



# Дархан хот орчмын геоэкологийн судалгаа, хөрсний бохирдол, үнэлгээ

**Geo-ecological study in Darkhan city area**

**Д.Даваадорж**

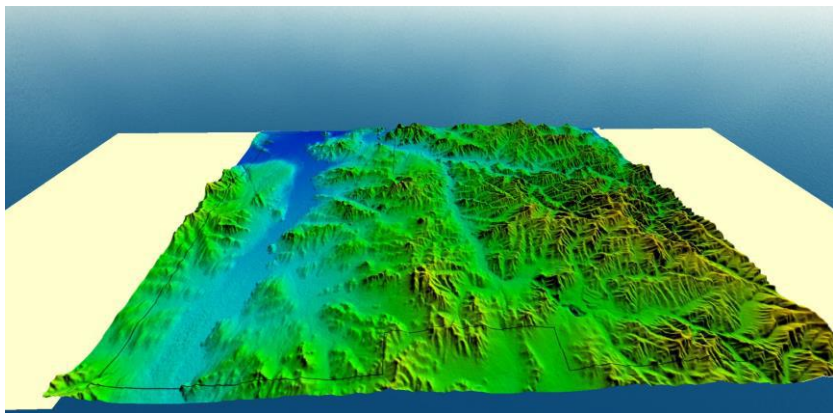
Монгол Улсын Их Сургууль

Шинжлэх Ухааны Сургууль, Байгалийн ухааны салбар

Газарзүйн тэнхим

# Судалгааны ажлын үндэслэл

Дархан хот нь эдийн засаг, аж үйлдвэрийн голлох бүс нутаг бөгөөд хүнд төмөрлөгийн үйлдвэр болон арьс ширний үйлдвэрлэл, хүнс- хөдөө аж ахуйн бүтээгдэхүүний үйлдвэрүүд голчлон байршсанаас гадна Ази- Европын ачаа тээврийн Москва-Улаанбаатар- Бээжин чиглэлийн автозам болон төмөр замын трасс дайран өнгөрдөг зэрэг онцлог шинжүүд нь голлох ач холбогдлыг төвлөрүүлдэг.

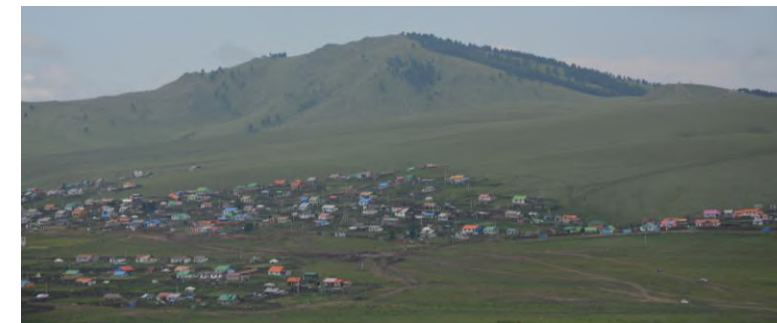
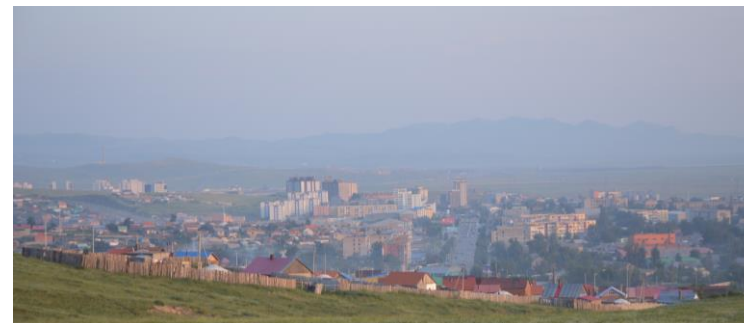
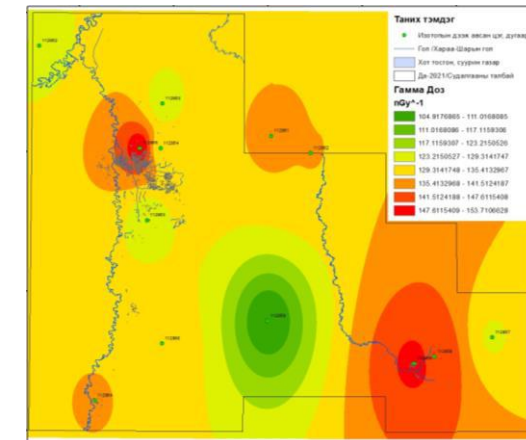
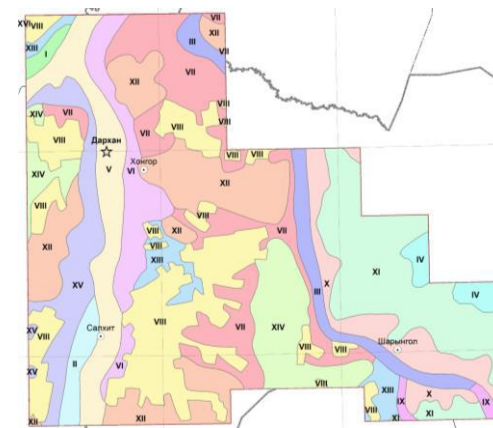
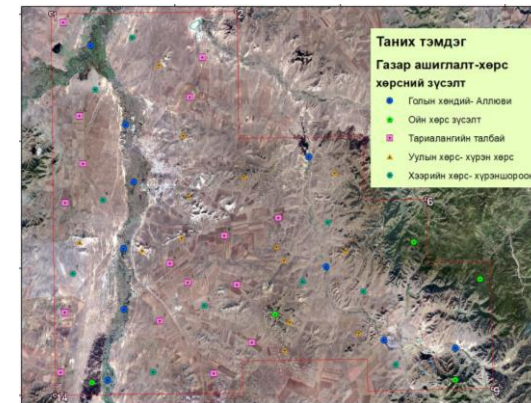
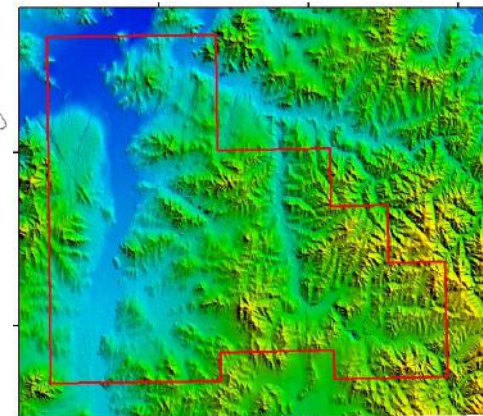
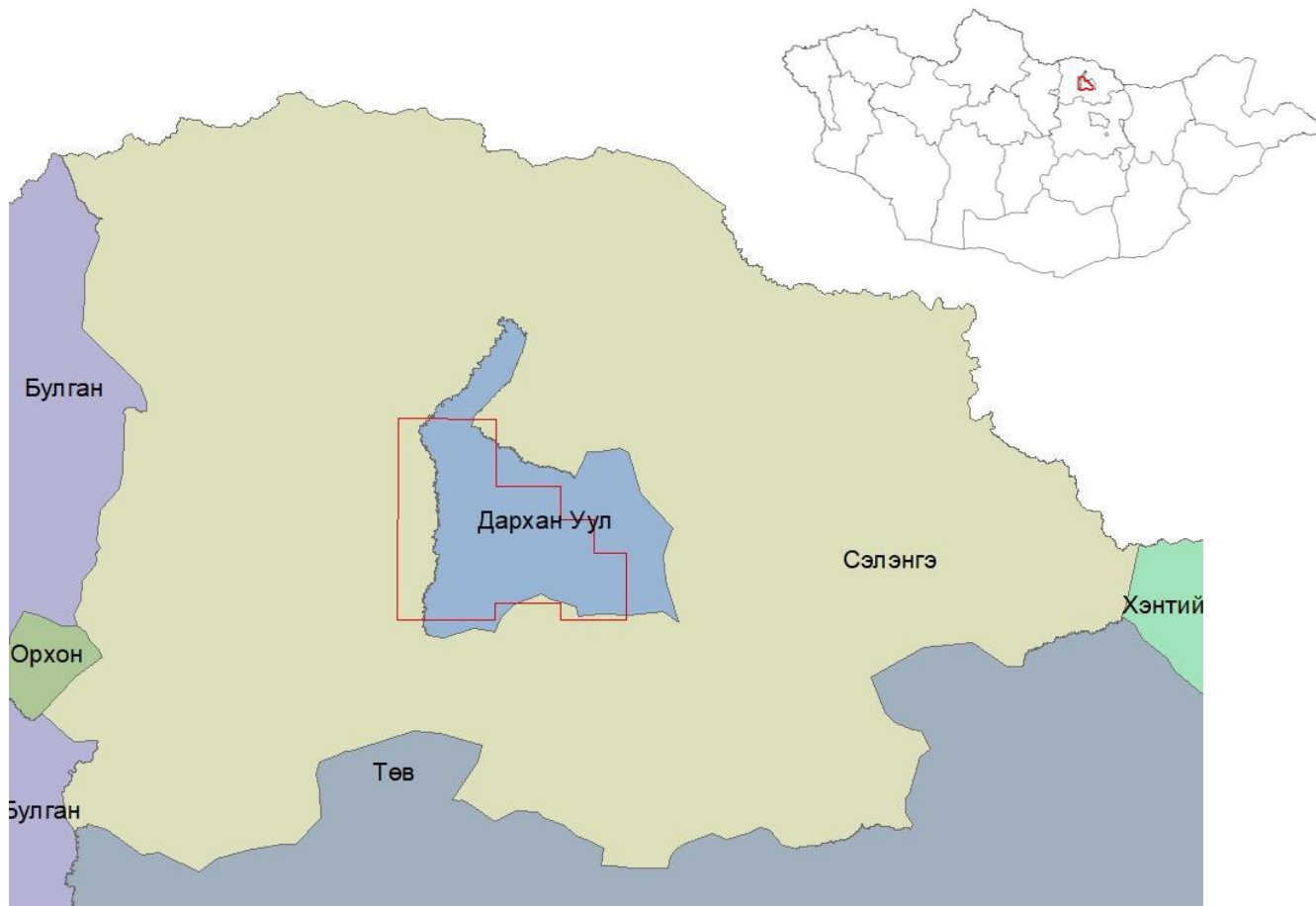


