

1-8 Газар хөдлөлтийн тэсвэрлэлийн үнэлгээ, хүчитгэлийн заавар – ЦТБ

МОНГОЛ УЛСЫН БАРИЛГЫН ДҮРЭМ

ЦУТГАМАЛ ТӨМӨР БЕТОН БҮТЭЭЦТЭЙ БАРИЛГЫН ГАЗАР ХӨДЛӨЛТ ТЭСВЭРЛЭЛТИЙГ ҮНЭЛЭХ БОЛОН ХҮЧИТГЭХ АРГАЧЛАЛ

SEISMIC EVALUATION AND RETROFITTING METHOD OF EXISTING REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

НИЙТЛЭГ ҮНДЭСЛЭЛ

1.1. Ерөнхий зүйл

Энэ дүрмийг цутгамал төмөр бетон бүтээцтэй барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг үнэлэх, хүчитгэхэд ашиглана. Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварыг бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн I_S индексийн тоон утгаар илэрхийлнэ. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн I_S индексийг хязгаарын индекс I_{S0} -той харьцуулж тэсвэртэй эсэхийг тогтооно. Энэ дүрэмд барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг үнэлэх талаар заасан тул төсөллөлтийн норм дүрмийн шаардлагаас зөрүүтэй байж болно.

1.2. Хэрэглэх хүрээ

Энэ дүрмийг 16 болон түүнээс доош давхартай цутгамал төмөр бетон барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээ, хүчитгэсний дараах үнэлгээ болон хүчитгэлийн аргачлалыг сонгох, хүчитгэлийн зураг төсөл боловсруулахад хэрэглэнэ. Барилгын түвэгшил, шинж чанар, хариуцлагын зэрэг ба үнэлгээний зорилгоос хамааруулан үнэлгээний хялбарчилсан ба нарийвчилсан аргачлалын аль тохирохыг сонгоно.

Үнэлгээ хийх болон хүчитгэлийн зураг төсөл боловсруулахад энэ аргачлалаас гадна Монголд Улсад ашиглагдаж буй бусад аргачлалыг ашиглах, хослуулж хэрэглэж болно.

1.3. Норматив эшлэл

Энэ барилгын дүрэмд дараах норм, норматив баримт бичгээс эш татав. Үүнд:

- БНБД 22-01-01*/2006 “Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм”
- Guidelines for Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings
/The Japan Building Disaster Building Prevention Association/

Энэхүү дүрэм батлагдаж гарснаас хойш эшлэл авсан баримт бичгүүд шинэчлэгдсэн, нэмэлт өөрчлөлт орсон тохиолдолд тэдгээр нэмэлт өөрчлөлт хийсэн буюу шинэчилсэн баримт бичгүүдийг мөрдөнө.

1.4. Нэр томьёо ба тодорхойлолт

Энэ дүрэмд холбогдох норм дүрэм, стандартад заасан болон дараах нэр томьёог ашиглана. Үүнд:

1.4.1. бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S : барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварыг илэрхийлэх индекс.

1.4.2. бүтээцийг хүчитгэсний дараах газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс $R I_S$: бүтээцийг хүчитгэсний дараах газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварын шаардлагатай утгыг илэрхийлнэ.

1.4.3. бүтээцийн нэмэлт газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс ΔI_S : шаардлагатай индекс $R I_S$ -д хүрэхэд хэрэгтэй нэмэлт утга.

1.4.4. бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 : барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг илэрхийлэх бөгөөд бат бэхийн индекс C , налархайн индекс F болон хэвтээ хүчийг хуваарилах илтгэлцүүрүүдээр илэрхийлэгдэнэ.

1.4.5. хэвтээ хүчийг хуваарилах илтгэлцүүр $\frac{n+i}{n+1}$: барилгад үйлчлэх газар хөдлөлтийн хэвтээ хүчийг түүний өндрийн дагуу хуваарилах илтгэлцүүр.

1.4.6. бат бэхийн индекс C : барилгын давхрын эсвэл тухайн давхарт байрлах элементийн газар хөдлөлтийн хэвтээ ачааг даах чадварыг илэрхийлэх хэмжигдэхүүн.

1.4.7. налархайн индекс F : барилгын бүтээцийн элементийн хэв гажилтад орох чадварыг илэрхийлэх индекс.

1.4.8. налархай хэв гажих чадварын илтгэлцүүр μ : хүлээж авах хамгийн их налархай хэв гажилтыг харимхай хэв гажилтад харьцуулсан харьцаа.

1.4.9. хэлбэрийн индекс S_D : барилгын геометр хэмжээ, байгуулалт, өндрийн хэлбэр, хэвтээ болон босоо тэнхлэгийн дагуух хөшүүншил, элементийн байршил зэргийг бодолцсон индекс бөгөөд бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -ийг засварлах зориулалттай.

1.4.10. насжилтын индекс T : барилгын насжилт болон элэгдлээс хамаарсан индекс бөгөөд бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -ийг засварлах зориулалттай.

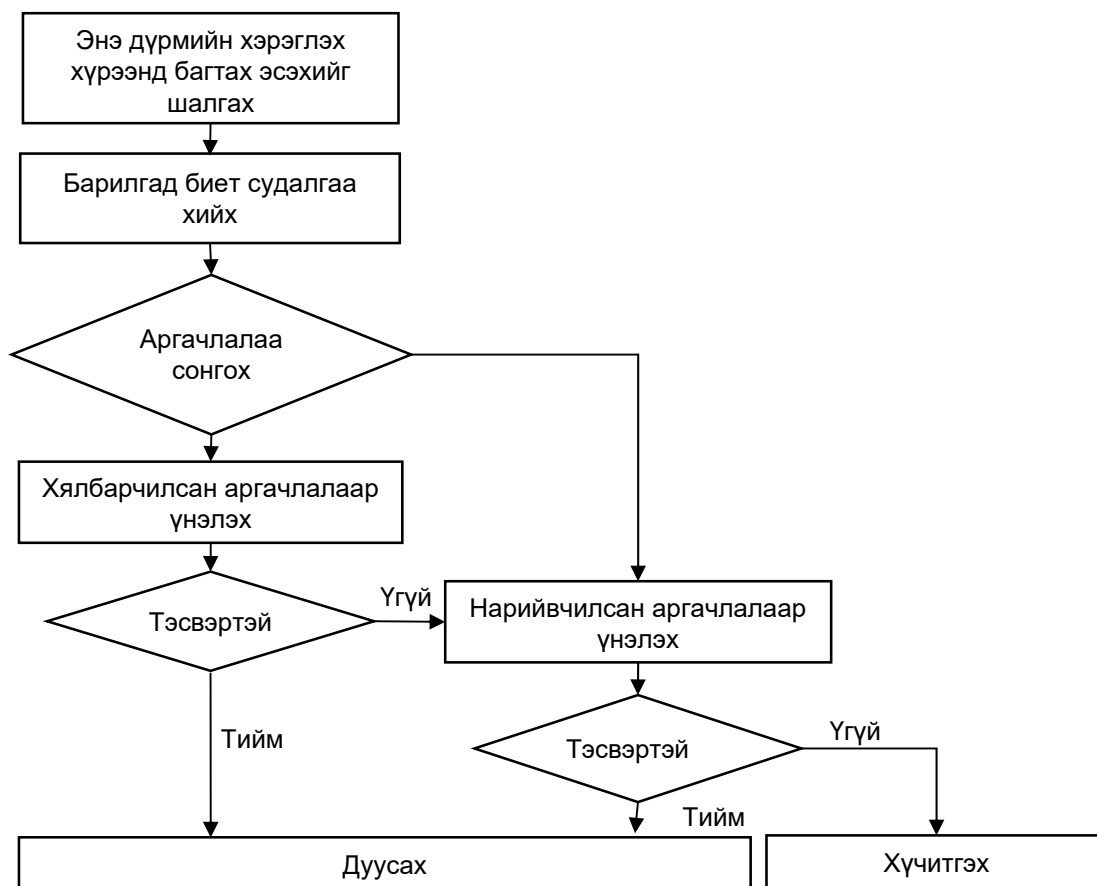
1.4.11. материалын бат бэх: элементийн хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах момент болон хөндлөн хүчийг тооцоход ашиглах бетоны шахалтын бат бэх болон арматурын урсалтын хязгаарын утга. Биет судалгаагаар тогтоогоогүй тохиолдолд бетоны хувьд зураг төсөлд заасан шахалтын бат бэхээр, арматурын хувьд урсалтын хязгаарын нормын утгаар авч болно.

- 1.4.12. хязгаарын хэв гажилт :** газар хөдлөлтийн үйлчлэлийн үед даацын элементийн өөрийн бат бэхээ хадгалж, босоо ачаанд тогтвортой байж чадах хамгийн их хэв гажилт.
- 1.4.13. багана:** хэв гажих хэсгийг нь заагласан босоо элемент бөгөөд жигүүр ханатай болон ханагүй багана, хэт богино багана зэргүүд орно.
- 1.4.14. жигүүр ханатай багана:** жигүүр ханатай нэг цул болгож цутгасан багана бөгөөд хоёр талдаа жигүүр ханатай байж болно.
- 1.4.15. хэт богино багана:** h_o/D (баганын цэвэр өндөр/ хөндлөн огтлолын өндөр) нь 2-оос бага байх багана.
- 1.4.16. баганын цэвэр өндөр:** баганын нийт өндрөөс дам нуруу, тавцан хана, дүүжин хануудын өндрийг хассан хэв гажих хэсгийн өндөр.
- 1.4.17. хэт хөшүүн багана:** гулзайлтын налархай хэв гажилт үүсэхээс өмнө хөндлөн хүчний үйлчлэлд эвдрэлд орох хэт богино багана.
- 1.4.18. гулзайлтаас эвдрэх багана:** шилжисхийлтийн эвдрэлээс өмнө гулзайлтын налархай хэв гажилтад орох багана.
- 1.4.19. шилжисхийлтээс эвдрэх багана:** гулзайлтын налархай хэв гажилт үүсэхээс өмнө хөндлөн хүчний үйлчлэлд эвдрэх багана.
- 1.4.20. хана:** даацын босоо элемент бөгөөд хялбарчилсан үнэлгээнд хоёр захдаа баганатай хана, нэг баганатай хана, баганагүй хана байж болно.
- 1.4.21. хоёр захдаа баганатай хана:** хоёр талдаа багана бүхий хана бөгөөд олон алслалд үргэлжилсэн байх тохиолдлыг ч оруулна.
- 1.4.22. нэг талдаа баганатай хана:** баганатай нэг цул болгож цутгасан хана (хоёр ба түүнээс дээш баганатай ханыг оруулахгүй)
- 1.4.23. баганагүй хана:** баганагүй хана бөгөөд рамын гадна байрлах ханыг оруулна.
- 1.4.24. гулзайлтаас эвдрэх хана:** шилжисхийлтийн эвдрэлээс өмнө гулзайлтын налархай хэв гажилтанд орох ханыг хэлнэ.
- 1.4.25. шилжисхийлтээс эвдрэх хана:** гулзайлтын налархай хэв гажилтаас өмнө хөндлөн хүчний үйлчлэлд эвдрэх хана.
- 1.4.26. уян давхартай араг бүтээц:** нэг ба цөөн хэдээс бусад давхарт хөшүүн ханатай систем. Нэгдүгээр давхартаа ханагүй араг бүтээц мөн орно.
- 1.4.27. зааг цэг хүртэлх зай:** элементийн доод ирмэгээс элементэд үүсэх гулзайлгах момент нь тэгтэй тэнцэх цэг хүртэлх зай.

- 1.4.28. динамик илтгэлцүүр β_1** : барилга байгууламжийн хувийн хэлбэлзлийн нэгдүгээр буюу үндсэн хэлбэрт харгалзах динамик илтгэлцүүр. БНБД 22.01.01*/2006-ны 2.6-д заасны дагуу авна.
- 1.4.29. бүлэглэх:** налархайн индекс F нь ойролцоо даацын элементүүдийг нэг бүлэгт оруулж нэгтгэхийг хэлнэ. Ижил бүлэгт хамрагдсан элементүүдийн бат бэхийн индексийн нийлбэрийг тухайн бүлгийн бат бэхийн нийлбэр индекс гэж үзнэ.
- 1.4.30. бат бэхийн оролцооны илтгэлцүүр α** : давхрын тодорхой хэвтээ хэв гажилтын түвшин дэх элементийн шилжисхийлтийн эсэргүүцлийг тухайн элементийн бусад элементүүдтэй цуг ажиллах үеийг бодолцсон шилжисхийлтийн эсэргүүцэлд харьцуулсан харьцаа.
- 1.4.31. бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс I_{50}** : барилгыг аюулгүй байхад шаардлагатай бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг үнэлэх дүрэмд заасан индекс.
- 1.4.32. А илтгэлцүүр:** “Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилгын норм ба дүрэм /БНБД 22.01.01*/2006/”-ийн 2.5 дугаарын заалтын А илтгэлцүүр.

2. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТ ТЭСВЭРЛЭЛТИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ДАРААЛАЛ

Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг үнэлэхэд хялбарчилсан болон нарийвчилсан аргачлалын аль нэгийг ашиглана. Үнэлгээг 2.1-р зурагт үзүүлсэн бүдүүвчийн дагуу хийнэ. Хялбарчилсан аргачлалаар үнэлэхэд тэсвэргүй гарсан тохиолдолд нарийвчилсан аргачлалаар үнэлгээг хийнэ.



2.1-р зураг. Үнэлгээ хийх дараалал

3. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТ ТЭСВЭРЛЭЛТИЙГ ТОГТООХ

3.1. Ерөнхий зүйл

Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварыг дараах (3.1) нөхцөлөөр шалгаж тогтооно.

$$I_S \geq I_{S0} \quad (3.1)$$

Энд:

I_S - бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс;

I_{S0} - бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс.

Бүтээц нь (3.1) нөхцөлийг хангаж байвал тооцоот газар хөдлөлтийг тэсвэрлэх чадвар нь “Хангалттай” гэж үзнэ.

Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S -ийг дараах (3.2) томъёогоор тодорхойлно.

$$I_S = E_0 \cdot S_D \cdot T \cdot (1/\beta_1) \quad (3.2)$$

Энд :

E_0 - бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс;

S_D - хэлбэрийн индекс;

T - насжилтын индекс;

β_1 - барилгын хувийн хэлбэлзлийн нэгдүгээр хэлбэрт харгалзах динамик илтгэлцүүрийг / БНБД 22.01.01*/2006/-д заасны дагуу авах бөгөөд барилгын үндсэн хувийн хэлбэлзлийн үеийг Хавсралт Ж-ийн дагуу олно.

3.2. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс

Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс I_{S0} -ийг тусгайлан тооцохоос бусад тохиолдолд “Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм /БНБД 22.01.01*/2006/”-ийн 2.5 дугаарын заалтын А илтгэлцүүрийн утгаар авна

4. БҮТЭЭЦИЙН ГАЗАР ХӨДЛӨЛТ ТЭСВЭРЛЭЛТИЙН ИНДЕКС I_S (Хялбарчилсан үнэлгээ)

4.1. Ерөнхий зүйл

Хялбарчилсан үнэлгээний аргачлалаар бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S -г барилгын давхар тус бүрд дагуу ба хөндлөн чиглэлд (3.2) томъёогоор тодорхойлно. Харин T болон S_D индексүүдийг нь давхрын дугаар болон чиглэлээс үл хамааруулан нэг утгаар авна.

4.2. Барилгад хийх биет судалгаа

Хялбарчилсан үнэлгээний аргачлалаар бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийг тодорхойлоход дараах үзүүлэлтүүдийг барилгын биет судалгаагаар тодруулах шаардлагатай. Үүнд:

- даацын элементүүдийн геометр хэмжээ болон материалын бат бэх;
- насжилтын индексийг тооцоход шаардагдах барилгын бүтээцийн хэв гажилт, ан цав, эвдрэл гэмтэл;
- хэлбэрийн индексийг тооцоход шаардагдах барилгын геометр хэмжээс болон бусад үзүүлэлтүүд;
- шаардлагатай бусад үзүүлэлтүүд.

4.3. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0

4.3.1. Суурь индекс E_0 -ийг тодорхойлох

Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 нь барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг илэрхийлэх үндсэн индекс бөгөөд энэ индексийг барилгын давхар бүрд, дагуу ба хөндлөн чиглэлд тодорхойлно.

Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -ийг дараах (4.1) ба (4.2) томъёогоор тодорхойлж аль их утгыг нь авна. Хэрэв хэт богино багана зэргэлдээ хана эсвэл босоо элемент нь босоо ачаагаа хүлээж авч чадахгүй тохиолдолд зөвхөн (4.2) томъёог ашиглана.

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} (C_W + \alpha_1 C_C) \cdot F_W \quad (4.1)$$

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} (C_{SC} + \alpha_2 C_W + \alpha_3 C_C) \cdot F_{SC} \quad (4.2)$$

Энд:

n – нийт давхрын тоо;

i - үнэлгээ хийж буй давхрын дугаар. 1-р давхар бол 1 гэж авах бөгөөд хамгийн дээд давхрыг n гэж авна;

C_W - газар хөдлөлтийн хэвтээ ачаанд ажиллах ханын бат бэхийн индекс. (4.3) томъёогоор олно;

C_C - хэт богино баганаас бусад баганын бат бэхийн индекс. (4.4) томъёогоор

олно;

C_{SC} - хэт богино баганын бат бэхийн индекс. (4.5) томъёогоор олно;

α_1 - газар хөдлөлтийн хэвтээ ачаанд ажиллах ханын хязгаарын хэв гажилтад хүрэх үеийн баганын бат бэхийн оролцооны илтгэлцүүр. $\alpha = 0.7$ гэж авна.

Харин $C_W = 0$ бол $\alpha_1 = 1$ гэж авна;

α_2 - хэт богино баганын хязгаарын хэв гажилтад хүрэх үеийн ханын бат бэхийн оролцооны илтгэлцүүр. $\alpha_2 = 0.7$ гэж авна;

α_3 - хэт богино баганын хязгаарын хэв гажилтад хүрэх үеийн баганын бат бэхийн оролцооны илтгэлцүүр. $\alpha_3 = 0.5$ гэж авна;

F_W - газар хөдлөлтийн хэвтээ ачаалалд ажиллах ханын налархайн индекс ($C_W = 0$ үед баганын налархайн индекс) $F_W = 1.0$ гэж авна;

F_{SC} - хэт богино баганын налархайн индекс. $F_{SC} = 0.8$ гэж авна.

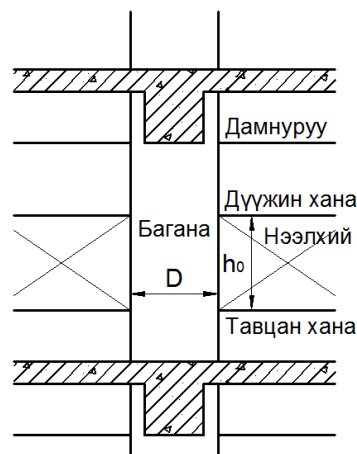
4.1-р хүснэгт. Хялбарчилсан үнэлгээ дэх даацын элементүүдийн ангилал

Нэршил	Тодорхойлолт
Багана	$\frac{h_0}{D}$ нь 2-оос их багана.
Хэт богино багана	$\frac{h_0}{D}$ нь 2 болон түүнээс бага багана.
Хөндлөн хана, даацын хана	Газар хөдлөлтийн үйлчлэлд ажиллах хана.

Тайлбар:

h_0 - баганын цэвэр өндөр. (4.1-р зургийг үзнэ үү.)

D - баганын хөндлөн огтлолын өндөр.



4.1-р зураг. Баганын цэвэр өндөр

4.3.2. Бат бэхийн индекс

Хялбарчилсан үнэлгээний аргачлалаар газар хөдлөлтийн хэвтээ ачаанд ажиллах хана болон баганын хөндлөн огтлолын талбайгаас бат бэхийн индекс C -г дараах томъёогоор олно.

$$C_W = \frac{\tau_{W1} \cdot A_{W1} + \tau_{W2} \cdot A_{W2} + \tau_{W3} \cdot A_{W3}}{\sum W} \cdot \beta_C \quad (4.3)$$

$$C_C = \frac{\tau_C \cdot A_C}{\sum W} \cdot \beta_C \quad (4.4)$$

$$C_{SC} = \frac{\tau_{SC} \cdot A_{SC}}{\sum W} \cdot \beta_C \quad (4.5)$$

$$F_C \leq 20 \text{ үед } \beta_C = \frac{F_C}{20} \quad (4.6)$$

$$F_c > 20 \text{ үед } \beta_c = \sqrt{\frac{F_c}{20}} \quad (4.7)$$

Энд:

C_W - газар хөдлөлтийн хэвтээ ачаанд ажиллах ханын бат бэхийн индекс;

C_C - баганын бат бэхийн индекс;

C_{SC} - хэт богино баганын бат бэхийн индекс;

$\tau_{W1}, \tau_{W2}, \tau_{W3}$ - газар хөдлөлтийн хэвтээ ачаанд ажиллах ханын шилжисхийлтийн эсэргүүцлийн дундаж утгыг:

хоёр захдаа баганатай үед $\tau_{W1} = 3 \text{ Н/мм}^2$

нэг талдаа баганатай үед $\tau_{W2} = 2 \text{ Н/мм}^2$

баганагүй үед $\tau_{W3} = 1 \text{ Н/мм}^2$;

τ_c - баганын шилжисхийлтийн эсэргүүцлийн дундаж утга 4.2-р зургаас авна;

A_{W1}, A_{W2}, A_{W3} - үнэлгээ хийж буй давхрын газар хөдлөлтийн үйлчлэлийг тооцоолж буй чиглэлд ажиллах ханын нийт хөндлөн огтлолын талбай (мм^2):

хоёр захдаа баганатай ханын хувьд $A_{W1} = t \cdot l_{W1}$

нэг баганатай ханын хувьд $A_{W2} = t \cdot l_{W2}$

баганагүй ханын хувьд $A_{W3} = t \cdot l_{W3}$

*Баганын хөндлөн огтлолын талбайг 4.3-р зургийн дагуу авна;

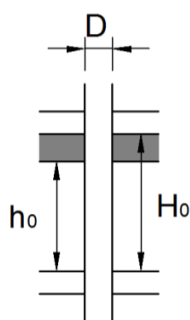
A_C - тухайн давхрын багануудын нийт хөндлөн огтлолын талбай. (мм^2) Хоёр захдаа баганатай хана болон нэг талдаа баганатай хана байгаа тохиолдолд тус баганын хөндлөн огтлолын талбайг A_C -д оруулж тооцохгүй;

A_{SC} - тухайн давхрын хэт богино баганын нийт хөндлөн огтлолын талбай; (мм^2)

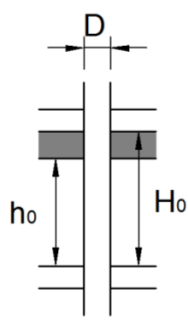
$\sum A_f$ - тухайн давхраас дээш давхруудын нийт талбай; (м^2)

$\sum W$ - тухайн давхраас дээш давхруудаас ирэх нийт босоо ачаа. Хялбарчилсан үнэлгээнд нэгж талбайд ногдох босоо ачааг 12 кН/м^2 -аар тооцож болно;

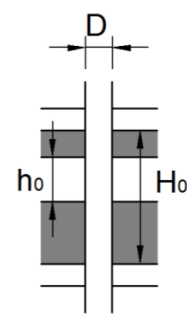
F_c - бетоны шахалтын бат бэх (Н/мм^2). Биет судалгаа хийгээгүй тохиолдолд төслийн бат бэхээр авах ба 20 Н/мм^2 -с ихгүй байна.



$$h_0/D < 6 \text{ үед} \\ \tau_{c1} = 1 \text{ Н/мм}^2$$

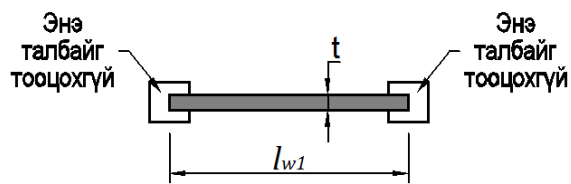


$$h_0/D \geq 6 \text{ үед} \\ \tau_{c1} = 0.7 \text{ Н/мм}^2$$

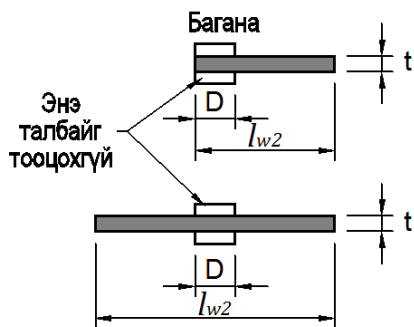


$$h_0/D \leq 2 \text{ үед} \\ \tau_{sc} = 1.5 \text{ Н/мм}^2$$

4.2-р зураг. Баганын шилжисхийлтийн эсэргүүцлийн дундаж утга

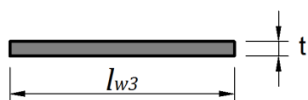


$$A_{W1} = t \cdot l_{W1}$$



$$A_{W2} = t \cdot l_{W2}$$

Хэрэв $(l_{W2} - D)$ нь 450мм-ээс бага тохиолдолд хана байхгүйгээр тооцно.



$$A_{W3} = t \cdot l_{W3}$$

Ханын урт l_{W3} нь 450мм-ээс бага тохиолдолд хана байхгүйгээр тооцно.

4.3-р зураг. Газар хөдлөлтийн үйлчлэлд ажиллах ханын хөндлөн огтлолын талбайг тооцох

4.3.3. Налархайн индекс

Налархайн индексийг 4.1-р хүснэгтэд үзүүлсэн даацын элементүүдийн ангиллын дагуу доорх 4.2-р хүснэгтийн утгаар авна.

4.2-р хүснэгт. Хялбарчилсан үнэлгээнд ашиглах налархайн индексийн утга

Нэршил	Налархайн индекс F -ийн утга
Багана ($\frac{h_0}{D} > 2$)	1.0
Хэт богино багана ($\frac{h_0}{D} \leq 2$)	0.8
Даацын хана	1.0

4.4. Хэлбэрийн индекс

Барилгын хэлбэрээс хамаарах индекс S_D нь барилгын хэлбэрийн түвэгшил, геометр хэмжээс, зөв биш байдал, хөшүүншлийн жигд биш хуваарилалтаас хамааран барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтэд үзүүлэх нөлөөг тоон утгаар илэрхийлсэн индекс бөгөөд 4.3-р хүснэгтийн илтгэлцүүрүүдийг ашиглан тооцно.

Хэлбэрийн индексийг (4.8) томъёогоор олно.

$$S_D = q_a \cdot q_b \cdot \dots \cdot q_j \quad (4.8)$$

Энд: $q_i = [1 - (1 - G_i) \cdot R_{1i}]$; $i = a, b, v, d, e, f, i, j$; $i \neq h$
 $q_i = [1.2 - (1 - G_i) \cdot R_{1i}]$; $i = h$

(4.8) томъёон дахь G, R -ийн утгуудыг 4.3-р хүснэгтээс авна.

4.3-р хүснэгт. Барилгын хэлбэрээс хамаарах G, R – утга.

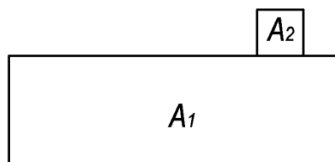
Үзүүлэлт		Итгэлцүүр	G_i			R
			1.0	0.9	0.8	R_{1i}
Байгуулалтын хэлбэр	a	Байгуулалтын зөв байдал	$a \leq 0.1$	$0.1 < a \leq 0.3$	$0.3 < a$	1.0
	b	Урт өргөний харьцаа	$b \leq 5$	$5 < b \leq 8$	$8 < b$	0.5
	c	Байгуулалтын нарийссан хэсгийн харьцаа	$0.8 \leq c$	$0.5 \leq c < 0.8$	$c < 0.5$	0.5
	d	Газар хөдлөлтийн эсрэг заадас	$1/100 \leq d$	$1/200 \leq d < 1/100$	$d < 1/200$	0.5
	e	Онгорхой талбай	$e \leq 0.1$	$0.1 < e \leq 0.3$	$0.3 < e$	0.5
	f	Онгорхойн байрлал	$f_1 \leq 0.4$ болон $f_2 \leq 0.1$	$f_1 \leq 0.4$ болон $0.1 < f_2 \leq 0.3$	$0.4 < f_1$ эсвэл $0.3 < f_2$	0.25
Өндрийн хэлбэр	h	Зоорийн давхар	$1.0 \leq h$	$0.5 \leq h < 1.0$	$h < 0.5$	1.0
	i	Давхрын өндрүүдийн жигд байдал	$0.8 \leq i$	$0.7 \leq i < 0.8$	$i < 0.7$	0.5
	j	Уян давхар	Уян давхаргүй	Уян давхартай	Тийм. Төвийн бус уян давхартай	1.0

Тайлбар: Дээрх $a - j$ илтгэлцүүрүүдийг бүх давхарт тодорхойлох ба түүний хамгийн бага гарах утгыг бүх давхарт тооцоонд авна.

Байгуулалтын хэлбэр ($a - f$ хэлбэр)

Барилга нь байгуулалтын хувьд зөв хэлбэртэй эсэхийг тодорхойлно.

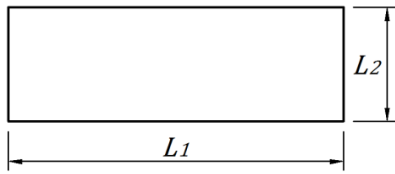
a хэлбэр. Байгуулалтаас илүү гарсан хэсгийн харьцаа.



$$a = \frac{A_2}{A_1 + A_2}$$

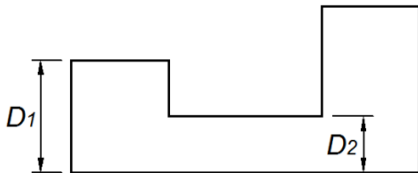
БД 22-106-18

b хэлбэр. Барилгын урт ба өргөний харьцаа.

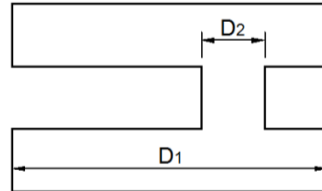


$$b = \frac{L_1}{L_2}$$

c хэлбэр. Барилгын нарийссан хэсгийн харьцаа.



$$c = \frac{D_2}{D_1}$$

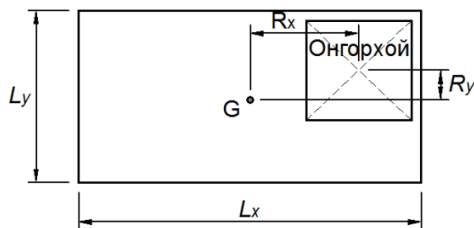


$$c = \frac{D_2}{D_1}$$

d хэлбэр. Газар хөдлөлтийн заадастай үед тооцно.

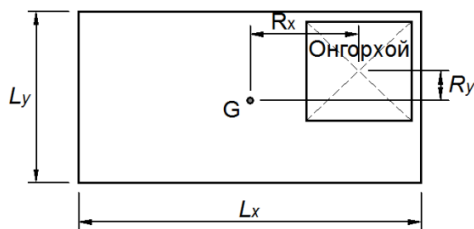
$$d = \frac{\text{Заадасны өргөн}}{\text{Заадасны өндөр}}$$

e хэлбэр. Шатны хонгилоос бусад онгорхойтой талбайтай тохиолдолд онгорхой хэсгийн талбай, давхрын талбайн харьцаа.



$$e = \frac{A(\text{Онгорхой})}{L_x * L_y}$$

f хэлбэр. Онгорхойн байршлаас хамаарах $f_1; f_2$ илтгэлцүүрүүдийг дараах харьцаагаар тодорхойлно.



$$f_1 = \frac{R}{L_y}$$

$$f_2 = \frac{R}{L_x}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Өндрийн хэлбэр (h-j хэлбэр)

h хэлбэр. Зоорийн давхар болон барилгын талбайн харьцаа.

$$h = \frac{\text{Зоорийн давхрын талбай}}{\text{Барилгын талбай}}$$

i хэлбэр. Үнэлж буй давхрын дээд талын давхар ба үнэлж буй давхрын өндрийн харьцаа.

$$i = \frac{\text{Үнэлж буй давхрын дээд талын давхрын өндөр}}{\text{үнэлж буй давхрын өндөр}}$$

i хэлбэр. Газар хөдлөлтийн хэвтээ ачааг хүлээж авах хөшүүн ханыг багана болон пилоноор тулсан давхрыг уян давхар гэнэ. Эдгээр баганууд нь төвийн бус байрлалтай бол төвийн бус уян давхар гэнэ.

