргээх үндэслэл” сэдэвт ажлын тайлан, 1998. УБ.,
7. Өнөрням, Ж., Болормаа. Ц., Баянбилэг, С. (2016), “Хараа голын хөндийн зарим хэсгийн газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртсөн байдлыг тооцсон үр дүнгээс”, “Хүрэл тогоот-2016” Газарзүй, геологийн салбарын залуу эрдэмтэн, судлаачдын бүтээл, Улаанбаатар.
8. Саулегүл, А. (2009), ‘Голын усны чанарыг үнэлэх хялбаршуулсан арга-Гарын авлага’, Геоэкологийн Хүрээлэн, ШУА, Улаанбаатар хот, 73 х.
9. Саулегүл, А. (2018), “Усан орчны бохирдол, өөрчлөлтийн биологийн үнэлгээ: Шалгуур үзүүлэлтүүдийн индекс (Макросээрнуруугүйтний жишээн дээр)”, ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Улаанбаатар хот, 50 х.
10. Содгэрэл П. 2014. Олон шалгуурын дүн шинжилгээнд АНР аргыг ашиглах нь. Газар зохион байгуулалт -60. Улаанбаатар
11. “Усан орчны экологийн урт хугацааны мониторинг судалгаа: Хараа, Ерөө голын жишээн дээр”сэдэвт суурь судалгааны төслийн эрдэм шинжилгээний тайлан, ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Улаанбаатар хот, 233 х.
12. Цэнгэлмаа Б, 2016. “Усны чанарын индекс тооцох аргазүйн асуудалд” БОАЖЯ
13. AQEM. (2014), “European stream assessment program”, Version 2.3, released on April 2004
14. Avlyush, S. (2011), “Effects of surface gold mining on macroinvertebrate communities, A case study in river systems in the North-East of Mongolia”, Lambert Academic Publishing, Germany, 94 pp.
15. Avlyush, S., Schaeffer, M., & Borchardt, D. (2013a), ‘Two sympatric, burrowing mayfly species (Ephemeroptera) displayed different life cycles but not habitat selection in the Kharaa River, North Mongolia’, International Review of Hydrobiology, 98, 141-154. DOI 10.1002/iroh.201301628
16. Avlyush, S. (2013b), “Life cycles and secondary production of Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera (Insecta) under an extreme continental climate (River Kharaa, Mongolia) ”, Dissertation, Department for Hydrosociences, Technical University of Dresden, Germany, 175 pp.
17. Berner S. (2007) Hydromorphologische Untersuchungen an einem Fließgewässer im Norden der Mongolei (Kharaa-Einzugsgebiet): Grundlagenerarbeitung für die

*Энэхүү бүтээлд ашиглагдсан нийт бүтээлийн жагсаалт бус бөгөөд зайлшгүй танилцах ёстой бүтээлүүдийг уг жагсаалтаар харуулав. Судалгааны чиглэл бүрээр судлаачдын бусад бүтээлээс дэлгэрэнгүй үзэх боломжтой.

- Interpretation biologischer Daten. Master Thesis, University of Kassel, Kassel, Germany, 89 p. (In German)
18. Bukhchuluun Ts. (2016). 'Diatoms in Yeroo and Kharaa river basin, Mongolia', Institute of General and Experiment Biology, Mongolian Academy of Sciences. Annual Research Journal, 32, 140-145.
 19. Elizabeth Dodson Coulter, James Coakley, John Sessions. 2006. The analytic hierarchy process: A tutorial for use in prioritizing forest road investments to minimize environmental effects. International Journal of Forest Engineering. Vol.17. No. 2.
 20. Hofmann J., Hürdler J., Ibisch R., Schaeffer M. & Borchardt D. (2011), "Analysis of recent nutrient emission pathways, resulting surface water quality and ecological impacts under extreme continental climate: The Kharaa River Basin (Mongolia) ", International review of Hydrobiology, 96, 484-519.
 21. Hofmann, J., Karthe, D., Ibisch, R., Schaffer, M., Avlyush, S., Heldt, S. & Kaus, A. (2015), "Initial Characterization and Water Quality Assessment of Stream Landscapes in Northern Mongolia", Water, 7, 3166-3205; doi:[10.3390/w7073166](https://doi.org/10.3390/w7073166)
 22. Juhász, I. (2016), "Evaluation of macroinvertebrate data based on autoecological information", Slovak Journal of Civil Engineering, 24, 36-44, DOI: 10.1515/sjce-2016-0020
 23. Katie Steele, Yohay Carmel, Jean Cross, Chris Wilcox. 2009. Uses and misuses of multicriteria decision analysis (MCDA) in environmental decision making. Risk Analysis. Vol.29. No.1. 2009. DOI: 10.1111/j.1539-6924.2008.01130.x
 24. Kelly MG, Whitton BA (1995) The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. J Appl Phycol 7:433–444.
 25. Martine Nyeko. 2012. GIS and Multi criteria decision analysis for land use resource planning. Journal of Geographic Information System. No.4
 26. Merritt. R.W., and K.W. Cummins. (1988), "An Introduction to the Aquatic Insects Of North America", Kendal/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa
 27. Mike T. Furse, Daniel Hering, Karel Brabec, Andrea Buffagni, Leonard Sandin & Piet F.M. Verdonschot (eds.) (2006), 'The Ecological Status of European Rivers: Evaluation and Intercalibration of Assessment Methods', Hydrobiologia vol. 566, 543 pp
 28. MoMo Consortium. (2009) Integrated Water Resources Management for Central Asia: Model Region Mongolia (MoMo): Case study in the Kharaa River Basin. Final Project Report, 201 p.
 29. Paul S. Giller & Bjorn Malmqvist (2005), "The Biology of streams and Rivers: Biology of habitats", Oxford University Press, Great Britain
 30. Szczepocka E, Kruk A, Rakowska B (2015) Can tolerant diatom taxa be used for effective assessments of human pressure River Res Appl 31:368–378.
 31. University of Duisburg Essen (2018), <http://www.fliessgewaesserbewertung.de>
 32. Van Dam, H.M. and Sinkeldam, J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. Netherlands Journal of Aquatic Ecology., 28 (1): 117-133. Visco ба бусад, 2015).
 33. Yi-Kuang Wang, R. S. (2005). Development and evaluation of a diatom-based index of biotic integrity for the interior plateau ecoregion, USA. The North American Benthological Society, 24(4), 990-1008.