<https://www.toursmongolia.com/>

Физик газарзүйн байрлалын хувьд Хангайн, Хэнтийн нурууны зааг нутаг, Орон-Сэлэнгийн сав газрын бэсрэг уулсын мужд байрлах бөгөөд Хараа гол, Орхон голын хөндий нутгийн баруун хэсгээр дайран өнгөрөх тул бүс нутгийн хувьд үржил шимд хар шороон хөрс тогтворжих, лесс маягын хөрс тохиолдох суурь болдог байна. Энэ нь газар ашиглалтын эрчмийг нэмэгдүүлдэг

Байгаль-газарзүйн нөхцөлд суурилсан нийгэм эдийн засгийн тогтвортой хөгжлийн хангахад байгалийн нөөц баялгийг экологид сөрөг нөлөөгүйгээр ашиглах, бүс нутгийн түвшинд бэлчээрийн болон эрчимжсэн мал аж ахуй, газар тариалан, уул уурхайн олборлох, боловсруулах үйлдвэр, хүн амын суурьшилт-хотжилтын түшин, дэд бүтэц, тээвэр, аялал жуулчлал, амралт сувилал зэрэг нийгэм-эдийн засгийн тэргүүлэх салбаруудыг хөгжүүлэхэд шаардагдах хүрээлэн буй орчны төлөв байдал, түүний өнөөгийн төлөв байдал, цаашдын хувирал өөрчлөлтийг нарийвчилан үнэлэх шаардлагатай юм.

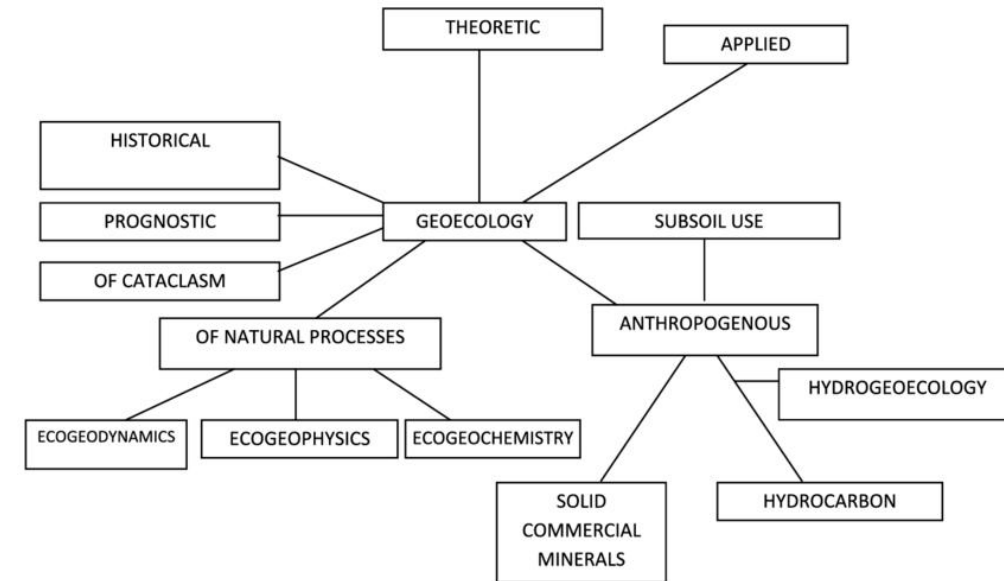
# Судалгааны талбай



# Онолын үндэслэл

Гео-экологийн тухай ойлголт нь 1970 оноо эхлэн өргөнөөр хэрэглэгдэж эхэлсэн бөгөөд үндэн агуулга нь хэрэглээний газарзүйн шинжлэх ухааны салбарт газарзүйн суурь ойлголтыг практикт ашиглах тухай сургаалиар анх боловсруулагдаж ирсэн.

Гео-экологи нь нийгэм, байгалийн ухааны харилцан үйлчилэлийн олон талт харилцаа, ойлголтыг хамардаг тул судалгааны объект, сэдэв, аргазүй, онолын талаар ялгаатай ойлголтууд үүсдэг.



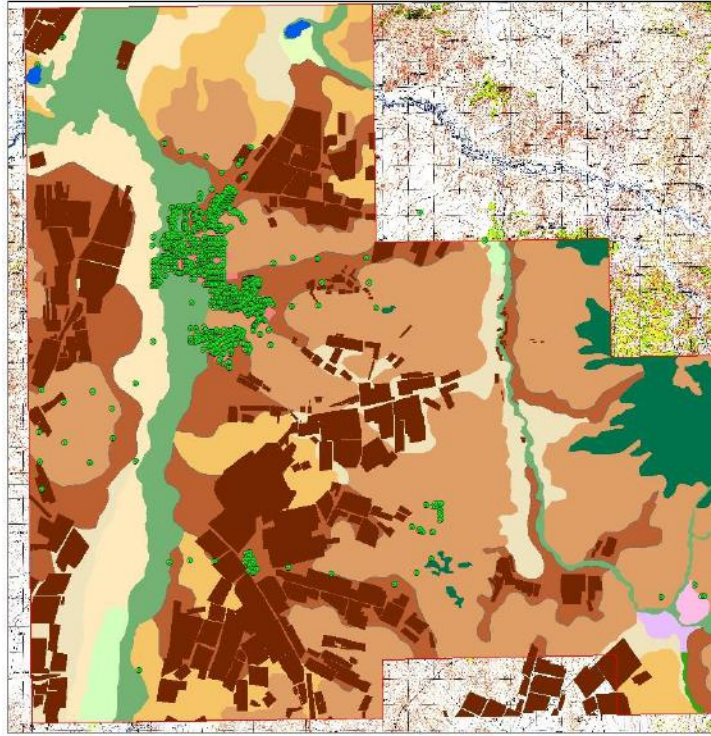
Орчин үед гео-экологийн салбарын чиглэлийг 2 янзаар авч үзэх хандлага давамгайлж байна. үүнд:

Геоэкологийг геологийн орчны экологи гэж үздэг. Энэхүү хандлагын тусламжтайгаар геоэкологи нь геологийн орчны бусад байгалийн бүрэлдэхүүн хэсгүүд - агаар мандал, гидросфер, шим мандалтай байгалийн хамаарлыг (шууд ба урвуу) судалдаг; хүний үйл ажиллагааны үр нөлөөг олон янзын илрэлээр үнэлдэг. Энэ хүрээнд геоэкологи нь геологи, геохими, биологи, экологийн уулзвар дахь шинжлэх ухаан гэж тооцогддог [Sochava, V., 1975. *The Doctrine of Geosystem (Novosibirsk, Science)*].

Геоэкологийг газарзүйн, биологийн (экологийн) болон нийгэм, үйлдвэрлэлийн тогтолцооны харилцан үйлчлэлийг судалдаг шинжлэх ухаан гэж үздэг. Энэ тохиолдолд геоэкологи нь байгаль орчны менежментийн экологийн талууд, хүн ба байгаль хоорондын харилцааг судалдаг бөгөөд системчилсэн ба синергетик парадигмуудыг идэвхтэй ашиглах, хувьслын хандлагаар тодорхойлогддог бөгөөд газарзүйн уулзварт шинжлэх ухааны салбар гэж тооцогддог. [Prozorov, L., 1997. *Geoecology: Methodological Foundations (Moscow, Rosgeo)*].



# Хөрсний дээж авалт



- Таних тэмдэг**
- Хөрсний дээж авсан цэг
  - Да-Геозкологи 2020 төслийн талбай
  - Тариалангийн талбай
- Да-Геозкологи 2020**
- Зонхилох хөрсөн бүрхэвч**
- Ойн бараан хөрс
  - Нарсан ойн чандруулаг хөрс
  - Уулын хээрийн хархүрэн хөрс
  - Ам хөндий хар шороон хөрс
  - Толгодын сайргархаг нимгэн хүрэн хөрс
  - Элсэн хучаастай хүрэн хөрс
  - Хүрэншороон хөрс
  - Нугархаг хархүрэн хөрс
  - Нуга-намгийн хөрс
  - Аллювийн ширэгт хөрс
  - Аллювийн нугын цэвдэгт хөрс
  - Шарын голын нүүрсний уурхай
  - Уурхайн овоолго
  - Технозем хөрс
  - Нуур



Геоэкологи бол дэлхийн абиотик бөмбөрцгийн экологийн үйл ажиллагаа, тэдгээрийн үүсэх зүй тогтол, биота, юуны түүрүүнд хүн төрөлхтний амьдрал, үйл ажиллагаатай холбоотой байгалийн болон техноген хүчний нөлөөгөөр орон зайн цаг хугацааны өөрчлөлтийг судалдаг олон талт шинжлэх ухаан юм ([Трофимов, 2009](#)). Гео-экологийн судалгаа нь мэдээллийн нэгдмэл байдлын зэрэгт үндэслэн аналитик (нэг хүчин зүйлд дүн шинжилгээ хийх), цогц (нэг хүчин зүйлд дүн шинжилгээ хийх) болон синтетик (хосолсон олон үнэлгээ) байж болно ([Мезоси, 1993](#)).