4.5. Насжилтын индекс

Хялбарчилсан үнэлгээний аргачлалын тооцоонд ашиглах насжилтын индексийн утгыг барилгад хийх биет судалгааны үр дүнд үндэслэн 4.4-р хүснэгтээр тодорхойлно. Хүснэгтийн [B] багана дахь харгалзах утгуудыг сонгож түүнээс хамгийн бага утгыг насжилтын илтгэлцүүр *T*-ийн утгаар авна.

4.4-р хүснэгт. Хялбарчилсан үнэлгээнд ашиглах насжилтын индекс *T* - ийн утга

[A] Шалгах зүйлс	[B] Насжилт, элэгдлийн түвшин	[B] <i>T</i> -ийн утга.
Харагдахуйц хэв гажилт	Барилга нь хазайсан эсвэл жигд бус суултад орсон.	0.7
	Барилга нь асгаасан дээр баригдсан.	0.9
	Дам нуруу болон багана нь нүдэн баримжаагаар мэдэгдэхүйц хэв гажилтад орсон.	0.9
	Дээрхийн алинд нь ч хамаарахгүй.	1.0
Хана, баганын ан цав	Бороо, цасны ус нэвчсэн ул мөр, арматурын зэврэлт ажиглагдсан.	0.8
	Багананд нүдэнд илт харагдахуйц ташуу ан цав гарсан.	0.9
	Гадна хананд маш олон ан цав гарсан.	0.9
	Бороо, цасны ус нэвчсэн боловч арматур зэврэлтэд ороогүй.	0.9
	Дээрхийн алинд нь ч хамаарахгүй.	1.0
Галын үйлчлэлд орсон эсэх	Галд өртсөн ул мөр нь илт харагдахуйц.	0.7
	Галд өртөж байсан боловч ул мөр нь арилсан.	0.8
	Галын үйлчлэлд орж байгаагүй.	1.0
Ашиглалт	Химийн бодис ашиглаж байсан болон одоо ашиглаж байгаа.	0.8
	Химийн бодис ашиглаж байгаагүй.	1.0
Насжилт	30 болон түүнээс дээш жил	0.8
	20-оос 30 хүртэл жил	0.9
	20 хүртэлх жил.	1.0
Гадна болон дотор заслын байдал	Гадна засал нь илт элэгдэж ховхорсон.	0.9
	Дотор заслын материал нь илт хуучирч ховхорсон.	0.9
	Илт хуучирч элэгдсэн байдал ажиглагдаагүй.	1.0

5. БҮТЭЭЦИЙН ГАЗАР ХӨДЛӨЛТ ТЭСВЭРЛЭЛТИЙН ИНДЕКС I_S (Нарийвчилсан үнэлгээ)

5.1. Ерөнхий зүйл

Нарийвчилсан үнэлгээний аргачлалаар бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S -г барилгын давхар тус бүрд дагуу ба хөндлөн чиглэлд (3.2) томъёогоор тодорхойлно. Харин T болон S_D индексүүд нь давхрын байрлал болон чиглэлээс хамааран өөрчлөгдөхгүй.

Цутгамал төмөр бетон барилгын багана болон даацын ханын хөндлөн огтлолын талбай, арматурын байршил, материалын бат бэх зэрэгт үндэслэн хязгаарын бат бэх, эвдрэлийн хэв шинж болон налархай хэв гажилтад орох чадвараар барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг үнэлнэ.

5.2. Барилгад хийх биет судалгаа

Нарийвчилсан үнэлгээний аргачлалаар бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийг тодорхойлоход дараах зүйлсийг барилгын биет судалгаагаар тодруулах шаардлагатай. Үүнд:

- даацын элементүүдийн даах чадварыг тодорхойлоход шаардлагатай материалын бат бэх болон хөндлөн огтлолын талбай;
- бүтээцэд гарсан ан цав, хэв гажилтын түвшин, хэмжээ;
- насжилт, элэгдлийн түвшин, хэмжээ.

Барилгад судалгааг нүдэн баримжаагаар болон хэмжилтийн үндсэн дээр явуулна. Шаардлагатай тохиолдолд засал, өнгөлгөөний зарим хэсгийг буулгаж хагарал, ан цав, эвдрэлийн зэрэг болон насжилт элэгдлийг тогтоох судалгаа хийнэ.

Илүү өндөр нарийвчилсан судалгаа хийх, хүчитгэлийн зураг төсөл боловсруулах үед эсвэл барилгын нөхцөл байдлыг илүү нарийн мэдэх шаардлагатай тохиолдолд дараах зүйлсийг нэмж шалгана. Үүнд:

- бетон шахалтын бат бэх, харимхайн анхны (Юнгийн) модуль;
- арматурын байршил, хөндлөн огтлол, арматурын урсгалтын хязгаар;
- угсралтын байдал, хагарал, ан цавыг бодолцож элементийн даацыг дахин нягтлах;
- бетоны карбонизаци, элэгдэл, арматурын зэврэлт зэргийг бодолцож материалын бат бэхийг дахин үнэлэх.

Түүнчлэн, барилгын үндсэн бүтээцээс дээж авах, засал, өнгөлгөөний зарим хэсгийг буулгах, бетоны хамгаалалтын үеийг хэсэгчлэн эмтлэх зэргээр даацын элементэд илүү нарийвчилсан судалгаа хийнэ. Барилгын зураг төсөл байхгүй эсвэл бүрэн бус үед үнэлгээний аргачлалаас хамааруулж шаардлагатай үзүүлэлтүүд болох бүтээцийн хэмжээ, арматурлал, арматурын диаметр зэргийг тогтооно.

5.3. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс

5.3.1. Суурь индекс E_0 -ийг тодорхойлох

Нарийвчилсан үнэлгээний аргачлалаар үнэлгээг хийхдээ 5.1-р хүснэгтээр даацын элементийг 5 хүртэлх бүлэгт ангилж, тус бүрийн бат бэхийн индекс C болон налархайн индекс F , хэвтээ хөшүүншлээс хамаарах бат бэхийн оролцооны α илтгэлцүүрүүдийг ашиглаж бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -ийг тодорхойлно.

Налархайн индекс F нь хамгийн бага байгаа элементийн бүлгийг 1-р бүлэг гэж үзнэ. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -ийг дараах (5.1) ба (5.2) томъёогоор тооцож аль их утгаар нь авна.

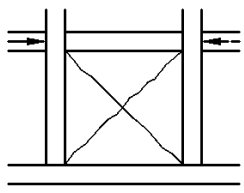
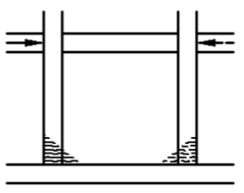
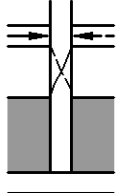
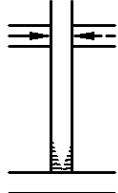
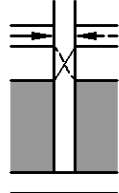
$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} (C_1 + \sum (\alpha_j \cdot C_j)) \cdot F_1 \quad (5.1)$$

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} \sqrt{\sum (C_j \cdot F_j)^2} \quad (5.2)$$

Энд:

- n – нийт давхрын тоо;
- i – үнэлгээ хийж буй давхрын дугаар. 1-р давхар бол 1 гэж авах бөгөөд хамгийн дээд давхрыг n гэж авна;
- C_1 – 1-р бүлэг (F индексүүдийн утга нь хамгийн бага байх элементүүдийн бүлэг)-ийн бат бэхийн индекс;
- C_j – j -р бүлгийн бат бэхийн индекс;
- α_j – j -р бүлгийн элементэд харгалзах бат бэхийн оролцооны илтгэлцүүр;
- F_1 – 1-р бүлгийн элементүүдийн F индексийн утга.

5.1-р хүснэгт. Даацын босоо элементүүдийн бүлэг

Нэршил ба тэмдэглэгээ				
Шилжисхийлтээс эвдрэх хана	Гулзайлтаас эвдрэх хана	Шилжисхийл тээс эвдрэх багана	Гулзайлтаас эвдрэх багана	Хэт хөшүүн багана
W_s	W_b	C_s	C_b	C_{ss}
				

5.2-р хүснэгт. Элементийн бат бэхийн оролцооны илтгэлцүүр α_j -н утга

5.1-р хүснэгтэд заасан төрлүүд 1-р бүлэг	C_{ss} (F=0.8)	W_s (F=1.0)	C_s (F=1.0)	W_B (F=1.0~2.0)	C_B (F=1.27~3.2)
2-5-р бүлэг					
C_{ss} (F=0.8)	—	—	—	—	—
W_s (F=1.0)	0.7	—	1.0	—	—
C_s (F=1.0)	0.7	1.0	—	—	—
W_B (F=1.0~2.0)	0.7	1.0	1.0	—	—
C_B (F=1.27~3.2)	0.5	0.7	0.7	0.7	—

5.3.2. Бат бэхийн индекс

Нарийвчилсан үнэлгээний аргачлалаар бат бэхийн индекс C -г тооцохдоо даацын босоо элемент (багана болон хана)-ийн хүлээн авах хамгийн их хөндлөн хүчийг олох шаардлагатай.

Багана болон даацын хануудын хүлээн авах хамгийн их хөндлөн хүч Q_{su} болон хүлээн авах хамгийн их гулзайлгах моментыг үйлчлэл дэх хөндлөн хүч Q_{mu} -ийг тооцож тэдгээрийн утгыг харьцуулж 5.1-р хүснэгтээс элементийн төрлийг тогтооно. Элементийн хүлээн авах хамгийн их хөндлөн хүч Q_{su} болон хамгийн их гулзайлгах момент M_u -г хавсралт E дэх томъёогоор тодорхойлно.

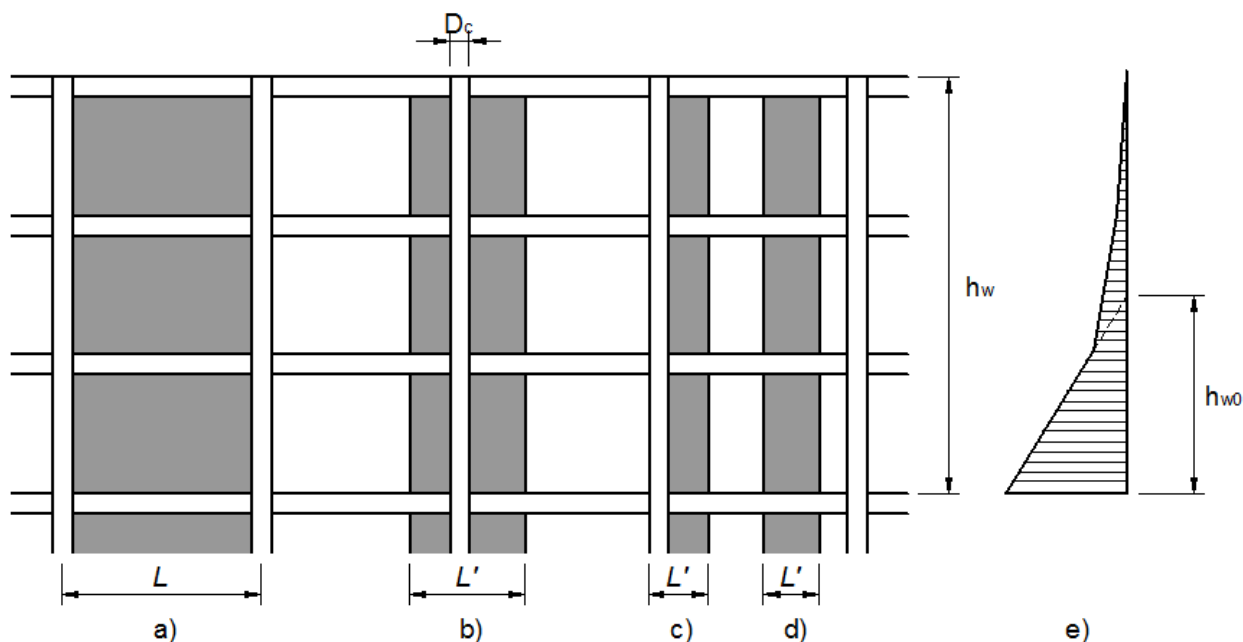
(1) Элементийн хүлээж авах хамгийн их хүчлэлийг тодорхойлох

Элементийн хүлээн авах хамгийн их гулзайлгах момент M_u болон хөндлөн хүч Q_{su} -ийг тодорхойлохдоо, Q_{su} -ийн хувьд хамгийн бага утгыг, M_u -ийн хувьд дундаж утгыг тооцоонд авна. Тусгайлан тооцохоос бусад тохиолдолд хавсралт E дэх томъёогоор олж болно. Элементийн материалын бат бэхийн утгыг, гөлгөр гадаргуутай арматурын хувьд урсалтын хязгаарын утга, иржгэр гадаргуутай арматурын хувьд урсалтын хязгаарын утга дээр 50 Н/мм²-ийг нэмсэнтэй тэнцэх утгуудыг ашиглана. Биет судалгаагаар дээрх материалууд нь их хэмжээний элэгдэлд орсон нь тогтоогдвол туршиж тогтоосон утгаар тооцоог хийнэ.

(2) Элементийн эвдрэх хэлбэр ба хүлээн авах хамгийн их хөндлөн хүчийг тодорхойлох.

Даацын босоо элементүүдийн доод огтлолын хүлээн авах хамгийн их гулзайлгах момент M_u -ийн үйлчлэл дэх хөндлөн хүч Q_{mu} ($= M_u/h$) болон Q_{su} -ийн тооцоонд шаардлагатай зааг цэг хүртэлх өндөр ($h_{wo} = M/Q$)-ийг тусгайлан шалгах аас

бусад тохиолдолд доор заасан хувилбаруудын дагуу тодорхойлно. Энд элементийн хүлээн авах хамгийн их хөндлөн хүч Q_u -ийг Q_{mu} болон Q_{su} -ийн аль бага утгаар авна.



5.1-р зураг. Ханын зааг цэг хүртэлх зай.

- Баганын зааг цэг хүртэлх зай h_{c0} (5.2-р зураг):

$$h_{c0} = h_0/2$$

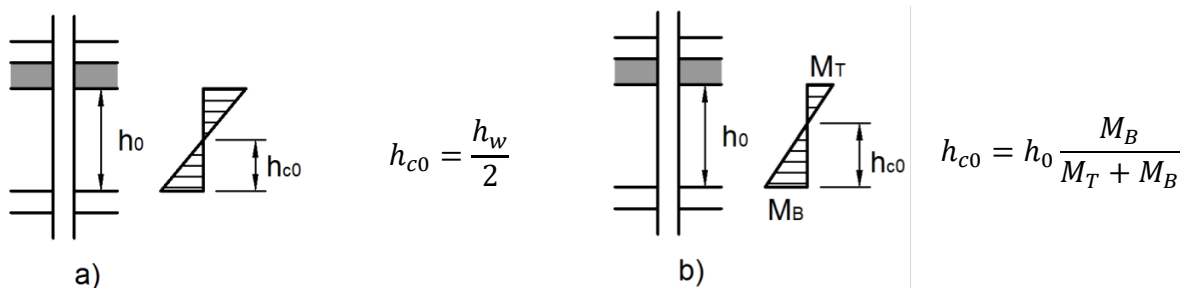
Энд: h_0 нь баганын цэвэр өндөр.

Харин баганын дээд болон доод төгсгөлийн хүлээн авах хамгийн их гулзайлгах момент нь өөр тохиолдолд $h_{c0} = h_0 M_B / (M_T + M_B)$ гэж олно. Энд: M_T , M_B нь баганын дээд болон доод төгсгөлийн хүлээн авах хамгийн их гулзайлгах момент.

- Хоёр захдаа баганатай даацын ханын зааг цэг хүртэлх зай h_{w0} :

$$h_{w0} = h_w/2$$

Энд: h_w нь үнэлгээ хийж буй давхрын шалны түвшнээс тухайн давхраас дээш үргэлжилсэн ханын хамгийн дээд түвшин хүртэлх өндөр. Хамгийн дээд давхрын хувьд $h_{w0} = h_w$ гэж авна. Мөн нэг давхар барилгын хувьд $h_{w0} = h_w$ гэж авна.



5.2-р зураг. Баганын зааг цэг хүртэлх зай

– Жигүүр ханатай багана ба нэг баганатай ханын зааг цэг хүртэлх зай h_{cw0} :

$$\begin{aligned} 0 < L_W < L - D_C & \text{ үед } h_{cw0} = h_{c0} + (h_{w0} - h_{c0}) \cdot \frac{L_W}{L} \\ L_W \geq L - D_C & \text{ үед } h_{cw0} = h_{w0} \end{aligned} \quad (5.2)$$

Энд:

L_W - жигүүр ханын урт (Хоёр талдаа жигүүр ханатай үед баганын огтлолын өргөнийг хассан урт);

D_C - баганын хөндлөн огтлолын өргөн;

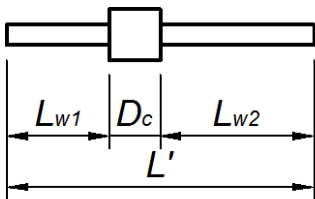
L - баганын алслал (жигүүр хана нь урт талын алслалаар авч болно);

h_{c0} - баганын зааг цэг хүртэлх зай;

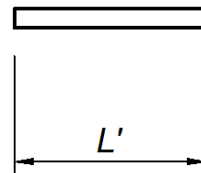
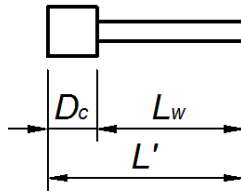
h_{w0} - хоёр захдаа баганатай ханын зааг цэг хүртэлх зай.

Мөн баганагүй ханын хувьд (урт нь L' гэж үзвэл) баганын хөндлөн огтлолын өргөн D_C -г ашиглаж, L_W -ийн утгыг $L_W = L' - 2D_C$ ($L_W \geq 0$) –ээр олж (5.2) томъёог ашиглана.

$$L_W = L_{W1} + L_{W2}$$



$$L_W = L' - 2D_C$$



а. Хоёр талдаа ханатай багана б. Нэг талдаа ханатай багана в. Баганагүй хана

5.3-р зураг. Жигүүр ханатай багана болон баганагүй хана.

(3) Бүтээцийн элемент тус бүрийн бат бэхийн индекс C -г дараах томъёогоор олно.

$$C = \frac{Q_u}{\sum W} \quad (5.3)$$

Энд: $\sum W$ нь тухайн давхраас дээших давхруудаас ирэх газар хөдлөлтийн хослолд тодорхойлсон нийт босоо ачаа.

5.3.3. Налархайн индекс(1) Налархайн индекс F -г тодорхойлох

5.2-р хүснэгтэд үзүүлсэн ангиллын дагуу 5.3-р хүснэгтийн утгаас авна. Налархай чанар нь өндөр, гулзайлтаас эвдрэх багана болон ханын налархайн индексийг тус бүр (5.4) болон (5.7) томъёогоор тодорхойлно. Жигүүр ханатай баганын хувьд тусгайлан шалгахаас бусад тохиолдолд $F = 1.0$ гэж авна.

5.3-р хүснэгт. Нарийвчилсан үнэлгээний налархайн индекс F -ийн утга

Элемент	Налархайн индекс F -ийн утга
Гулзайлтаас эвдрэх багана	(5.4) томъёогоор тодорхойлно. (1.27-3.2)*
Гулзайлтаас эвдрэх хана	(5.7) томъёогоор тодорхойлно. (1.0-2.0)
Шилжисхийлтээс эвдрэх багана	1.0
Шилжисхийлтээс эвдрэх хана	1.0
Хэт хөшүүн багана	0.8

*Хэрэв (5.6) томъёон дахь нөхцөлийн аль нэг нь биелж байвал $F = 1.0$ гэж авна.

1) Гулзайлтаас эвдрэх багана

$$F = \varphi \sqrt{2\mu - 1} \quad (5.4)$$

Энд: μ - налархай хэв гажих чадварын илтгэлцүүр бөгөөд (5.5) томъёогоор олно.

$$\varphi = \frac{1}{0.75(1 + 0.05\mu)}$$

Гулзайлтаас эвдрэх баганын μ -г (5.5) томъёогоор олно.

$$\mu = \mu_0 - k_1 - k_2 \quad (5.5)$$

Энд: $1 \leq \mu \leq 5$ (нэгээс бага үед нэгээр, таваас их үед таваар авна);

$$\mu_0 = 10 \left(\frac{cQ_{su}}{cQ_{mu}} - 1 \right);$$

$k_1 = 2.0$ (баганын хөндлөн арматурын алхмыг ажлын арматурын диаметр харьцуулсан харьцаа нь 8-аас бага тохиолдолд $k_1 = 0$ гэж болно);

$$k_2 = 30 \left(\frac{c\tau_{mu}}{F_c} - 0.1 \right) \geq 0 \quad (k_2 \text{ нь } 0\text{-ээс бага тохиолдолд } k_2 = 0 \text{ гэж авна.})$$

Энд:

cQ_{su} - баганын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч;

cQ_{mu} - баганын хүлээж авах хамгийн их моментын үйлчлэл дэх хөндлөн хүч;

$$c\tau_{mu} = cQ_{mu} / (b \cdot j)$$

b - баганын хөндлөн огтлолын өргөн;

j - баганын суналт ба шахалтын хүчдэлүүдийн тэнцүү үйлчлэгчүүдийн тэнхлэг хоорондын зай ($0.8D$ гэж авч болно. D - баганын хөндлөн огтлолын өндөр);

F_c - бетоны шахалтын бат бэх.

Дараах нөхцөлийн аль нэгийг биелж байвал налархайн индексийг $F = 1.0$ гэж авна.

$$\left. \begin{aligned} N_s / (b \cdot D \cdot F_c) > 0.4 & \quad (N_s - \text{газар хөдлөлтийн үеийн баганын дагуу хүч}) \\ c\tau_{mu} / F_c > 0.20 & \\ p_t > 1\% & \quad (p_t - \text{суналтын бүсний арматурлалын илтгэлцүүр}) \\ \frac{h_0}{D} \leq 2.0 & \quad (h_0 - \text{баганын цэвэр өндөр}) \end{aligned} \right\} \quad (5.6)$$

Гулзайлтаас эвдрэх хана

$$1.0 = wQ_{su} / wQ_{mu} \quad \text{бол } F = 1.0$$

$$1 < wQ_{su} / wQ_{mu} < 1.3 \quad \text{үед шугаман хамаарлын аргаар} \quad (5.7)$$

$$1.3 \leq wQ_{su} / wQ_{mu} \quad \text{бол } F = 2.0 \quad (\text{нэг талдаа багантай хана эсвэл баганагүй хана бол } F = 1.5 \text{ гэж авна})$$

Энд:

wQ_{su} - ханын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч;

wQ_{mu} - ханын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах моментын үйлчлэл дэх хөндлөн хүч.

5.4. Хэлбэрийн индекс

Барилгын хэлбэрээс хамаарах индекс S_D нь барилгын хэлбэрийн түвэгшил, геометр хэмжээс, зөв байдал, хөшүүншлийн жигд биш хуваарилалтаас хамааран барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварт үзүүлэх нөлөөг тоон утгаар илэрхийлсэн индекс бөгөөд бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -ийг засварлах үүрэгтэй.

Хэлбэрийн индексийг G_i болон R_i илтгэлцүүрүүдийг ашиглаж (5.8) тэгшитгэлийн дагуу q_i (нөлөөллийн утга) -ийн үржвэрээр олно.

5.4-р хүснэгтэд үзүүлсэн ангиллын дагуу R_{1i} -г ашиглан нөлөөллийн утгуудыг олно.

(1) Хэлбэрээс хамаарах индексийг олох томъёо.

$$S_D = q_a \cdot q_b \cdot \dots \cdot q_n \quad (5.8)$$

Энд:

$$q_i = [1 - (1 - G_i) \cdot R_{2i}]; \quad i = a, b, c, d, e, f, i, j, l, n; \quad i \neq h$$

$$q_i = [1.2 - (1 - G_i) \cdot R_{2i}]; \quad i = h$$

(2) Ангиллын төрөл

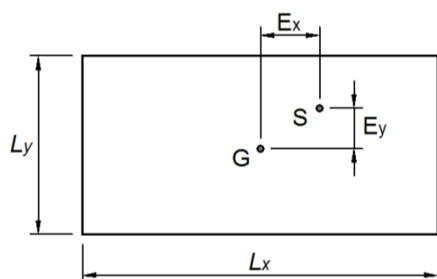
Ангиллын төрөл болон G, R -ийн утгуудыг 5.4-р хүснэгтээс авна.

5.4-р хүснэгт. Барилгын хэлбэрээс хамаарах G, R – утга.

Үзүүлэлт		Итгэлцүүр	G_i			R
			1.0	0.9	0.8	R_{2i}
Байгуулалтын хэлбэр	a	Байгуулалтын зөв байдал	$a \leq 0.1$	$0.1 < a \leq 0.3$	$0.3 < a$	0.5
	b	Урт өргөний харьцаа	$b \leq 5$	$5 < b \leq 8$	$8 < b$	0.25
	c	Байгуулалтын нарийссан хэсгийн харьцаа	$0.8 \leq c$	$0.5 \leq c < 0.8$	$c < 0.5$	0.25
	d	Газар хөдлөлтийн эсрэг заадас	$\frac{1}{100} \leq d$	$\frac{1}{200} \leq d < \frac{1}{100}$	$d < \frac{1}{200}$	0.25
	e	Онгорхой талбай	$e \leq 0.1$	$0.1 < e \leq 0.3$	$0.3 < e$	0.25
	F	Онгорхой талбайн байршил	$f_1 \leq 0.4$ болон $f_2 \leq 0.1$	$f_1 \leq 0.4$ болон $0.1 < f_2 \leq 0.3$	$0.4 < f_1$ эсвэл $0.3 < f_2$	0
Өндрийн хэлбэр	h	Зоорийн давхар	$1.0 \leq h$	$0.5 \leq h < 1.0$	$h < 0.5$	1.0
	i	Давхрын өндрийн жигд байдал	$0.8 \leq i$	$0.7 \leq i < 0.8$	$i < 0.7$	0.25
	j	Уян давхар	Уян давхаргүй	Уян Давхартай	Тийм. Төвийн бус уян давхартай	1.0
Ангид төв	l	Хүндийн төв ба хөшүүний төвийн харьцангуй ангид төв	$l \leq 0.1$	$0.1 \leq l < 0.15$	$0.15 < l$	1.0
Хөшүүншил	n	Дээд давхрын хөшүүншлийг тооцоолж буй давхрын хөшүүншилд харьцуулсан харьцаа	$n \leq 1.3$	$1.3 < n \leq 1.7$	$1.7 < n$	1.0

Тайлбар: Дээрх $a - j$ илтгэлцүүрүүдийг бүх давхарт тодорхойлох ба түүний хамгийн бага гарах утгыг бүх давхарт тооцоонд авна.

l хэлбэр. Барилгын газар хөдлөлтийн үйлчлэлээс мушгиралтад орох эсэхийг тооцсон үзүүлэлт.



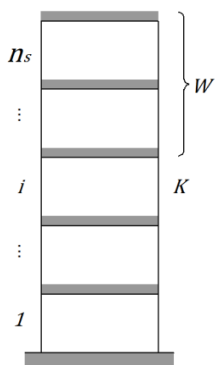
X тэнхлэгийн дагуу:

$$l = E_y / \sqrt{L_x^2 + L_y^2}$$

Y тэнхлэгийн дагуу:

$$l = E_x / \sqrt{L_x^2 + L_y^2}$$

n хэлбэр. Тухайн давхрын хөшүүншил (K)-ийг тухайн давхрын хүлээн авч буй нийт босоо ачаалал (W)-д харьцуулсан харьцааг тус давхрын харьцангуй хөшүүншил гэнэ. Хөшүүншлийг бодолцсон n -ийн утгыг дараах томъёогоор бодно.



$$K = \frac{\text{Баганын нийт талбай} + \alpha \cdot \text{Ханын талбайнуудын нийлбэр}}{\text{Давхрын өндөр}}$$

$\frac{K}{W}$: давхрын харьцангуй хөшүүншил

i -р давхарт

$$\beta = \frac{N-1}{N} \quad \text{Энд: } N = n_s - i + 1$$

$$n = \frac{(K/W)_{i+1}}{(K/W)_i} \beta$$

Хамгийн дээд давхарт $\beta = 2$ гэж авах ба $n = \frac{(K/W)_{n_s-1}}{(K/W)_{n_s}} \beta$

Ханын h/l -н харьцаа	α		
	Раман доторх хана	Рамын гаднах хана	
$3.0 \leq h/l$	1.0	0.3	
$2.0 \leq h/l < 3.0$	1.5	0.5	
$1.0 \leq h/l < 2.0$	2.5	0.8	
$h/l < 1.0$	3.5	1.2	

5.5. Насжилтын индекс

Нарийвчилсан үнэлгээнд ашиглах насжилтын индексийг 5.2-р хүснэгтэд үзүүлсэн биет судалгааны үр дүнд үндэслэн (5.9) томъёогоор тодорхойлно.

$$T = (T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_N)/N \quad (5.9)$$

$$T_i = (1 - p_1) \cdot (1 - p_2)$$

Энд:

T_i - биет судалгааг явуулсан давхрын насжилтын индекс;

N - биет судалгаа явуулсан давхрын тоо;

p_1 - биет судалгаа явуулсан давхрын бүтээцийн ан цав, хэв гажилтаас хамаарсан илтгэлцүүрүүдийн нийлбэр (5.5-р хүснэгтээс авна.)

Судалгаа хийх шаардлагагүй тохиолдолд тэгээр авна;

p_2 - судалгаа хийсэн давхрын элэгдэл, насжилтаас хамаарсан илтгэлцүүрүүдийн нийлбэр (5.5-р хүснэгтээс авна.)

Судалгаа хийх шаардлагагүй тохиолдолд тэгээр авна.

5.5-р хүснэгт. p_1, p_2 -н утга

Элемент	Хамрах талбай	*Бүтээцийн ан цав, хэв гажилт			**Насжилт, элэгдэл		
		a	b	c	a	b	c
I. Туслах дам нуруу болон хучилтын хавтан	Давхрын нийт талбайн 1/3 болон түүнээс их	0.017	0.005	0.001	0.017	0.005	0.001
	1/3-1/9-ийн хооронд	0.006	0.002	0	0.006	0.002	0
	1/9 болон түүнээс бага	0.002	0.001	0	0.002	0.001	0
	Байхгүй	0	0	0	0	0	0
II. Дам нуруу	Чиглэл тус бүр дэх нийт элементийн 1/3 ба түүнээс их	0.05	0.015	0.004	0.05	0.015	0.004
	1/3-1/9-ийн хооронд	0.017	0.005	0.001	0.017	0.005	0.001
	1/9 болон түүнээс бага	0.006	0.002	0	0.006	0.002	0
	Байхгүй.	0	0	0	0	0	0
III. Хана болон багана	Нийт элементийн 1/3 болон түүнээс их	0.15	0.045	0.011	0.15	0.045	0.011
	1/3-1/9-ийн хооронд	0.05	0.015	0.004	0.05	0.015	0.004
	1/9 болон түүнээс бага	0.017	0.005	0.001	0.017	0.005	0.001
	Байхгүй	0	0	0	0	0	0
Дэд хэсгүүдийн нийлбэр							
Нийт нийлбэр		$p_1=$			$p_2=$		

Тайлбар: "Байхгүй" гэдэг нь тухайн барилгын засвар үйлчилгээний байдал нь сайн, насжилт элэгдэл маш бага байгааг илэрхийлнэ.

*Бүтээцийн ан цав, хэв гажилт

a: 1. Жигд бус суултаас үүссэн ан цавтай.

2. Хана, дам нуруу, багананд үүссэн илт харагдахуйц ташуу ан цавтай.

b: 1. Хавтан, дам нуруу нь даацын бус элементэд нөлөөлөхүйц хэв гажилттай.

2. Хана, дам нуруу, багананд үүссэн ойроос харагдахуйц боловч зайнаас харагдахгүй ташуу ан цавтай.

3. Хавтан, дам нуруунд холхноос харагдах хэв гажилттай.

c: 1. a.b-д заагаагүй бага хэмжээтэй ан цавтай.

2. a.b-д заагаагүй хавтан, дам нурууны хотойлттой.

**Насжилт, элэгдэл

a: 1. Арматурын зэврэлтээс үүдэлтэй бетоны ан цавтай.

2. Арматур зэвэрсэн.

3. Галаас үүдэж бетонд ан цав үүссэн.

4. Химийн элементээс бетон элэгдсэн.

b: 1. Борооны ус болон ус алдалтаас арматурын зэврэлт нэвчсэн.

2. Арматурын хамгаалалтын үе ажиллагаагүй болсон, түүнтэй адил элэгдсэн.

3. Заслын материалд ховхрол үүссэн.