лабораторийн шинжилгээгээр гарсан хүнд элементийн агууламжыг MNS5850:2019 стандартанд заасан хүлцэх агууламж болон бохирдолд өртөөгүй эрүүл газрын хөрс буюу бүс нутгийн суурь агууламжтай харьцуулан, бохирдлын түвшинг үнэлнэ.

талбайн хөрсний бохирдлын өнөөгийн төлөв байдлыг үнэлэхдээ дэлхийн царцдас болон өнгөн хөрсөнд өргөн тархалттай хүнд металлын агууламжид үндэслэн олон улсын түвшинд бохирдлын үнэлгээнд хэрэглэдэг бохирдолын коэффициент- БФ ( Contamination factor- Cf), бохирдлын зэрэг –БЗ ( Contamination degree- Cd), баяжилтын фактор-(enrichment factor), гео-хуримтлалын индекс (geo-accumulation index) зэрэг бохирдлын индексүүдийг ашиглан, үнэллээ.

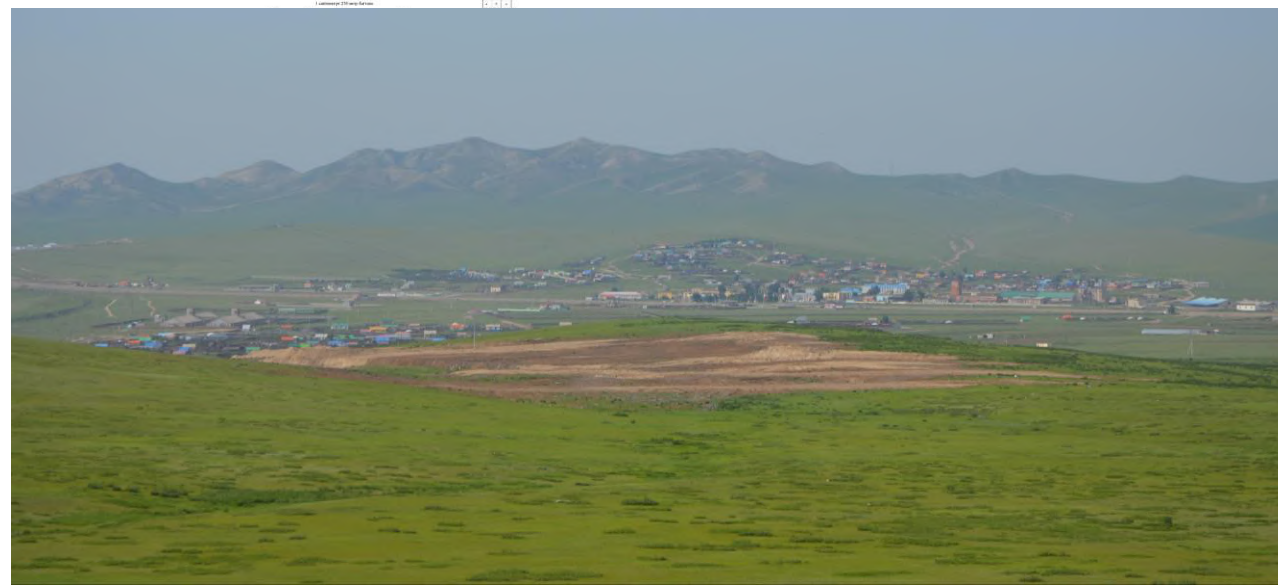
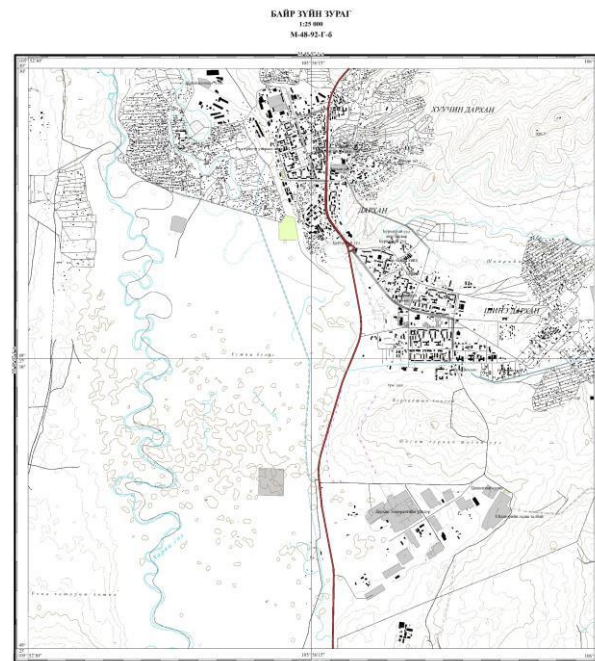
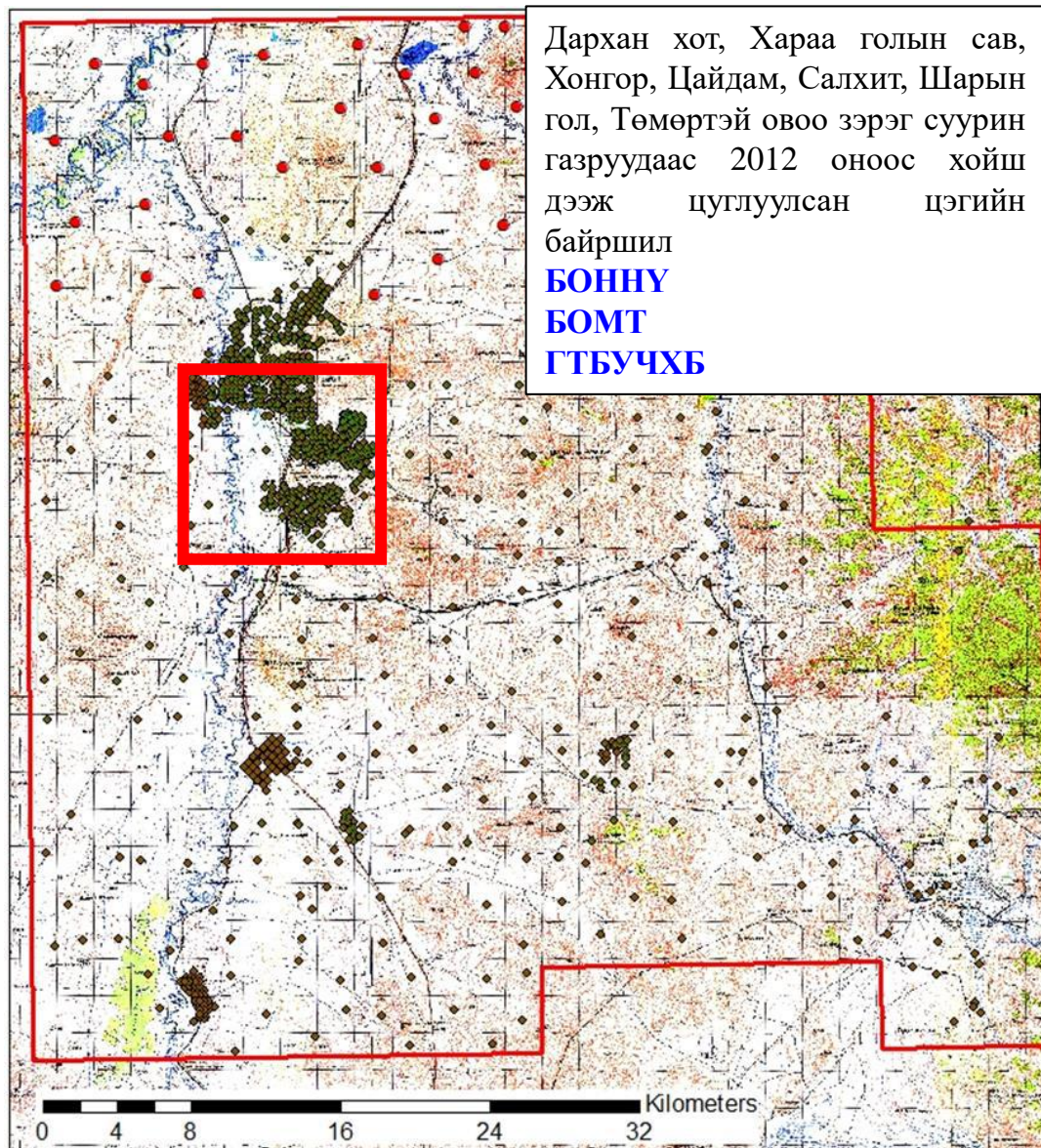
**Бохирдолын Фактор /БФ/ Contamination factor /Cf/)-ыг** тооцохдоо тухайн цэг дэх хүнд металлын агууламжийг хүлцэх агууламжинд харьцуулан олдог. Хөрсний бохирдлын зэрэглэлийг тогтоохдоо хүлцэх агууламжаас давсан буюу MNS5850:2019 стандартаас давсан утга буюу бохирдолд өртсөн эсэх үзүүлэлтээр үнэлдэг.

**Баяжилтын фактор:** Enrichment factor ([Buat-Menard and Chesselet, 1979](#); [Li Kexin et al 2014](#)): Хөрсний хүнд металлын хуримтлалын фактор 1-тэй тойр бол байгалийн эх үүсвэр буюу газрын царцдасаас үүдэлтэй гэж үзэх ба харин 1-ээс өндөр бол хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй бохирдол нөлөөлсөн байна гэж үзнэ.

**Гео-хуримтлалын индекс:** Geo-accumulation index ([Muller 1969](#); [Wei et al 2009](#); [Ferreira et al 2005](#)): хөрс болон хурдсанд агуулагдах хүнд элементийн агууламж бохирдол үүсгэж байгаа эсэхийг тодорхойлдог.