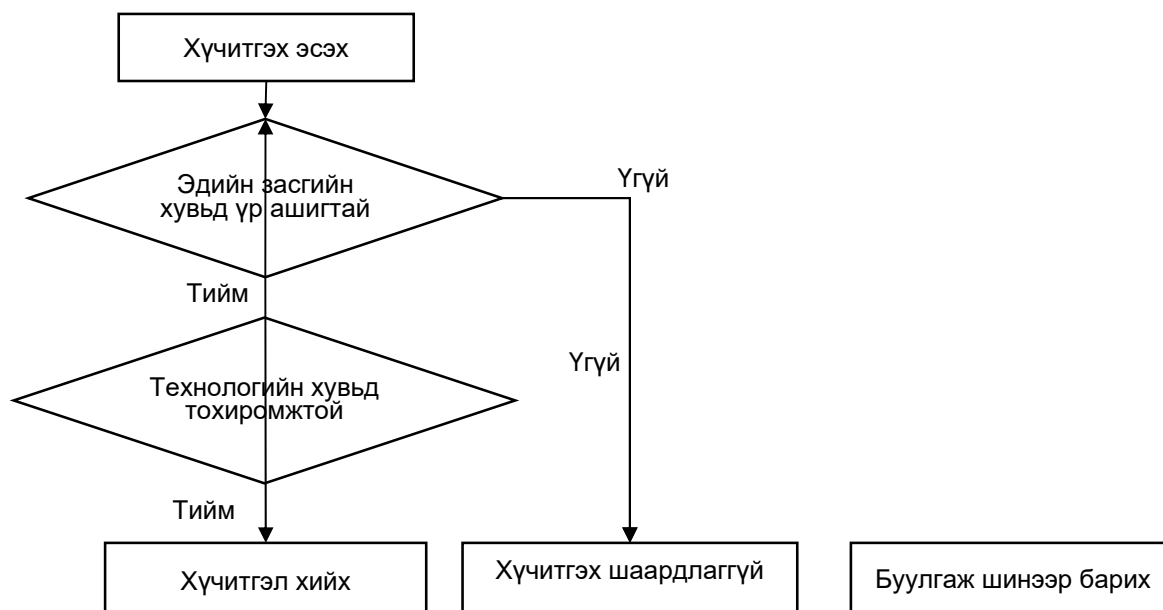
c: 1. Ус, борооны ус, химийн бодисоос бетонд толбо үүссэн.

2. Заслын материал бага хэмжээгээр элэгдсэн эсвэл ховхорсон.

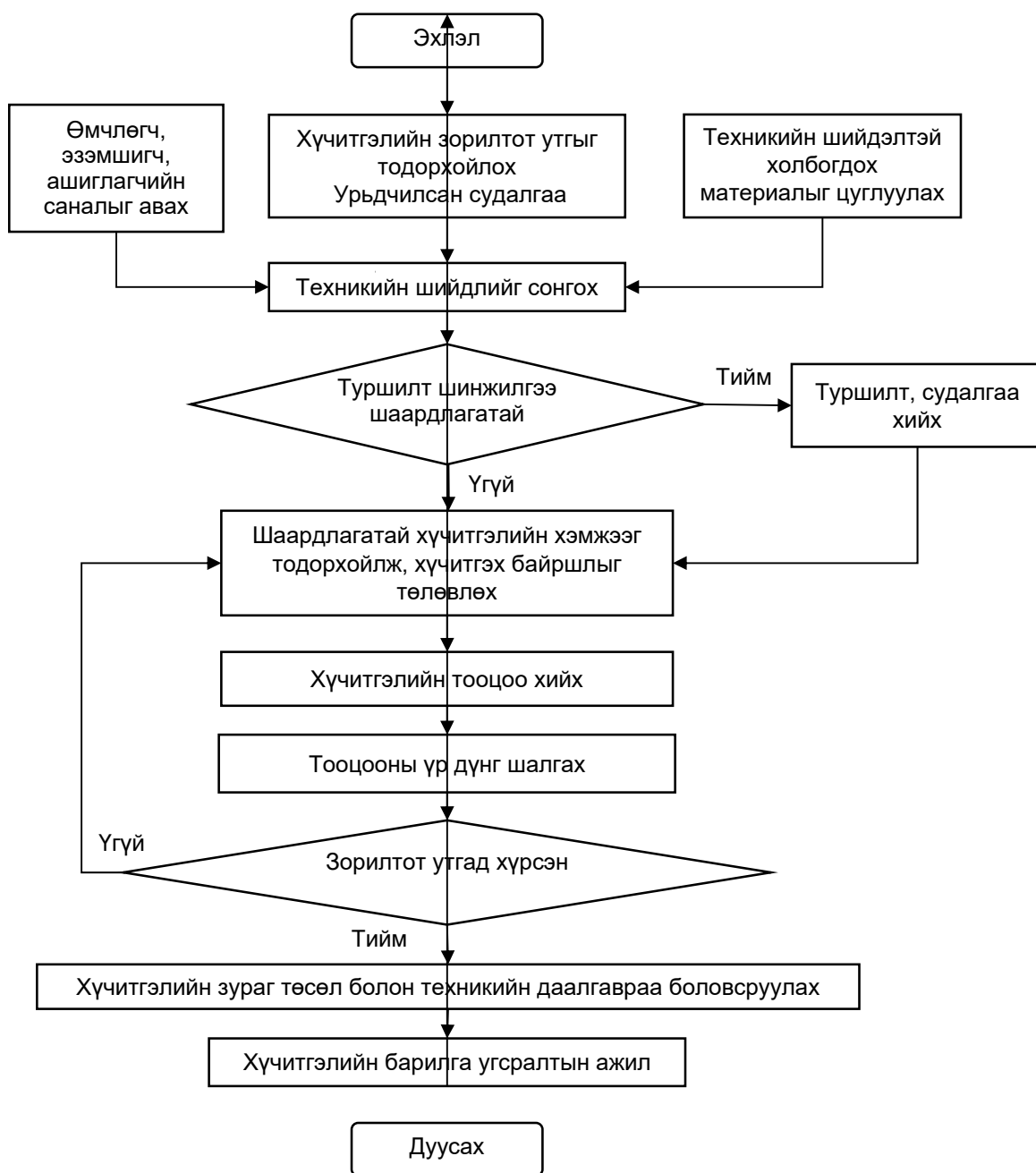
6. ХҮЧИТГЭЛ

6.1. Ерөнхий зүйл

Тус бүлэгт цутгамал төмөр бетон бүтээцтэй барилгын хүчитгэлийн тухай авч үзнэ. Харин тусгайлан хийгдсэн туршилт, судалгаанд үндэслэж хүчитгэлийн зураг төсөл боловсруулах тохиолдолд энэхүү аргачлалаас өөр аргачлал хэрэглэж болно. Тус бүлэгт дурдагдаагүй зүйлийн тухайд холбогдох бусад норм ба дүрмийг ашиглана. Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээгээр тэсвэртэй эсвэл хүчитгэх шаардлагагүй гэсэн дүгнэлт гарснаас бусад барилгуудад хүчитгэлийн зураг төслийг боловсруулах бөгөөд I_S болон I_{SO} -ийн зөрүү, тухайн барилгыг цаашид ашиглах хугацаа, эдийн засгийн үр ашгийг бодолцох шаардлагатай. Хүчитгэх шаардлагатай эсэхийг 6.1-р зурагт үзүүлсэн бүдүүвчийн дагуу тодорхойлж, хүчитгэлийг 6.2-р зурагт үзүүлсэн бүдүүвчийн дагуу боловсруулна.



6.1-р зураг. Хүчитгэх шаардлагатай эсэхийг шийдэх бүдүүвч



6.2-р зураг. Хүчитгэл хийх бүдүүвч

6.2. Хүчитгэсний дараах бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн шаардлагатай утгыг тогтоох

Барилгын хүчитгэлийн зураг төслийг боловсруулахын өмнө хүчитгэсний дараах бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн шаардлагатай утгыг дараах (6.1) томъёогоор тодорхойлно.

$${}_R I_S \geq I_{SO} \quad (6.1)$$

Энд: ${}_R I_S$ - хүчитгэсний дараах бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс
 I_{SO} - бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс

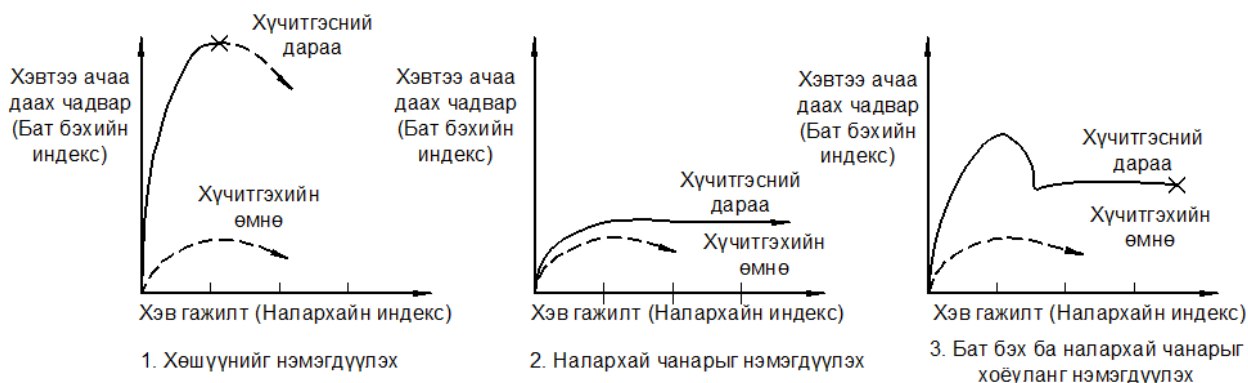
6.3. Хүчитгэлийг төлөвлөх ба зураг төсөл боловсруулах

6.3.1. Ерөнхий зүйл

Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн шаардлагатай утгыг тодорхойлж, бат бэх болон налархай чанарын одоогийн түвшинд үндэслэн хүчитгэлийн шийдлийг тогтооно. Түүнчлэн зорилтот газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварыг хангах хамгийн тохиромжтой аргыг сонгоно. Хүчитгэлийн шийдэл нь барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэхийг гол зорилгоо болгох төдийгүй хүчитгэсний дараах барилгын ашиглалт, хүчитгэлийн угсралтын ажлын түвэгшил зэргийг бодолцсон байна. Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэхэд 6.3-р зурагт үзүүлсэн зарчимуудаас аль нэгийг баримтална.

Эдгээр зарчимууд:

- бат бэхийг нэмэгдүүлэх;
- налархай чанарыг нэмэгдүүлэх;
- бат бэх ба налархай чанарыг хоёуланг нэмэгдүүлэх байна.



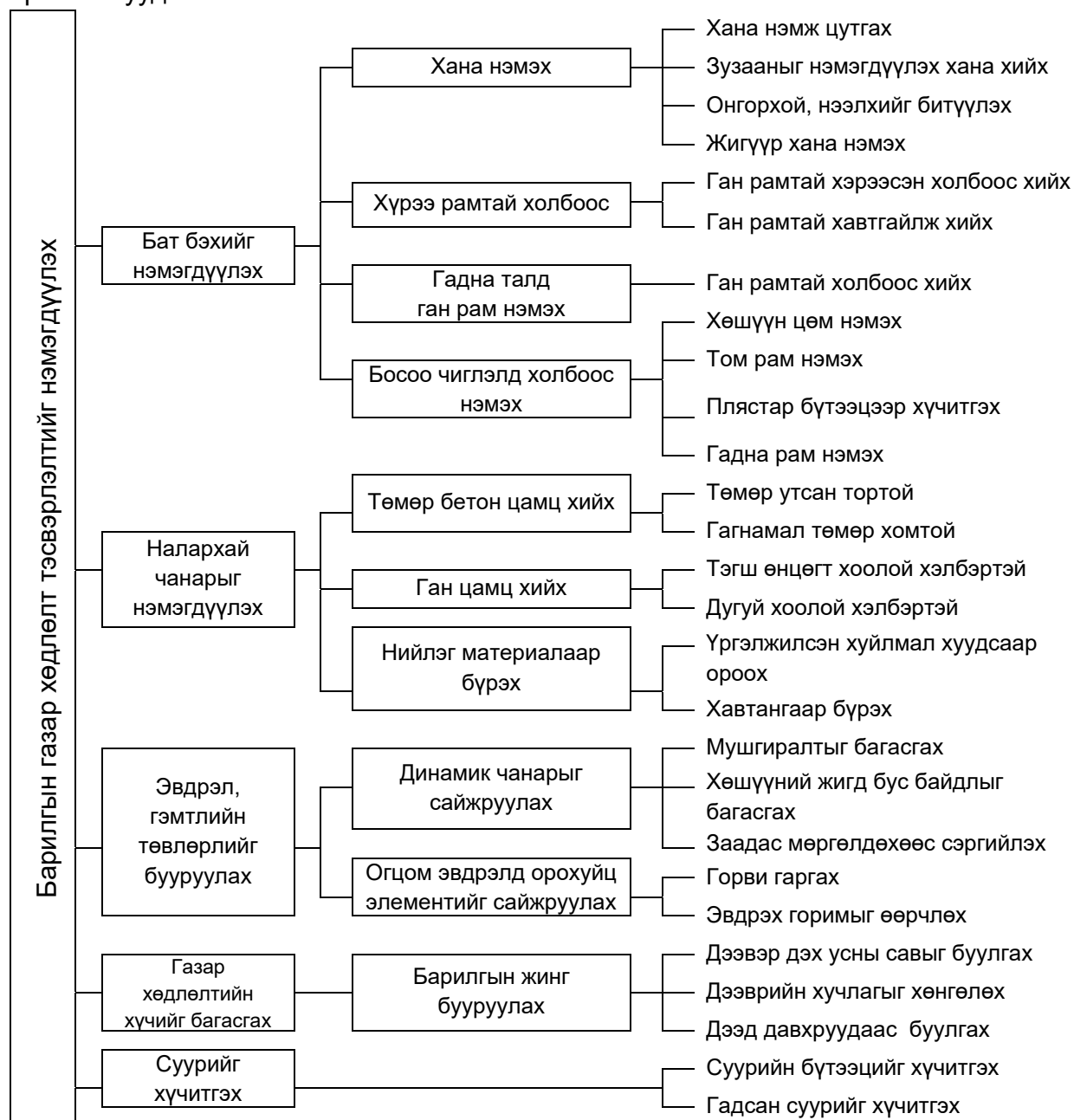
6.3-р зураг. Хүчитгэл хийх зарчим

Хүчитгэл хийхдээ туршилт эсвэл судалгаагаар батлагдсан аргыг ашиглана. Мөн тухайн барилгын бүтээцийн шинж чанарыг сайтар судалсны үндсэн дээр барилгын даац, налархай чанарыг дээшлүүлэх, мушгиралтыг багасгах, хөшүүншлийн жигд хуваарилалт эсвэл эвдрэлд орж болзошгүй хэсгийг сайжруулах, угсралтын нөхцөл зэргийг бодолцсон оновчтой аргыг сонгоно.

Түүнчлэн тухайн барилгын ач холбогдол, зориулалт, онцлог, ашиглалтын шаардлага зэрэгт үндэслэн хүчитгэх элементийн байршлыг сонгоно. Хүчитгэх элементийн байрлал нь барилга ашиглалтын хэвийн байдалд сөрөг нөлөө үзүүлэхүйц байвал тухайн хэсгийн зориулалтыг өөрчлөх, хүчитгэх байрлалыг солих зэргээр уг нөлөөг багасгах арга хэмжээг авна.

6.3.2. Хүчитгэлийн төрлүүд

Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэхэд 6.4-р зурагт үзүүлсэн аргачлалуудыг ашиглана.



6.4-р зураг. Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэх аргын төрлүүд

6.3.3. Шаардлагатай хүчитгэлийн хэмжээг тогтоох

Барилгад шаардлагатай хүчитгэлийн хэмжээг газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээний үр дүнд үндэслэн дараах (6.2) томъёогоор олно.

$$\Delta Q_i = \left(\frac{n+i}{n+1} \right) \cdot \beta_1 \cdot \frac{1}{F} \cdot \left(\frac{{}^R I_S}{S_D' \cdot T'} \cdot \sum W_i' - \frac{I_S}{S_D \cdot T} \cdot \sum W_i \right) \quad (6.2)$$

Энд:

ΔQ_i - i -р давхарт шаардлагатай газар хөдлөлтийн үйлчлэлийг эсэргүүцэх нэмэлт хөндлөн хүчний хэмжээ;

n, i - барилгын нийт давхрын тоо болон тооцож буй давхрын дугаар;

F - 5.3.3-ийн (1) -дэх налархайн индексүүдийн хамгийн бага утга;

I_S - бүтээцэд хүчитгэл хийхээс өмнөх газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс;

${}^R I_S$ - бүтээцийг хүчитгэсний дараах газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S -ийн утга;

S_D, S_D' - хүчитгэхээс өмнөх болон хүчитгэсний дараах хэлбэрийн индексийн утга;

T, T' - хүчитгэхээс өмнөх болон хүчитгэсний дараах дараах насжилтын индексийн утга;

$\sum W, \sum W'$ - хүчитгэхээс өмнөх болон хүчитгэсний дараах i -р давхраас дээших барилгаас ирэх ачаа.

Харин хүчитгэхээс өмнөх ба хүчитгэсний дараа хэлбэрийн индекс болон насжилтын индекс өөрчлөгдөөгүй, ихэнх элемент нь хөндлөн хүчний үйлчлэлээс эвдрэлд орох барилгын хувьд дараах томъёогоор тооцож болно.

$$\Delta Q_i = \left(\frac{n+i}{n+1} \right) \cdot \beta_1 \cdot \frac{1}{F_W} \cdot \frac{{}^R I_S - I_S}{S_D \cdot T} \cdot \sum W_i \quad (6.3)$$

F_W - хөндлөн хүчний үйлчлэлээс эвдрэх ханын налархайн индекс

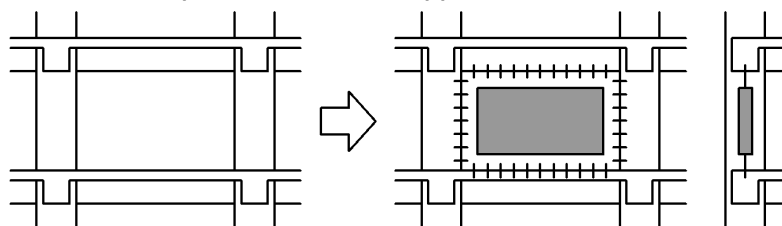
6.4. Хүчитгэлийн зураг төсөл

6.4.1. Хүчитгэх аргачлал 1

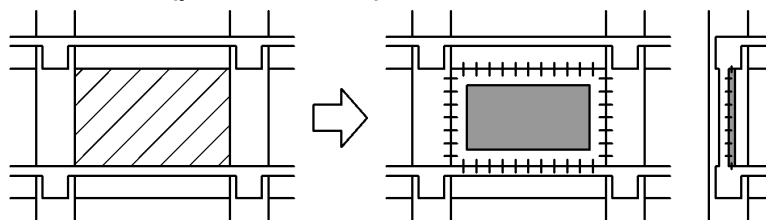
Цутгамал төмөр бетон хана нэмж цутгах

а) Ерөнхий зүйл

Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэхэд 6.5-р зурагт үзүүлсэн цутгамал төмөр бетон даацын хана шинээр нэмэх, онгорхойг битүүлэх, ханын зузааныг ихэсгэх замаар газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлнэ.



а. Цутгамал төмөр бетон хана нэмэх.



б. Ханын зузааныг нэмэх.

6.5-р зураг

Нэмж цутгах хана ба түүнийг хүрээлэх рам хоорондын уулзварыг анкер эсвэл шпонкоор холбож хүчлэлийг дамжуулан нэг цул бүтээц болгож ажиллуулах шаардлагатай. Шинээр нэмсэн ханын хүлээж авах хөндлөн хүчнээс түүнийг хүрээлж буй рамын хүлээж авах хөндлөн хүч нь бага тохиолдолд хуучин рам түрүүлж эвдрэлд орох болзошгүй тул зураг төслийн шатанд үүнийг анхаарах хэрэгтэй. Мөн цутгамал төмөр бетон хана нэмснээр барилгын жин нэмэгдэх, түүнээс үүдэн элементүүдийн хүлээж авах босоо ачаа нэмэгдэх, эвдрэлийн горим өөрчлөгдөх, суурь болон буурь хөрсөнд ирэх ачаалал нэмэгдэх тул эдгээр ачааллыг хүлээж авахаар төсөллөнө.

б) Хүчитгэлийн тооцооны дараалал

Даацын ханыг шинээр нэмэх тооцоог доорх дарааллын дагуу хийнэ.

- 1) Хүчитгэл хийх барилгын бүтээцийн шинж чанарыг тодорхойлох;
- 2) Бат бэх, налархай чанарын аль нэгийг эсвэл хоёуланг нэмэгдүүлэх хүчитгэлийн шийдлийг тогтоох;
- 3) Хүчитгэсний дараах газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн утгыг тогтоох;
- 4) Шинээр нэмэх даацын хананд үүсэх хүчдэлийг тодорхойлж тохирох материалыг сонгох;

- 5) Шинээр нэмэх даацын ханын байрлал, тоог тогтох;
- 6) Ханын арматур болон холбох бүтээцийг тооцож төсөллөх;
- 7) Ханын бат бэхийн болон налархайн индексийг тодорхойлох;
- 8) Хүчитгэлийн дараах газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс нь шаардлагатай утгыг хангаж байгаа эсэхийг шалгах.

в) Нэмэх ханын тооцоо

Нэмэх ханын хүлээж авах хөндлөн хүч Q_D -ийг тодорхойлж дараах (6.4) томъёогоор ханын шаардлагатай зузаан t_w -ыг олно.

$$t_w \geq Q_D / (l_w \cdot \tau_w) \tag{6.4}$$

Энд:

τ_w - нэмэх хананд үүсэх шилжисхийлтийн хүчдэлийн дундаж утга (Н/мм²).

6.1-р хүснэгтийн дагуу авна;

t_w - ханын зузаан (мм);

l_w - ханын цэвэр урт (мм).

6.1-р хүснэгт. Нэмэх хананд үүсэх шилжисхийлтийн хүчдэл

F утга	Шилжисхийлтийн хүчдэлийн дундаж утгын дээд хязгаар
$3 \geq F > 2$	$0.16F_C$
$2 \geq F > 1$	$0.20F_C$
$F = 1$	$0.25F_C$

F_C - шинээр нэмэх ханын бетоны шахалтын бат бэх

г) Ханын хөндлөн хүчний үйлчлэлд ажиллах шилжисхийлтийн арматурыг тодорхойлох

Шинээр нэмэх ханын шилжисхийлтийн арматурыг доорх нөхцөлийг хангахуйцаар сонгоно.

$$\beta \cdot Q_{wu} \geq Q_D \tag{6.5}$$

Энд:

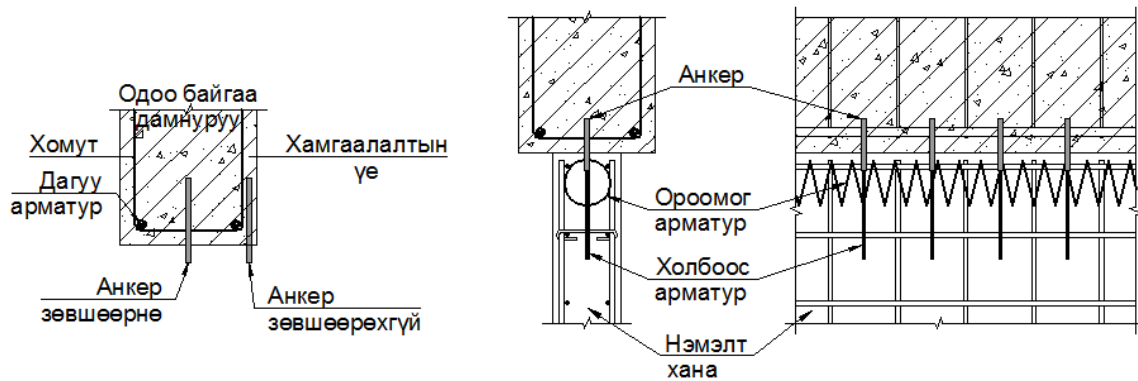
Q_{wu} - ханын шилжисхийлтийн бат бэхийн хязгаарын утга;

β - ханыг тойруулж дөрвөн талын дагууд анкер суулгасан тохиолдолд 0.9-1.0, бусад тохиолдолд 0.8-0.9.

д) Нэмэх хана болон рам хоорондын бэхэлгээ

Шинээр нэмэх ханыг раманд бэхлэхдээ анкер, шпонк, гагнаас хийх зэрэг аргыг хэрэглэнэ. Даацын ханыг нэмэхдээ дараах шаардлагыг хангахуйцаар төлөвлөнө.

Үүнд:



а. Анкерын байрлал

б. Ороомог арматур

6.6-р зураг

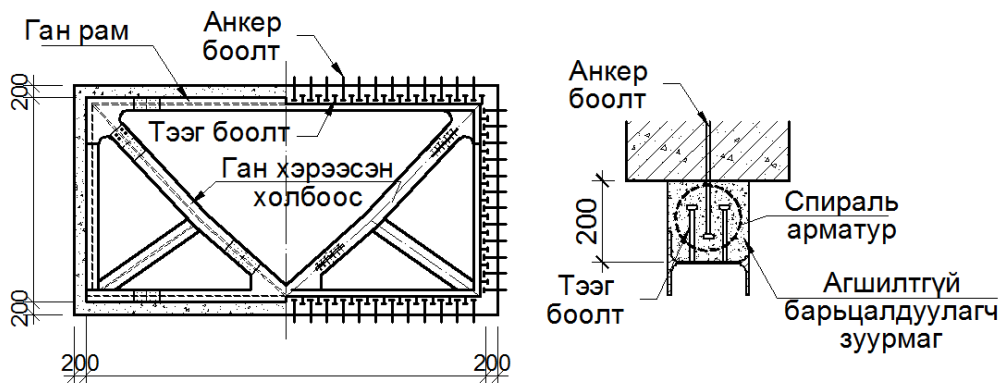
- 1) Шинээр нэмэх даацын ханын зузаан нь баганын хөндлөн огтлолын өргөний $\frac{1}{4}$ -ээс их бөгөөд 16 см-с багагүй, дам нурууны хөндлөн огтлолын өргөнөөс бага байна.
 - 2) Шинээр нэмэх даацын ханын шилжисхийлтийн арматурын арматурлалын илтгэлцүүр нь 0.25%-аас их, 1.2%-аас бага байна. Ханын зузаан нь 15 см-ээс дээш байх тохиолдолд 2 эгнээгээр арматурлана.
 - 3) Шинээр нэмэх даацын ханын бетон шахалтын бат бэх нь барилгын хуучин ханын бетоны шахалтын бат бэхээс их байна.
 - 4) Шинээр хана нэмж хүчитгэх тохиолдолд нэмэх ханын зузаан нь одоо байгаа ханын зузаанаас багагүй байна. Харин хуучин ханыг цамцалж хүчитгэх тохиолдолд цамцлах хэсгийн зузаан 12см-аас багагүй байна.
 - 5) Шинээр нэмэх даацын ханыг дам нуруунаас доош 20см орчим зай үлдээж цутгана. Ханыг цутгасны дараа үлдсэн зайг агшилтгүй зуурмагаар бөглөнө.
- Шинээр нэмэх хана ба рамын эргэн тойрон уулзвар хэсэгт 6.6 а, б зурагт үзүүлсэн ороомог эсвэл хомут арматурыг тавина.

6.4.2. Хүчитгэх аргачлал 2

Ган рамтай ган холбоосоор хүчитгэх

а) Ерөнхий зүйл

6.7а зурагт үзүүлсэн ган рамтай холбоосыг цутгамал төмөр бетон рамын дотор талд суурилуулна. Ган рамтай холбоосыг барилгын рамтай боолтоор бэхлэх эсвэл 6.7б зурагт үзүүлсэн тээг боолт ба агшилтгүй зуурмагаар бэхэлнэ.



а. Ган рамтай холбоос

б. Уулзварын хэсэглэл

6.7-р зураг

б) Хүчитгэлийн тооцоо

Ган рамтай холбоос суурилуулсан бүтээцийн хүлээж авах хөндлөн хүчийг

- түүнийг суурилуулах барилгын рамын бат бэх,
- ган холбоосны бат бэх,
- уулзварын бат бэхийн аль бага утгаар авна.

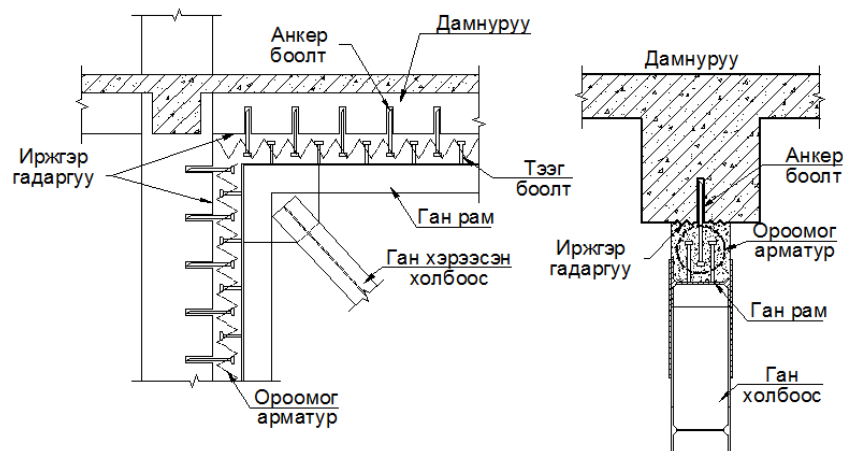
Ган рамтай холбоосны хүлээж авах хөндлөн хүчийг шахалт болон суналтад ажиллах ташуу холбоосны хөндлөн огтлол нь хязгаарын бат бэхтээ хүрэх үеэр авна. Шахалтад ажиллах ташуу холбоосны хувьд туяншлыг бодолцох шаардлагатай. Харин ган холбоосны гулзайлтын бат бэхийг төмөр бетон баганын суналт болон шахалтын урсалтын хязгаарт хүрэх үеийн утгаар авна.

в) Ган рамтай хэрээсэн холбоосны тооцоо

Туяншил $\lambda = 60$ -аас их тохиолдолд К эсвэл Х хэлбэртэй ташуу холбоосыг төлөвлөнө. Ган холбоосоор хүчитгэхдээ дараах зарчмыг баримтална. Үүнд:

- ган холбоос тавьснаар нэмж хүлээж авах хэвтээ хүчийг тодорхойлно;
- ган рам болон ган холбоосны хөндлөн огтлолыг тодорхойлно;
- тээг боолт болон анкер боолтны хүлээж авах шилжисхийлтийн хүч нь ган холбоос тавьснаар авах хөндлөн хүч (Q_D)-ээс их байхаар тооцож төлөвлөнө;
- ган рам болон ган холбоос хоорондын зангилааны бүтээцлэлийг шийднэ.

г) Ган рамтай холбоос болон барилгын рам хоорондын бэхэлгээ



6.8-р зураг. Ган холбоос ба рам хоорондын бэхэлгээ.

Ган рамтай холбоос болон барилгын рам хоорондын бэхэлгээг дараах нөхцөлийг хангахаар төсөллөнө. Үүнд:

- анкерын голч нь 16мм-ээс багагүй, алхам нь 250 мм-ээс ихгүй байх;
- тавтай тээг боолтын голч нь 16 мм-ээс багагүй, алхам нь 250 мм-ээс ихгүй байх;
- анкер болон тавтай тээг боолтын зөрүүлгийн урт нь тус бүрийнх нь тавнаас дооших уртын 1/2-ээс багагүй байх;
- шахах зуурмагийн шахалтын бат бэх нь 30 Н/мм²-аас багагүй;
- зуурмагт тавих хөндлөн арматурын арматурлалын илтгэлцүүр p_s нь 0.4% -с багагүй байх. p_s -ийг (6.6) томъёогоор олно.

$$p_s = a_s / (h' \cdot X_s) \quad (6.6)$$

Энд:

X_s - хөндлөн арматурын алхам (мм);

a_s - хөндлөн арматурын огтлолын талбай (мм²);

h' - зуурмаган үеийн хөндлөн огтлолын өндөр (мм).