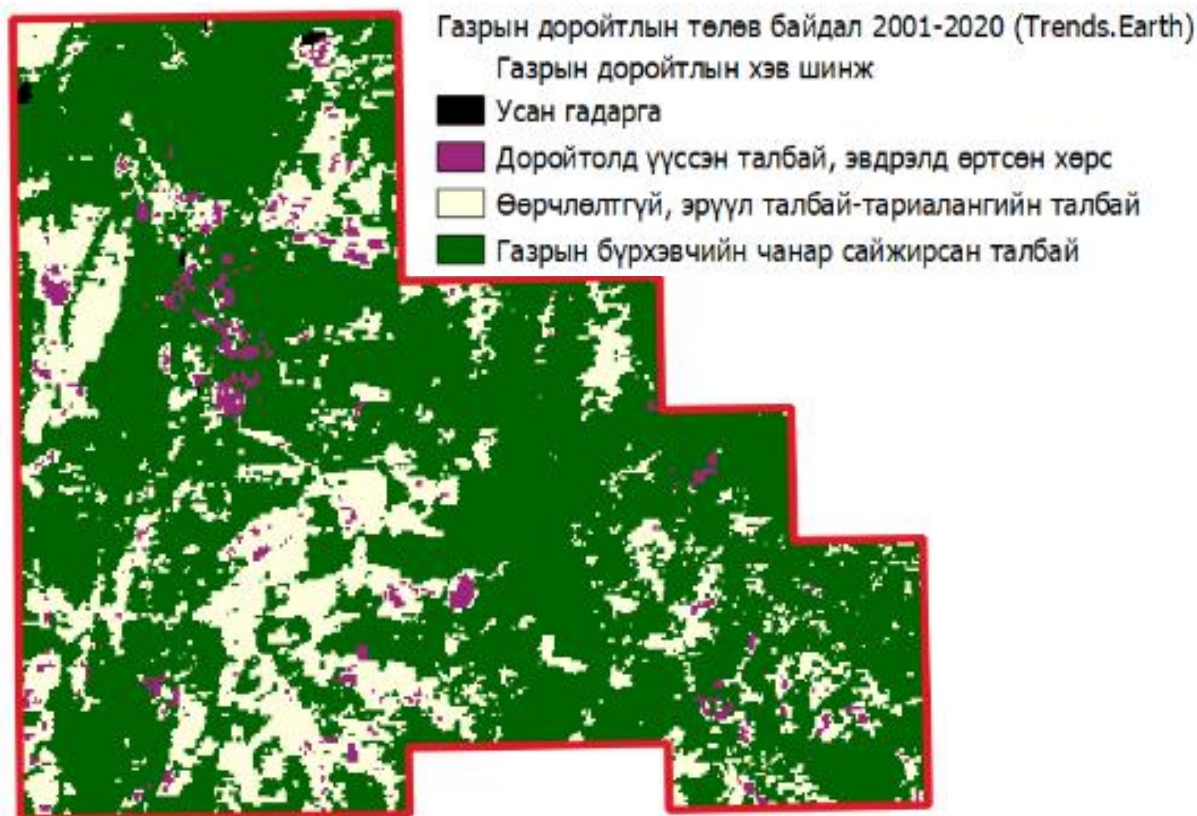
**Хөрсний бохирдлоос үүсэх экологийн эрсдэл:** Ecological Risk ([Hefni Effendi et al 2016](#); [Enkhchimeg et al; 2020](#)): тухайн цэг дээрх хөрсний хүнд металлын агууламж нь бохирдол үүсгэх нөхцөлд хүрсэн эсэх, тухайн хүнд элементийн агууламж нь хүрээлэн буй орчны чанарт сөргөөр нөлөөлөх эрсдэл үүсгэсэн эсэхд үнэлгээ өгдөг.

# Судалгааны үр дүн



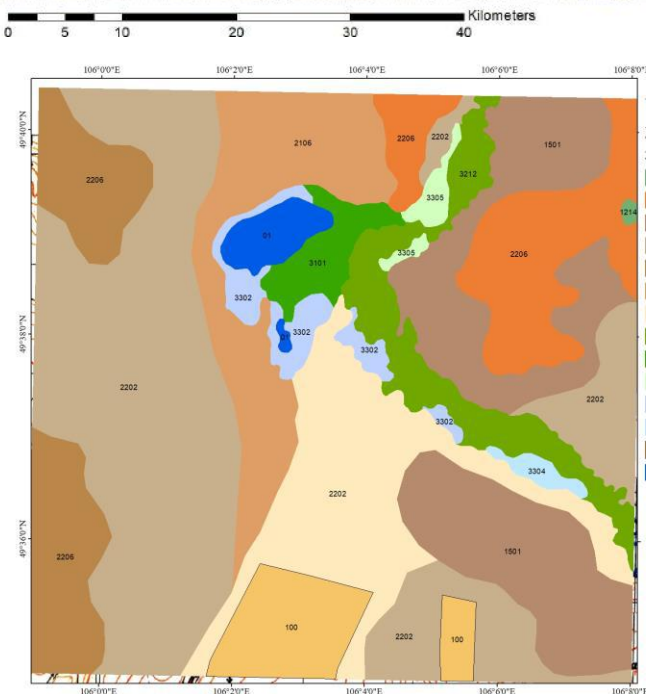
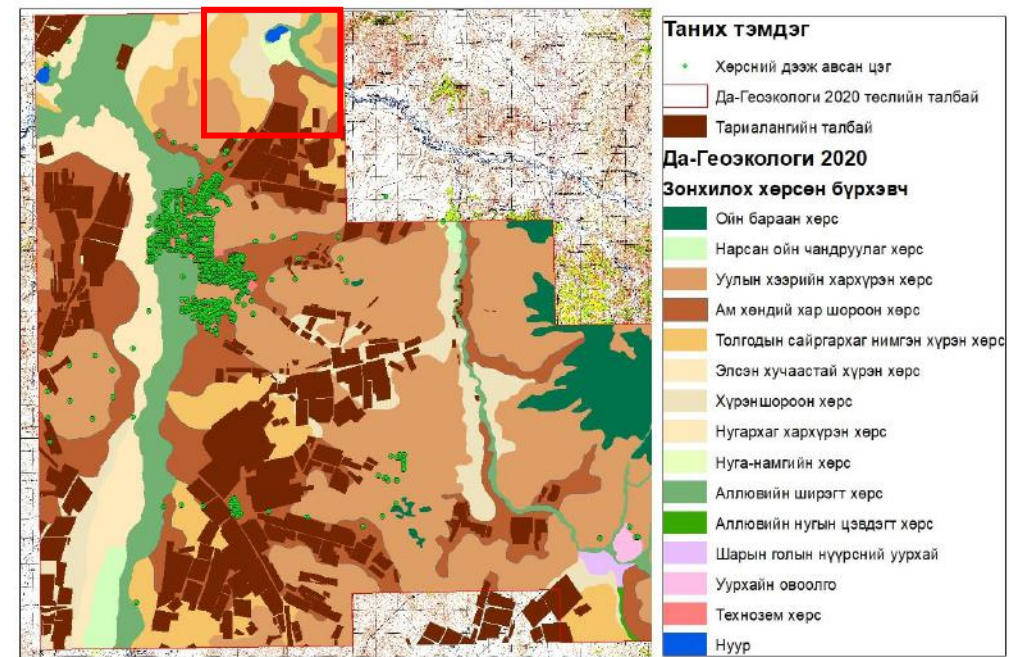
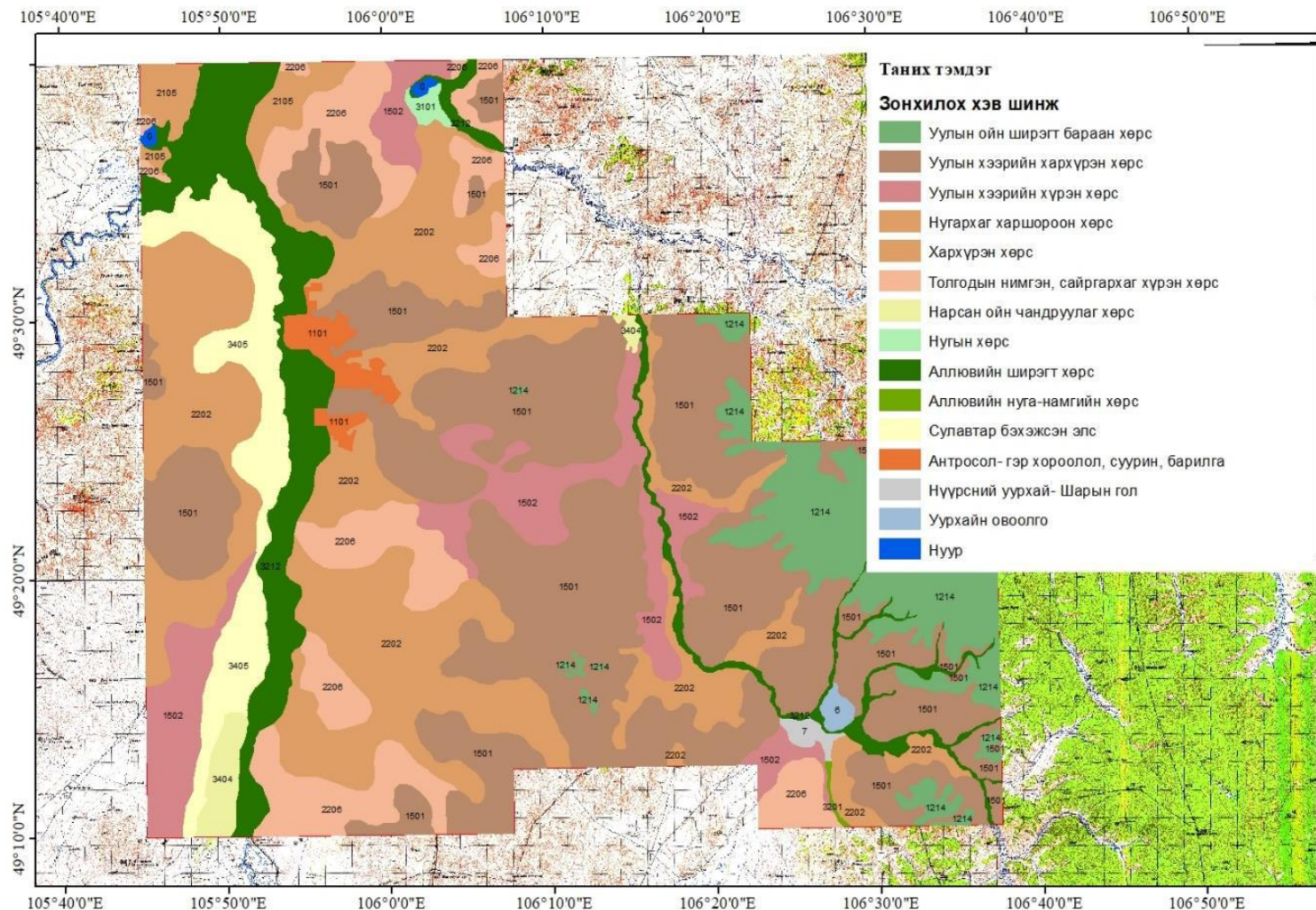