6.4.3. Хүчитгэх аргачлал 3

Цутгамал төмөр бетон баганыг хүчитгэх

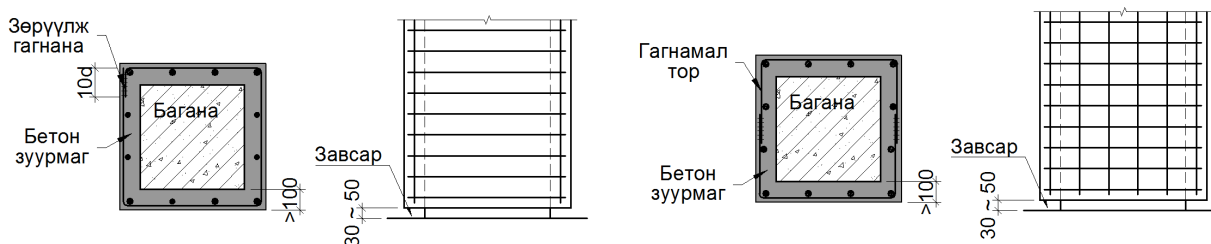
а) Ерөнхий зүйл

Төмөр бетон баганыг төмөр бетоноор, ган хуудсаар, нийлэг дагуу ширхэглэг материалаар тус тус цамцлаж хүчитгэж болно.

б) Төмөр бетоноор цамцлах

(1) Ерөнхий зарчим

Төмөр бетоноор цамцлахдаа баганыг тойруулан 10-15 см зузаантай төмөр бетоноор эсвэл арматурласан цементэн зуурмагаар цамцална. Тус хүчитгэлийн аргаар баганын шилжисхийлтийн бат бэхийг нэмэгдүүлэх замаар хэв гажилтад орох чадварыг сайжруулах эсвэл гулзайлгах момент ба дагуу хүчний бат бэхийг нэмэгдүүлж болно. Доорх 6.9-р зурагт үзүүлсэнчлэн хүчитгэл хийхдээ баганын дээд болон доод төгсгөлд завсар гаргах хийх эсэхээс хамаарна.



а. Хөндлөн арматураар хомуталсан хүчитгэл.

б. Гагнамал тороор хомутласан хүчитгэл.

6.9-р зураг

(2) Хүчитгэлийн тооцоо

Баганын хүлээж авах гулзайлгах моментыг тооцохдоо баганын дээд болон доод төгсгөлд завсар гаргасан тохиолдолд цамцлаагүй огтлолынхоор авна. Хэрэв завсар гаргаагүй тохиолдолд цамцалсны дараах хөндлөн огтлолоор тооцоог хийнэ. Баганын хүлээж авах хөндлөн хүчийг завсар гаргасан эсэхээс үл хамааран цамцалсны дараах хөндлөн огтлолоор тодорхойлно.

Цамцалсны дараа баганын эвдрэх горим өөрчлөгдсөн тохиолдолд хүчитгэсний дараах үнэлгээнд налархайн индекс F -г тухайн горимд харгалзах утгаар авна.

(3) Бүтээцлэл

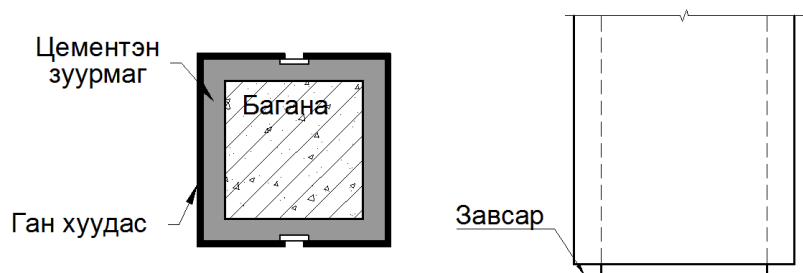
- баганыг дөрвөн талаас нь нэг цул бүтээц байхаар цамцлах,
- цамцлахдаа төмөр бетоноор бол 10 см-ээс их, цементэн зуурмагаар бол 6 см-ээс их зузаантай байх,
- шинээр цамцлах бетон болон зуурмагийн шахалтын бат бэх F_c нь 21 Н/мм^2 ба хуучин төмөр бетон баганын бетоны шахалтын бат бэхээс багагүй байх,
- гагнамал тороор арматурлах тохиолдолд зөрүүлгийн урт нь шаардлагатай хэмжээнээс багагүй байлгах,
- хөндлөн арматурын голч 10мм-ээс их, алхам 10 см-ээс хэтрэхгүй байх,

- Баганын зөвхөн налархай хэв гажих чадварыг нэмэгдүүлэхээр бол түүний дээд ба доод төгсгөлд гаргах завсрын өргөн нь 30-50мм байвал зохино.

в) Ган хуудсаар цамцлах

(1) Ерөнхий зарчим

Баганыг тойруулан ган хуудсаар цамцалж, ган хуудас ба багана хоорондын зайг зуурмагаар дүүргэж хүчитгэнэ. Энэ хүчитгэлээр баганын шилжисхийлтийн бат бэх болон дагуу хүчний бат бэх нэмэгдсэнээр хэв гажилтад орох чадвар нэмэгдэнэ. Баганыг ган хуудсаар, квадрат болон дугуй огтлолоор цамцална. Хэв гажилтад орох чадварыг нэмэгдүүлэхийн тулд баганын дээд болон доод төгсгөлд завсар гаргах ба дагуу хүчийг нэмэгдүүлэх тохиолдолд завсар гаргахгүй.



6.10-р зураг. Ган хуудсан хүчитгэл.

(2) Хүчитгэлийн тооцоо

Хүлээж авах гулзайлгах моментыг тооцохдоо баганын дээд болон доод төгсгөлд завсар гаргасан тохиолдолд цамцлахын өмнөх төмөр бетон баганын хүлээж авах гулзайлгах моментоор, завсар гаргаагүй тохиолдолд цамцалсны дараах баганын хөндлөн огтлолоор тооцоог хийнэ. Харин хүлээж авах хөндлөн хүчийг тооцохдоо завсар гаргасан эсэхээс үл хамааран цамцалсны дараах баганын хөндлөн огтлолоор тооцно.

Цамцалсны дараа тухайн баганын эвдрэх горим өөрчлөгдсөн тохиолдолд хүчитгэсний дараах үнэлгээнд налархайн индекс F -г тухайн горимд харгалзах утгаар авна.

(3) Бүтээцлэл

- баганыг дөрвөн талаас нь нэг цул байхаар цамцлах,
- төмөр бетон багана болон ган хуудас хоорондын зайг зуурмагаар шахаж дүүргэх,
- зуурмагийн шахалтын бат бэх F_c нь 21 Н/мм² ба хуучин төмөр бетон баганын бетоны шахалтын бат бэхээс багагүй байх,
- ган хуудасны зузаан нь 4.5 мм-ээс багагүй. Цамцны хэсэг тус бүрээр үйлдвэрт хийх ба тэдгээрийг талбайд гагнаж угсарна. Квадрат огтлолтой ган цамцны дөрвөн буланг ган хуудасны зузааныг гурав дахин авснаас багагүй радиустайгаар дугуйрсан болгох,

- баганын дээд болон доод төгсгөлүүдэд завсар гаргах тохиолдолд газар хөдлөлтийн үед дүүргэгч зуурмаг нь ховхорч унахааргүй байх арга хэмжээ авах.

г) Нийлэг дагуу ширхэглэг хуудсаар цамцлах

(1) Ерөнхий зарчим

Эпоксидын давирхайг ашиглан нийлэг дагуу ширхэглэг хуудсаар төмөр бетон баганыг ороож баганын шилжисхийлтийн бат бэхийг нэмэгдүүлснээр хэв гажилтад орох чадварыг нэмэгдүүлнэ.



6.11-р зураг. Нийлэг дагуу ширхэглэг хуудсан хүчитгэл.

(2) Хүчитгэлийн тооцоо

Хүлээж авах гулзайлгах моментыг тодорхойлохдоо цамцлахын өмнөх төмөр бетон баганын хүлээж авах гулзайлгах моментоор, харин хүлээж авах хөндлөн хүчийг тодорхойлохдоо цамцалсны дараах баганын хөндлөн огтлолоор тооцно.

Цамцалсны дараа тухайн баганын эвдрэх горим өөрчлөгдсөн тохиолдолд хүчитгэсний дараах үнэлгээнд налархайн индекс F -г тухайн горимд харгалзах утгаар авна.

(3) Бүтээцлэл

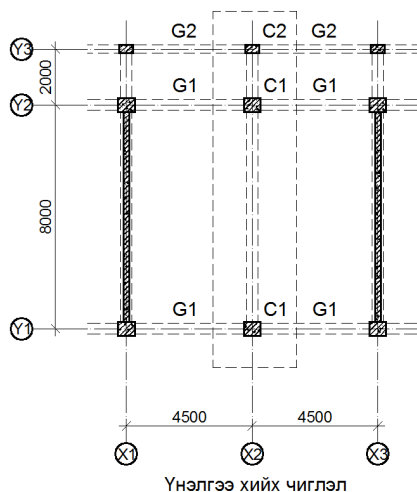
- төмөр бетон баганын гадаргууг орооход бэлдэх,
- баганын дөрвөн буланг 20 мм радиустай дугуйрсан хэлбэртэй болгох,
- хуудсыг босоо чиглэлд ойролцоогоор перпендикуляр байхаар давхарлан нягт чанга ороох,
- хуудсыг багананд завсаргүй нягт наах ба зөрүүлгийг сөөлжүүлж гаргах,
- барьцалдуулагч давирхайт бодисын хувьд нийлэг дагуу ширхэглэг хуудсын бат бэх шинж чанарыг хангаж чадахуйц бүтээгдэхүүн хэрэглэх,
- барьцалдуулагч давирхайт бодисыг хатсаны дараа гал тэсвэрлэлт, гадаргууг хамгаалах болон харагдах байдлыг бодолцон зуурмаг болон төрөл бүрийн хавтангаар өнгөлгөө хийх.

Хавсралт А

Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хялбарчилсан үнэлгээний тооцооны жишээ

А.1. Үнэлгээний тооцоо хийх барилгын тухай

Барилга нь 4 давхар бөгөөд Y тэнхлэгийн чиглэлд 2 алслалтай. Энэ жишээнд барилгын уртын дагуу чиглэл X2 тэнхлэгийн дагуух тасархай шугам доторх рамын тооцоог хийнэ. Барилгын нэгж талбайд ногдох жин 11.8 кН/м².



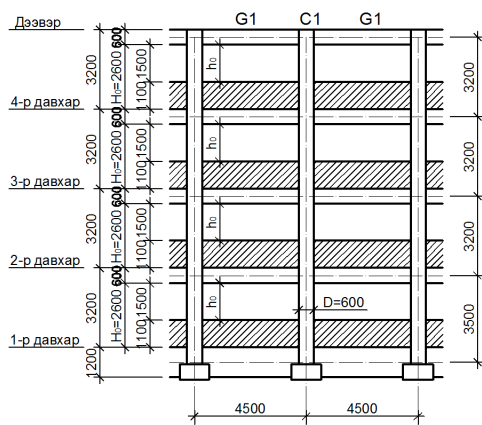
А.1-р зураг

Материалын үзүүлэлт:

Бетон: $F_c = 17.7 \text{ Н/мм}^2$

Арматур: Багана болон дам нурууны ажлын арматур SD345 ($\sigma_y = 343 \text{ Н/мм}^2$)

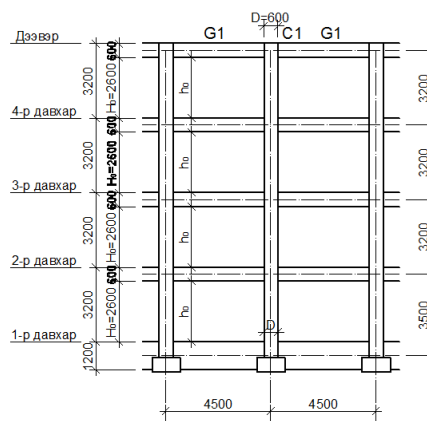
Хомут болон ханын хэвтээ арматур SD295A ($\sigma_y = 294 \text{ Н/мм}^2$)



$$\text{(Бүх давхарт: } \frac{h_o}{D} = \frac{1500}{600} = 2.5$$

$$\frac{h_o}{H_o} = \frac{1500}{2600} = 0.577)$$

А.2-р зураг. Y1 тэнхлэгийн рамын бүдүүвч

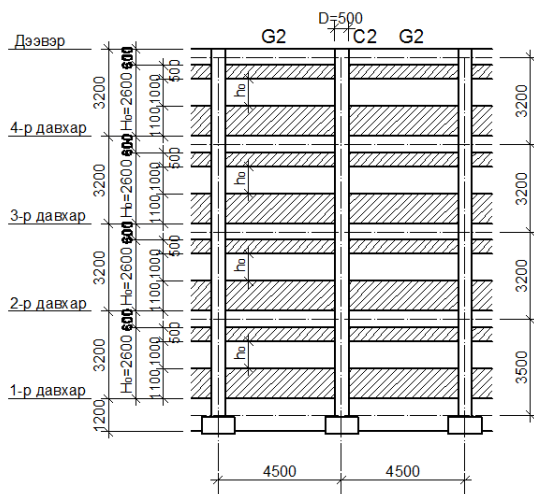


$$\text{(Бүх давхарт: } \frac{h_o}{D} = \frac{2600}{600} = 4.33,$$

$$\frac{h_o}{H_o} = \frac{2600}{2600} = 1)$$

А.3-р зураг. Y2 тэнхлэгийн рамын бүдүүвч

БД 22-106-18



(Бүх давхарт: $\frac{h_o}{D} = \frac{1000}{500} = 2.0$, $\frac{h_o}{H_o} = \frac{1000}{2600} = 0.385$)

А.4-р зураг. ҮЗ тэнхлэгийн рамын бүдүүвч

А.1-р хүснэгт. Баганы огтлолын түүвэр

Давхар		C1	C2
1-4 давхар	Огтлол		
	b x D	500 x 600	300 x 500
	Дагуу арматур	12D22	6D22
	Хомут	2Ø9 @100	2Ø9 @100

А.2. Бэлтгэл тооцоо

А.2.1. Барилгын жин болон баганын дагуу хүчийг тооцох

Барилгын нэгж талбайд ногдох жин 11.8 кН/м^2 -аар тооцох ба багана тус бүрийн дагуу хүчийг олохдоо, нэгж талбайд ногдох жинд (W) үржүүлж олно. Тооцооны үр дүнг доор үзүүлэв.

А.2-р хүснэгт. Давхруудад ногдох барилгын жин

Давхар	Ногдох талбай A_f (м ²)	Давхар тус бүрийн ачаа W_i (кН)	ΣW_i (кН)
4	45.0	529.6	529.6
3	45.0	529.6	1059.1
2	45.0	529.6	1588.7
1	45.0	529.6	2118.2

А.3-р хүснэгт. Багануудын дагуу хүч

Баганын байрлал	Давхар	Ногдох талбай A (м ²)	$A \cdot 11.8$ (кН)	Баганын тэнхлэг дагуу ачаа N (кН)
Ү3	4	4.5x1.0=4.5	53.1	53.1
	3			106.2
	2			159.3
	1			212.4
Ү2	4	4.5x5.0=22.5	265.5	265.5
	3			531.0
	2			796.5
	1			1062.0
Ү1	4	4.5x4.0=18.0	212.4	212.4
	3			424.8
	2			637.2
	1			849.6

А.2.2. Хэвтээ хүчийг хуваарилах илтгэлцүүр**А.4-р хүснэгт**

Давхар	Хэвтээ хүчийг хуваарилах илтгэлцүүр $\left(\frac{n+1}{n+i}\right)$
4	$5/8 = 0.625$
3	$5/7 = 0.714$
2	$5/6 = 0.833$
1	$5/5 = 1.0$

А.3. Газар хөдлөл тэсвэрлэлтийн индекс I_S -ийг тооцох**А.3.1. Элементийн ангилал**

Дүрмийн 4.3.1 зүйлийн 4.1-р хүснэгтийн дагуу ангилж, мөн 4.3.2-т заасны дагуу шилжисхийлтийн эсэргүүцлийн дундаж утгыг тооцсоныг доорх А.5-р хүснэгтээр тодорхойлно.