Дархан хот болон түүний зэргэлдээх бүс нутгийн хэмжээнд 2001-2020 оны ургамал бүрхэвч, хөрсний карбон агууламж, газар ашиглалтанд суурилсан НҮБ-ийн цөлжилттэй тэмцэх конвенц (UNCCD) -ийн хүрээнд боловсруулсан Google Earth Engine -ийн оронзайн мэдээнд суурилсан trend.Earth аргазүй ашиглан тооцоолсон (зураг.1). *trend буюу олон жилийн өөрчлөлтийн чиг хандлага*. Дархан хот болон түүний зэргэлдээх бүс нутгийн хүрээнд газар ашиглалтын хэлбэрийг ой мод (tree-covered areas), бэлчээр (grassland), тариалангийн талбай (cropland), ус-намгархаг газар (wetland), хот суурин газар (artificial area), бусад газар ашиглалт (other lands), гол, нуур (water bodies) гэсэн ангилалд хувааж үзсэн болно.



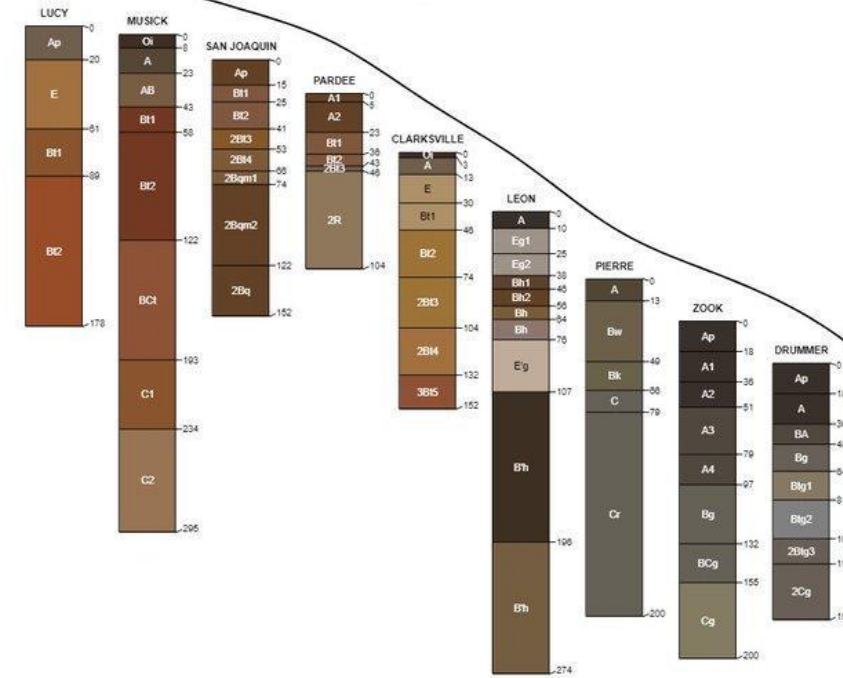
Газар ашиглалтын төрөл	Суурь талбай (км. кв)	Бодит талбайн хэмжээ (км. кв)	Өөрчлөгдсөн талбай (км. кв)	Өөрчлөлт (%-аар)
Ой мод	167.54	176.68	9.14	5.45%
Бэлчээр	1731.14	1714.86	-16.28	-0.94%
Тариалан	607.84	600.69	-7.14	-1.18%
Ус-намгархаг газар	0.41	0.41	0.00	0.00%
Хот суурин	8.42	22.79	14.36	170.56%
Бусад газар ашиглалт	0.41	0.33	-0.08	-20.08%
Гол, нуур	4.14	4.14	0.00	0.00%
Нийт:	2519.89	2519.89	0.00	

# Зонхилох хөрсний тархалт

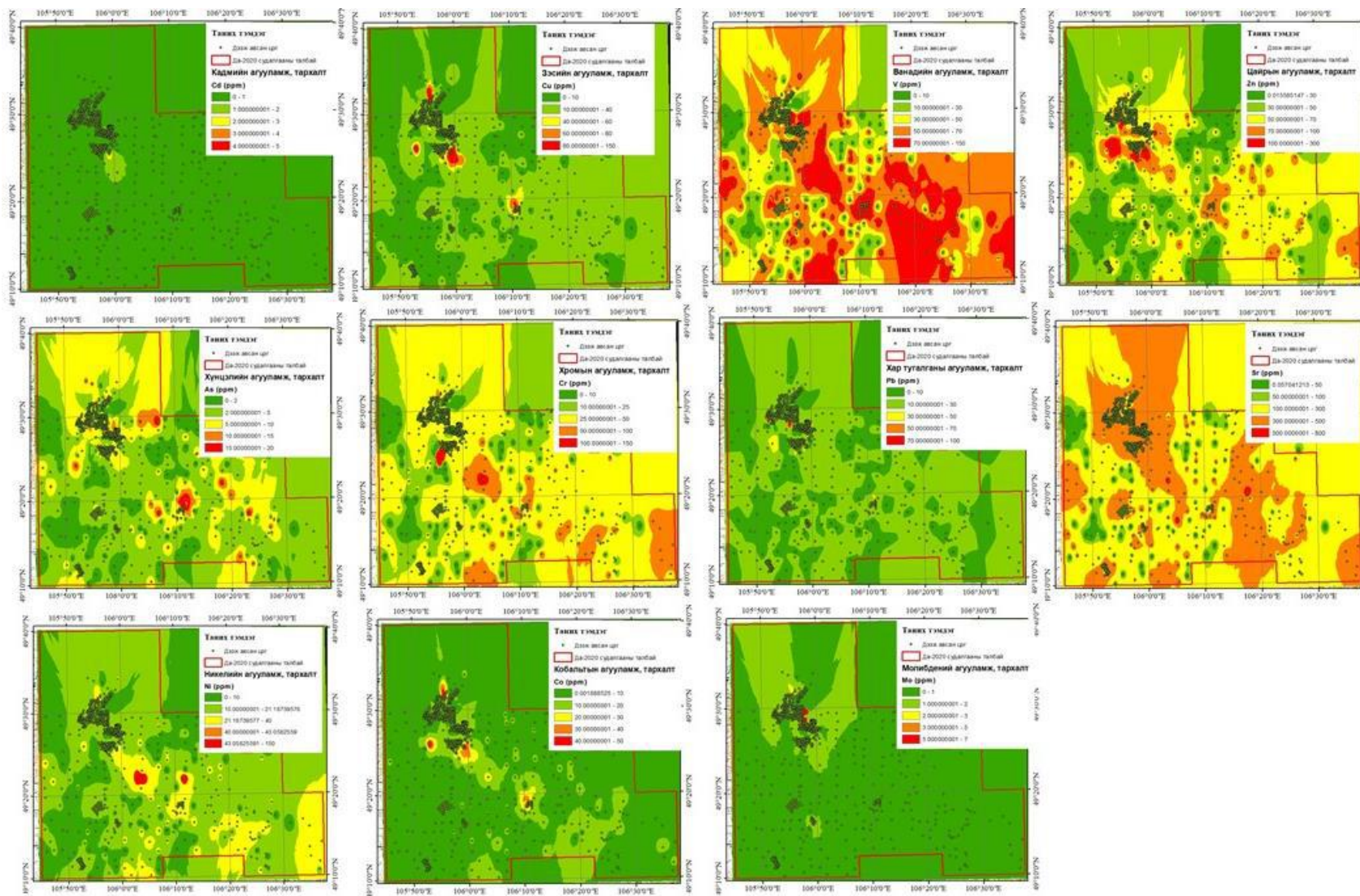


# Хөрсөн бүрхэвч

Хөрсний тархалтын тогтоц



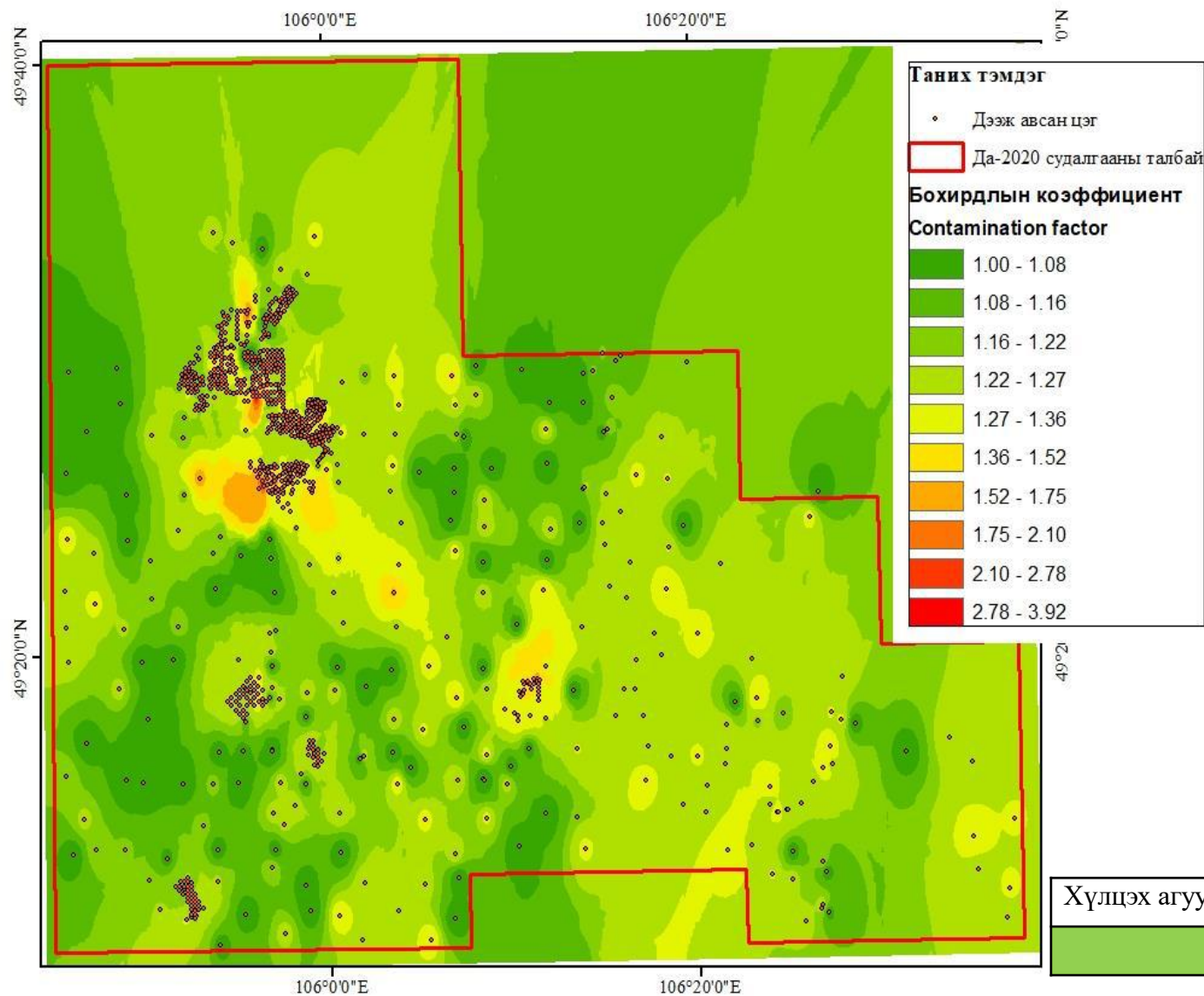
# Хүнд металлын агууламж



Дархан хот болон түүний зэргэлдээх бүс нутгийн хувьд төмөрлөг боловсруулах, дархан нэхий, эрэл цементийн үйлдвэр зэрэг хүнд үйлдвэрийн салбарууд төвлөрсөн, хог хаягдал, түүхий эд, цахилгаан станц, үнсэн сан зэрэг хүрээлэн буй орчинд бохирдол үүсгэгч томоохон эх үүсвэрүүд байрлана.

Судалгааны талбайн 1140 дээжний шинжилгээний дүнгээс үзэхэд онцгой хортой хүнд металлуудаас хүнцэл (As), био-идэвхит хүнд металлуудаас молибден (Mo) агууламж маш бага агууламжтай буюу багажны мэдрэг чанарт бүртгэгдэхгүй ядуулаг агууламжтай байна. Бусад хүнд элементүүдээс хүнцэл (As), хар тугалга (Pb), хром (Cr), никель (Ni), Зэс (Cu) зэрэг элементүүд зарим хэмжилтийн цэгүүд дээр MNS5850:2019 стандартад заасан хүлцэх агууламжаас хэтэрсэн буюу бохирдолд өртсөн шинжтэй байна

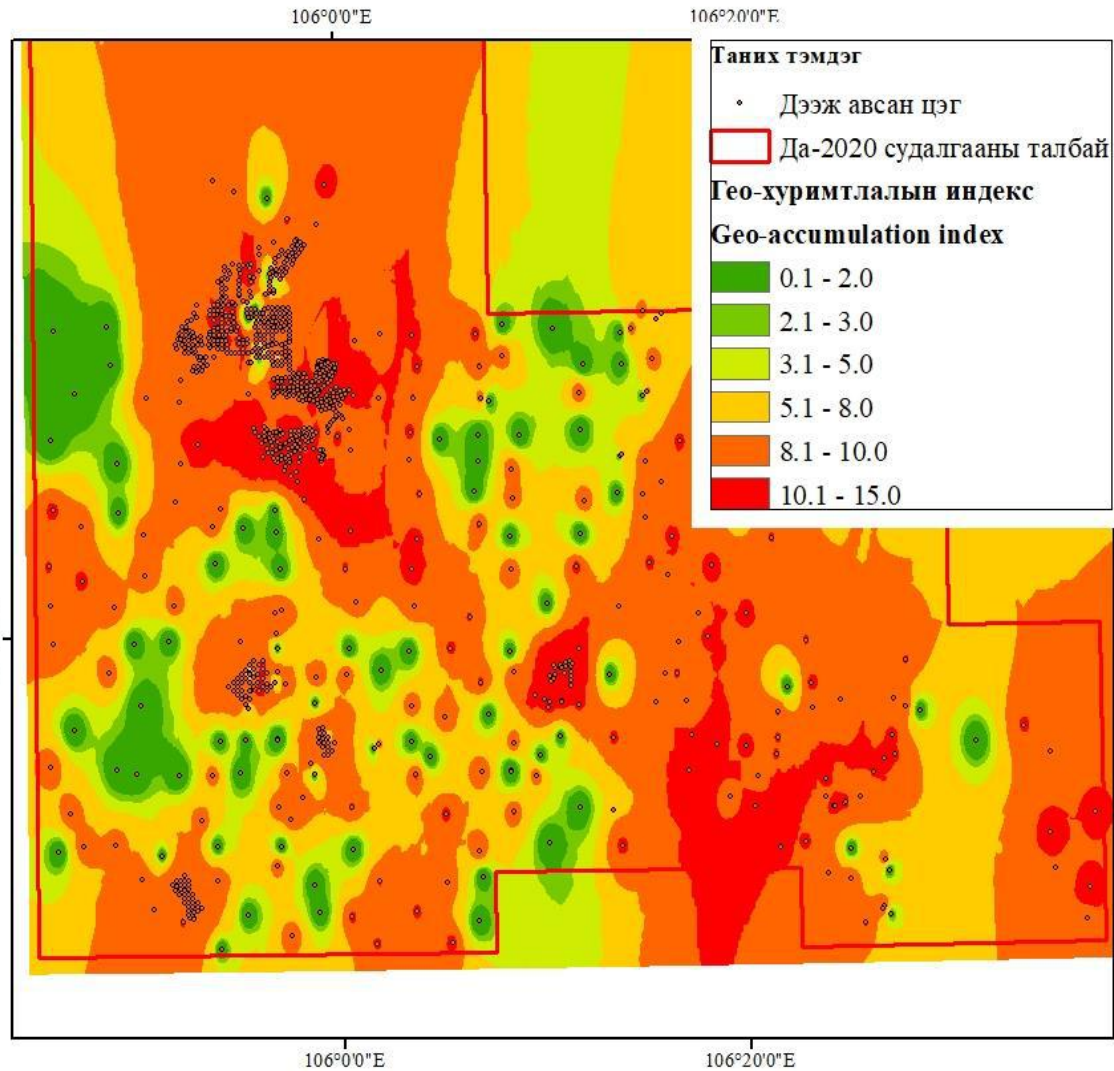
# Бохирдлын коэффициент



Дархан хот орчмын хөрсний хүнд элементийн бохирдлын коэффициентийг элемент бүрээр авч үзэхэд Молибдений утга 29.7 аюултай агууламжаас 3 дахин хэтэрсэн байгаа бол, бусад элементийн утга 2.0 буюу хүлцэх агууламжаас хэтрээгүй утгатай байна. Судалгааны талбайн бохирдлын коэффициентын хувьд 1.3 орчим утгатай хүнцэл (As), хром (Cr), стронци (Sr) багтаж байгаа бол ванади (V) 1.4, кадми (Cd) 1.5 тус тус утга илрэхийлж байна. нийт стандартанд заасан 11 хүнд элементийн бохирдлын дундаж утгыг ашиглан, бохирдлын цэгүүд дээрх тархалтын үнэллээ.

Хүлцэх агууламж давсан	Хортой агууламж давсан	Аюултай агууламж давсан
2	5	10

# Гео-хуримтлалын индекс



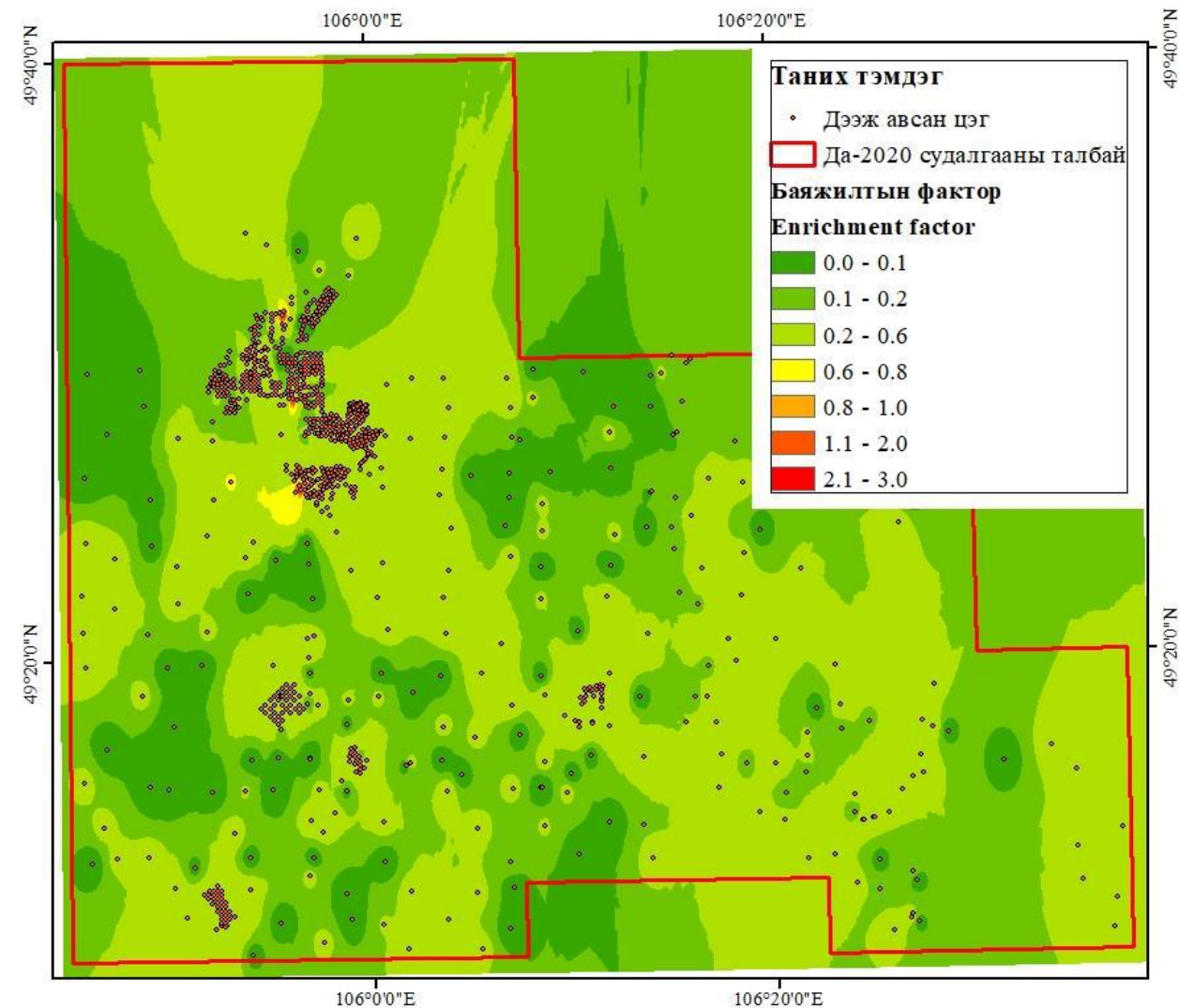
Гео-хуримталын индексийн дүнгээс үзэхэд нүдэнд ил ажиглагдахгүй боловч хүнд элементийн агууламж нь экологийн нөхцөл байдалд сөрөг нөлөө үзүүлэх эрсдэл бүхий 5-10/14 хүртэлх өндөр утга хүнд элементийн агууламжид илэрч байгаа бөгөөд хүнцэл (As) 4.1, хар тугалга (Pb) 5.1, никель (Ni) 6.9 орчим бохирдол үүсгэх их эрсдэлтэй байгаа бол хром (Cr) 9.7, зэс (Cu) 8.3, молибден (Mo) 8.8, ванади (V) 9.5, цайр (Zn) 10.6, стронци (Sr) 14.6 онцгой их бохирдол үүсгэх эрсдэл бүхий утга илэрхийлж байна.

Дархан хот болон түүний зэргэлдээх бүс нутгийн өнгөн хөрсний хүнд элементийн агууламж нь хэдийгээр хүлцэх агууламж хэтрээгүй, бохирдолгүй байгаа боловч бүс нутгийн хөрсний шинж чанар, геологийн хурдас чулуулгаас шалтгаалан, хүнд элементийн шилжилт, хуримтлалын эрчимтэй уялдан, гүний ус, ургамалаар дамжин хүнд элементийн бохирдол өндөр эрсдэлтэй байгааг илтгэж байна. Гео-хуримтлалын индекс нь одоогийн байгаа хүнд элементийн агууламж нь цаашид бохирдол үүсгэх эрсдэлтэй байгааг илтгэх боломжтой бөгөөд хүнд элементийн байгалийн суурь агууламжинд техноген эх үүсвэрээс нэмэлт бодис, элемент хуримтлагдаж буйг илтгэх болно.

Гео-хуримтлалын индекс	Бохирдолын үнэлгээ	Тайлбар
$I_{geo} < 0$	бохирдолд өртөөгүй	
$0 < I_{geo} < 1$	сул буюу бага бохирдолтой	
$1 < I_{geo} < 2$	дунд зэргийн бохирдолтой	
$2 < I_{geo} < 3$	дундаас их бохирдолтой	
$3 < I_{geo} < 4$	их бохирдолтой	
$4 < I_{geo} < 5$	ихээс онцгой их бохирдолтой	
$I_{geo} > 5$	онцгой их бохирдолтой	

# Баяжилтын индекс

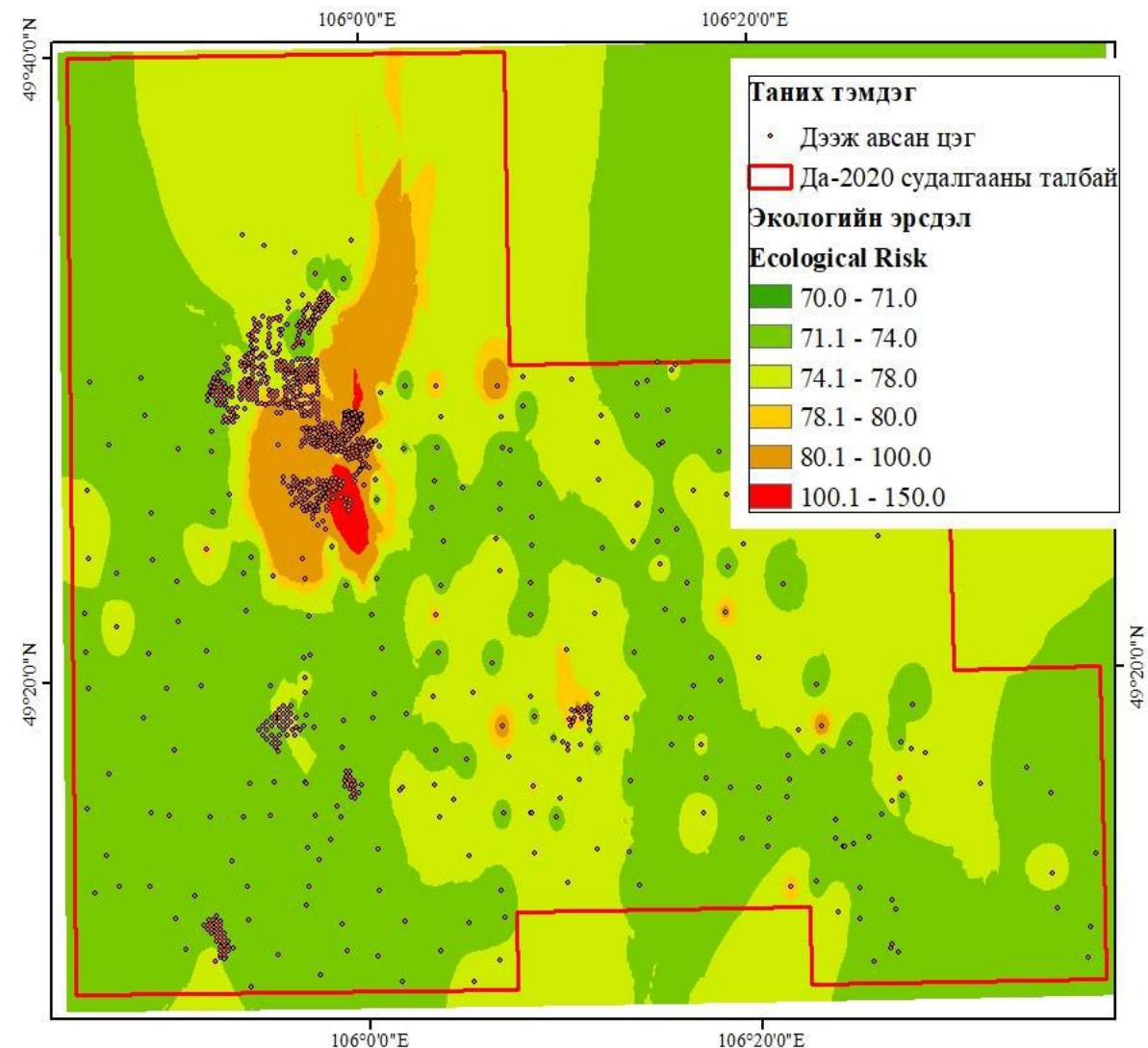
*/Enrichment index/*



Судалгааны талбайн урьдчилсан дүнгийн боловсруулалтаас үзэхэд нийт 11 хүнд элементийн хувьд хүнцэл (As), кадми (Cd), зэс (Cu) зэрэг элементүүдийн баяжилтын индекс 1.3-1.8 орчим, байгалийн суурь агууламж өөрчлөлт багатай байгаа бол хром, хар тугалга, кобальт, никель, стронци, ванади, цайр зэрэг элементийн агууламж 2.0-2.2 орчим буюу өнгөн хөрсний агууламжинд техноген эх үүсвэрээс нэмж хуримтлагдсан шинжтэй байна. Талбайн тархалтын хувьд Шинэ Дархан-Батальон, хуучин Дархан-Хөтөл хороол орчмын цэгүүдэд 1.0 давсан буюу техноген нөлөөллийн ул мөр ажиглагдаж байгаа бол бусад талбайн хүрээнд 1.0 бага буюу элементийн агууламжид өөрчлөлт ажиглагдахгүй байна

Хуримтлалын зэрэг	Хуримтлалын түвшин
$B3 < n$	Бохирдолгүй
$0 < XФ < 2$	Бага бохирдолтой
$2 < XФ < 5$	Бохирдолтой
$5 < B3 < 20$	Их бохирдолтой
$20 < B3 < 50$	Онцгой их бохирдолтой

# Экологийн эрсдэл



Судалгааны дүнгээс үзэхэд хүнд элементийн агууламжаас кадми (Cd) агууламжийн хувьд экологийн дунд зэргийн эрсдэл үүсэж байна. бусад элементүүдийн хувьд экологийн эрсдэлийн индекс 40 бага буюу эрсдэл бага мужд багтаж байна. Иймд бүс нутгийн өнгөн хөрсний хүнд элементийн агууламж экологийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд сөргөөр нөлөөлөх хэмжээнд хүрээгүй байна.

Талбайн тархалтын хувьд шинэ Дархан -хабитат гэр хорооллын бүс орчим, Модот уулын өвөрт байрлах оршуулгын газар, Эрэл цемент, Хонгор сумын хогын цэг зэрэг газруудад экологийн өндөр эрсдэл бүхий утгууд байршиж байна. эдгээр талбай техноген нөлөөлөлд хүчтэй өртсөн шинжтэй талбай юм.

$E_r^i$	Экологийн эрсдэл-утга	$ER_i$	Экологийн эрсдэл-шалгуур
$E_r^i < 30$	Low risk	$ER_i < 100$	Low risk
$30 < E_r^i < 50$	Moderate Risk	$100 < ER_i < 150$	Moderate Risk
$50 < E_r^i < 100$	Considerable Risk	$150 < ER_i < 200$	Considerable Risk
$100 < E_r^i < 150$	Very High Risk	$200 < ER_i < 300$	Very High Risk
$E_r^i > 150$	Disastrous Risk	$ER_i > 300$	Disastrous Risk



Сүүлийн жилүүдэд хүнд элементийн агууламжаас хүний эрүүл мэндийн эрсдэлийн индекс ашиглан үнэлэх аргазүй туршсан үр дүнгүүд хэвлэгдсэн (*Enkhchimeg et al, 2020; Batdelger et al, 2019*). Тус аргазүй судалгааны талбайд туршиж, хөрсний бохирдлоос үүсэх эрүүл мэндийн эрсдэлийг тооцоолов.

Хөрсний бохирдлоос хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл, эрүүл мэндийн эрсдэл (Lifetime Cancer Risk /LTCR) индексийн арга (*Zheng et al 2010; Enkhchimeg et al; 2020*) -ийг ашигласан.

1. Өдөр тутам хүлээн авах тун (Daily intake dose (*EPA 1989, Ferreira et al 2005*))

$$D_{ing} = \frac{C * ingR * EF * ED * CF}{BW * AT}$$

$$D_{inh} = \frac{C * inhR * EF * ED * CF}{C * SA * SL * ABS * EF * ED * CF}$$

$$D_{dermal} = \frac{BW * AT * PEF}{BW * AT}$$

2. Нийт амьдралын хугацаанд хүлээн авах тун. (Life time average daily dose (*Li Kexin et al 2014; Ferreira et al 2005*)).

$$LADD = \frac{C * EF}{AT * PEF} \left( \frac{inhR child * ED child}{BW child} + \frac{inhR adult * ED adult}{BW adult} \right)$$

3. Эрсдлийн түвшин (Hazard quotient (*Li Kexin et al 2014; Ferreira et al 2005*)).

$$HQ = \frac{D}{RfD}$$

4. Хорт хавдрын эрсдэл (Life time cancer risk (*Li Kexin et al 2014; Ferreira et al 2005*)).

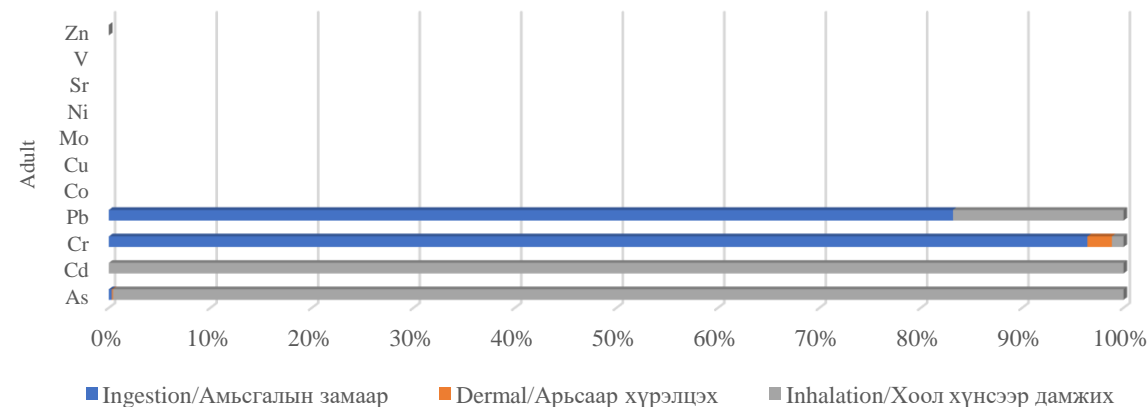
$$R = \frac{LADD}{SF}$$

Дундаж хувьд дээд хязгаар 95% байна (Upper limit of 95% for the mean (95% UCL) (*Gilbert 1987; USEPA 1996*)).

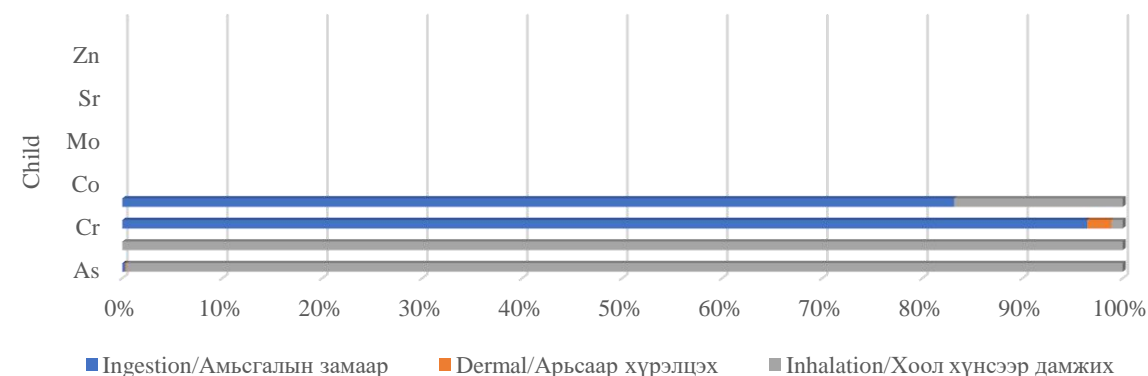
$$C_{95\%UCL} = \exp \left( x + 0.5 * S^2 + \frac{s * H}{\sqrt{n-1}} \right)$$

Үзүүлэлт	Насанд хүрэгчдийн жишээн дээр											
	As	Cd	Cr	Pb	Co	Cu	Mo	Ni	Sr	V	Zn	
Ingestion/Амьсгалын замаар	2.15*10 <sup>-11</sup>		4.82*10 <sup>-11</sup>	5.48*10 <sup>-9</sup>								
Dermal /Арьсаар хүрэлцэх	8.82*10 <sup>-12</sup>		1.21*10 <sup>-12</sup>									
Inhalation /Хоол хүнсээр дамжих	7.50*10 <sup>-9</sup>	1.55*10 <sup>-12</sup>	5.74*10 <sup>-13</sup>	1.11*10 <sup>-9</sup>								

Насанд хүрэгчийн жишээн дээр



Хүүхдийн жишээн дээр



# Дүгнэлт

Дархан хот болон түүний ойролцоох бүс нутаг нь аж үйлдвэрийн бүстэй холбоотойгоор техноген нөлөөлөлд хүчтэй өртсөн шинжтэй байна.

Хүрээлэн буй орчны төлөв байдлыг газар ашиглалт, өнгөн хөрсний хүнд элементийн агууламжид суурилсан бохирдлын үнэлгээнээс үзэхэд MNS5850:2019-д заасан хүлцэх агууламжаас хэтрээгүй боловч бохирдлын индексийн тооцооноос үзэхэд техноген хуримтлалаас хөрсөнд зарим хүнд элемент нэмэгдэн хуримтлагдан, хүрээлэн буй орчны шинж чанарт сөрөг нөлөөлөл үүсгэх эрсдэлтэй болсон байна.

Хөрсний хүнд элементийн агууламжаас хүрээлэн буй орчин- экологи, хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх эрсдэл илэрч байгаа нь бүс нутгийн газар ашиглалтын эрчим, хөрсний талхагдал, байгалийн унаган хөрсний зулгаралтай холбоотой гэж үзэж байна.

# АНХААРАЛ ХАНДУУЛСАНД БАЯРЛАЛАА