А.5-р хүснэгт. Босоо элементийн ангилал ба шилжисхийлтийн эсэргүүцлийн дундаж утгын тооцоо

Барилгын давхар	Тэнхлэг	Ү1	Ү2	Ү3
4-р давхар	Тэмдэглэгээ	C_1	C_1	C_2
	h_o/D	2.5	4.3	2.0
	Нэршил	Багана	Багана	Хэт богино багана
	τ (Н/мм ²)	1.0	1.0	1.5
	Хөндлөн огтлолын талбай A (мм ²)	300000	300000	150000
3-р давхар	Тэмдэглэгээ	C_1	C_1	C_2
	h_o/D	2.5	4.3	2.0
	Нэршил	Багана	Багана	Хэт богино багана
	τ (Н/мм ²)	1.0	1.0	1.5
	Хөндлөн огтлолын талбай A (мм ²)	300000	300000	150000
2-р давхар	Тэмдэглэгээ	C_1	$2C_1$	C_2
	h_o/D	2.5	4.3	2.0
	Нэршил	Багана	Багана	Хэт богино багана
	τ (Н/мм ²)	1.0	1.0	1.5
	Хөндлөн огтлолын талбай A (мм ²)	300000	300000	150000
1-р давхар	Тэмдэглэгээ	C_1	C_1	C_2
	h_o/D	2.5	4.3	2.0
	Нэршил	Багана	Багана	Хэт богино багана
	τ (Н/мм ²)	1.0	1.0	1.5
	Хөндлөн огтлолын талбай A (мм ²)	300000	300000	150000

А.3.2. Бат бэхийн индекс C -г тооцох

Дүрмийн 4.3.2-р бүлгийн (4.3) - (4.7) томъёог ашиглана.

$$F_c = 17.7 \text{ Н/мм}^2 < 20 \text{ тул (4.6) томъёогоор } \beta_c = \frac{F_c}{20} = \frac{17.7}{20} = 0.885$$

4-р давхрын хувьд дүрмийн (4.4.) болон (4.5) томъёог ашиглавал:

$$C_c = \frac{\tau_c \cdot A_c}{\Sigma W} \cdot \beta_c = \frac{1.0 \text{ Н/мм}^2 \cdot (300000 + 300000) \text{ мм}^2}{529.6 \text{ кН} \cdot 1000} \cdot 0.885 = 1.00$$

$$C_{SC} = \frac{\tau_{SC} \cdot A_{SC}}{\Sigma W} \cdot \beta_C = \frac{1.5 \frac{\text{H}}{\text{мм}^2} \cdot 150000 \text{мм}^2}{529.6 \text{кН} \cdot 1000} \cdot 0.885 = 0.375$$

Бусад давхрын бат бэхийн индекс C -г дээрхтэй адилхан тооцвол:

А.6-р хүснэгт. Бат бэхийн индекс C

Давхар	Элементийн ангилал	C
4	Багана	1.000
	Хэт богино багана	0.375
3	Багана	0.500
	Хэт богино багана	0.188
2	Багана	0.333
	Хэт богино багана	0.125
1	Багана	0.250
	Хэт богино багана	0.094

А.3.3. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -г тодорхойлох
Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -г дүрмийн (4.1) болон (4.2) томъёогоор тодорхойлно.

4-р давхрын E_0 -г (4.1) томъёогоор олбол:

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} (C_w + a_1 \cdot C_c) \cdot F_w = \frac{5}{8} (0 + 1.0 \cdot 1.00) \cdot 1.0 = 0.625$$

Энд: $C_w = 0$ тул $a_1 = 1.0$ болно

4-р давхрын E_0 -г (4.2) томъёогоор олбол:

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} (C_{sc} + a_2 \cdot C_w + a_3 \cdot C_c) \cdot F_{sc} = \frac{5}{8} \cdot (0.375 + 0.7 \cdot 0 + 0.5 \cdot 1000) \cdot 0.8 = 0.438$$

А.6-р хүснэгт. Суурь индекс E_0 -г дээрхтэй адилхан тооцвол

Давхар	$\frac{n+1}{n+i}$	Элементийн ангилал	C индекс	F индекс	E_0 индекс
4	$\frac{5}{8}$	C	1.000	1.0	<u>0.625</u> (4.1) томъёогоор
		SC	0.375	0.8	0.438 (4.2) томъёогоор
3	$\frac{5}{7}$	C	0.500	1.0	<u>0.357</u> (4.1) томъёогоор
		SC	0.188	0.8	0.250 (4.2) томъёогоор
2	$\frac{5}{6}$	C	0.333	1.0	<u>0.278</u> (4.1) томъёогоор
		SC	0.125	0.8	0.194 (4.2) томъёогоор
1	1	C	0.250	1.0	<u>0.250</u> (4.1) томъёогоор
		SC	0.094	0.8	0.175 (4.2) томъёогоор

E_0 -ийг (4.1) болон (4.2) томъёогоор тооцож аль их утгыг авна.

C - Багана, SC- Хэт богино багана

БД 22-106-18

А.3.4. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S -ийн тооцоо

Тус жишээнд хэлбэрийн индекс S_D болон насжилтын индекс T -г 1.0-тэй тэнцүү гэж авч үзье.

$$I_S = E_0 \cdot S_D \cdot T \cdot 1/\beta_1$$

Барилгын хувийн хэлбэлзлийн анхны утга (Ж.2) томъёогоор тодорхойлбол

$$T_1 = 0.05 \cdot H^{\frac{3}{4}} = 0.05 \cdot (3.2 \cdot 3 + 3.5)^{\frac{3}{4}} = 0.34 \text{ сек тул}$$

$$\text{БНБД 22.01-01*/2006-н 2.6-н дагуу } \beta_1 = 2.5$$

$$4\text{-р давхар: } I_S = 0.625 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1/2.5 = 0.25$$

$$3\text{-р давхар: } I_S = 0.357 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1/2.5 = 0.142$$

$$2\text{-р давхар: } I_S = 0.278 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1/2.5 = 0.111$$

$$1\text{-р давхар: } I_S = 0.250 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1/2.5 = 0.100$$

А.4. Хялбарчилсан үнэлгээний дүгнэлт

А.7-р хүснэгт

Давхар	Индексийн утга				8 балл	Үр дүн	
	E_0	S_D	T	$\frac{1}{\beta_1}$	I_S	$I_S \geq I_{S0}$	
4	0.625	1	1	0.4	0.250	0.200	Тийм
3	0.357				0.142		Үгүй
2	0.278				0.111		Үгүй
1	0.250				0.100		Үгүй

Хавсралт Б**(Зөвлөмжийн)****Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн нарийвчилсан үнэлгээний тооцооны жишээ**

Хавсралт-А дах барилгын рамын нарийвчилсан тооцоог хийе.

Б.1. Элементийн бат бэхийн тооцоо**Б.1.1. Хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах моментын тооцоо**

Хавсралт Е-дэх (Е.1) томъёог ашиглан тооцно.

$$N < 0.4b \cdot D \cdot F_c \quad \text{үед } M_u = 0.8a_t \cdot \sigma_y \cdot D + 0.5N \cdot D \cdot \left(1 - \frac{N}{b \cdot D \cdot F_c}\right) \text{ тул}$$

4-р давхрын Y1 баганын хүлээж авах гулзайлгах моментыг тооцвол:

$$a_t = 387 \cdot 4 = 1548 \text{ (мм}^2\text{)}; \quad \sigma_y = 343 \text{ Н/мм}^2; \quad D = 600 \text{ мм};$$

$$N = 212.4 \text{ кН}; \quad F_c = 17.7 \text{ Н/мм}^2$$

$$\begin{aligned} M_u &= 0.8 \cdot 1548 \cdot 343 \cdot 600 \cdot 10^{-6} + 0.5 \cdot 212.4 \cdot 600 \cdot 10^{-3} \cdot \left(1 - \frac{212.4 \cdot 1000}{500 \cdot 600 \cdot 17.7}\right) \\ &= 254.9 + 61.2 = 316.1 \text{ кНм} \end{aligned}$$

Баганын дээд доод хэсэгт M_u нь адил гэж үзвэл:

Хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах моментын үйлчлэл дэх хөндлөн хүч нь

$$Q_{mu} = 2 \cdot M_u / h_o = 2 \cdot 316.1 / 1.5 = 421.5 \text{ кН болно.}$$

Бусад давхруудын баганыг мөн адил тооцно.

Б.1.2. Хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч

Хавсралт Е дэх (Е.4) томъёог ашиглан тооцно.

$$Q_{su} = \left\{ \frac{0.053 p_t^{0.23} (18 + F_c)}{M / (Q \cdot d) + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_w \cdot s \sigma_{wy} + 0.1 \sigma_0} \right\} b \cdot j$$

4-р давхрын Y1 багана (хомутын алхам нь 100 мм)-ын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч:

$$b = 500 \text{ мм}, \quad D = 600 \text{ мм}$$

БД 22-106-18

$$d = D - 50 = 550\text{мм}$$

$$j = 0.8D = 480\text{мм}$$

$$p_t = \frac{a_t}{b \cdot D} = \frac{4 \cdot 387}{500 \cdot 600} \cdot 100 = 0.516\%$$

$$F_c = 17.7 \text{ (Н/мм}^2\text{)}$$

$$M/(Q \cdot d) = (h_0/2)/d = (1500/2)/550 = 1.364$$

$$p_w = \frac{2 \cdot 64}{500 \cdot 100} = 0.00256$$

$$s\sigma_{wy} = 294$$

$$\sigma_0 = \frac{N}{b \cdot D} = \frac{212.4 \cdot 1000}{500 \cdot 600} = 0.71\text{Н/мм}^2$$

$$Q_{su} = \left\{ \frac{0.053 \cdot 0.516^{0.23} (18 + 17.7)}{1.364 + 0.12} + 0.85\sqrt{0.00256 \cdot 294} + 0.1 \cdot 0.71 \right\} \cdot 500 \cdot 481 \cdot 10^{-3}$$

$$= (1.095 + 0.737 + 0.071) \cdot 240.0 = 456.7\text{кН}$$

Бусад давхруудын баганыг дээрхтэй адил тооцно.

Б.1-р хүснэгт. Элементүүдийн хүлээж авах хөндлөн хүч

Баганын байрлал	Давхар	$\frac{h_0}{D}$	M_u (кН·м)	Q_{mu} (кН)	Q_{su} (кН)	Эвдрэлийн горим
Y1	4	2.5	316.1	421.5	456.7	Гулзайлтаас эвдрэх багана
	3	2.5	372.0	496.0	470.5	Шилжисхийлтээс эвдрэх багана
	2	2.5	422.8	563.7	487.5	Шилжисхийлтээс эвдрэх багана
	1	2.5	468.6	624.8	504.5	Шилжисхийлтээс эвдрэх багана
Y2	4	4.3	330.5	254.2	352.8	Гулзайлтаас эвдрэх багана
	3	4.3	398.1	306.2	374.0	Гулзайлтаас эвдрэх багана
	2	4.3	457.6	352.0	395.3	Гулзайлтаас эвдрэх багана
	1	4.3	509.3	391.8	416.5	Гулзайлтаас эвдрэх багана
Y3	4	2.0	119.2	238.4	269.9	Гулзайлтаас эвдрэх багана
	3	2.0	131.7	263.4	274.0	Гулзайлтаас эвдрэх багана
	2	2.0	143.6	287.2	278.2	Хэт хөшүүн багана
	1	2.0	154.9	309.8	282.3	Хэт хөшүүн багана

Б.2. Налархайн индекс F -ийг тодорхойлох.

4-р давхрын Y1 баганы тооцоо:

$$F_c = 17.7 \text{ Н/мм}^2$$

$$b = 500 \text{ мм}$$

$$D = 600 \text{ мм} \quad j = 0.8D = 480 \text{ мм}$$

Ажлын арматурын диаметр: 22 мм Хомутын алхам: 100 мм

$$Q_{mu} = 421.5 \text{ кН} \quad \tau_{mu} = Q_{mu}/(b \cdot j) = 421500/(500 \cdot 480) = 1.76 \text{ Н/мм}^2$$

$$Q_{su} = 456.7 \text{ кН}$$

$$\text{Хомутын алхам /ажлын арматурын диаметр} = \frac{100}{22} = 4.6 \leq 8.0 \rightarrow k_1 = 0.0$$

$$k_2 = 30(\tau_{mu}/F_c - 0.1) = 30(1.76/17.7 - 0.1) = 0.0$$

$$\mu_0 = 10(Q_{su}/Q_{mu} - 1) = 10(456.7/421.5 - 1) = 0.84 \rightarrow 1.00 \quad (1 \leq \mu \leq 5)$$

$$\mu = \mu_0 - k_1 - k_2 = 0.84 - 0 - 0 = 0.84 \rightarrow 1.00 \quad (1 \leq \mu \leq 5)$$

$$\phi = 1/(0.75(1 + 0.05\mu)) = 1/(0.75 \cdot (1 + 0.05 \cdot 1))$$

$$F = \sqrt{2\mu - 1} = 1.27 \cdot \sqrt{(2 \cdot 1 - 1)} = 1.27 \rightarrow 1.27$$

Б.2-р хүснэгт. Элементүүдийн налархайн индексийн тооцооны үр дүн

Байр-лал	Давхар	$\frac{h_o}{D}$	Q_{mu}	Q_{su}	Эвдрэлийн горим	μ_0	τ_{mu}	k_1	k_2	μ	F
Y1	4	2.5	421.5	456.7	Гулзайлтаас эвдрэх багана	0.84		0.0	0.0	1.00	1.27
	3	2.5	496.0	470.5	Шилжисхийлтээс эвдрэх багана	-	-	-	-	-	1.00
	2	2.5	563.7	487.5	Шилжисхийлтээс эвдрэх багана	-	-	-	-	-	1.00
	1	2.5	624.8	504.5	Шилжисхийлтээс эвдрэх багана	-	-	-	-	-	1.00
Y2	4	4.3	254.2	352.8	Гулзайлтаас эвдрэх багана	3.88	1.06	0.00	0.00	3.88	2.90
	3	4.3	306.2	374.0	Гулзайлтаас эвдрэх багана	2.21	1.28	0.00	0.00	2.21	2.22
	2	4.3	352.0	395.3	Гулзайлтаас эвдрэх багана	1.23	1.47	0.00	0.00	1.23	1.52
	1	4.3	391.8	416.5	Гулзайлтаас эвдрэх багана	0.63	1.63	0.00	0.00	1.00	1.27
Y3	4	2.0	238.4	269.9	Гулзайлтаас эвдрэх багана	1.32	1.99	0.00	0.37	1.00	1.00
	3	2.0	263.4	274.0	Гулзайлтаас эвдрэх багана	0.40	2.2	0.00	0.72	1.00	1.00
	2	2.0	287.2	278.2	Хэт хөшүүн багана	-	-	-	-	-	0.80
	1	2.0	309.8	282.3	Хэт хөшүүн багана	-	-	-	-	-	0.80

Б.3. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 **Б.3-р хүснэгт. Бат бэхийн оролцооны илтгэлцүүр α -ын утга**

Давхар	Байрлал	h_o/D	$\Sigma W(kH)$	$Q_u(kH)$	C	Эвдрэлийн горим	F	1-р бүлэг хэт хөшүүн багана	1-р бүлэг шилжис- хийлтээс эвдрэх багана
								α	α
4	Y3	2.0	529.6	238.4	0.450	Гулзайлтаас эвдрэх багана	1.00	0.5	0.7
	Y2	4.3		254.2	0.480	Гулзайлтаас эвдрэх багана	2.90	0.5	0.7
	Y1	2.5		421.5	0.796	Гулзайлтаас эвдрэх багана	1.27	0.5	0.7
3	Y3	2.0	1059.1	263.4	0.249	Гулзайлтаас эвдрэх багана	1.00	0.5	0.7
	Y2	4.3		306.2	0.289	Гулзайлтаас эвдрэх багана	2.22	0.5	0.7
	Y1	2.5		470.5	0.444	Шилжисхийлтээс эвдрэх багана	1.00	0.7	-
2	Y3	2.0	1588.7	278.2	0.175	Хэт хэврэг багана	0.80	-	×
	Y2	4.3		352.0	0.222	Гулзайлтаас эвдрэх багана	1.52	0.5	0.7
	Y1	2.5		487.5	0.307	Шилжисхийлтээс эвдрэх багана	1.00	0.7	-
1	Y3	2.0	2118.2	282.3	0.133	Хэт хэврэг багана	0.80	-	×
	Y2	4.3		391.8	0.185	Гулзайлтаас эвдрэх багана	1.27	0.5	0.7
	Y1	2.5		504.5	0.238	Шилжисхийлтээс эвдрэх багана	1.00	0.7	-

Б.4-р хүснэгт. E_0 индексийн утга

Давхар	$\frac{n+1}{n+i}$	F_1	C_1	α_2	C_2	α_3	C_3	E_0
4	0.625	1.00	0.450	0.70	0.796	0.70	0.480	0.840
3	0.714	1.00	0.693	0.70	0.289			0.639
2	0.833	0.80	0.175	0.70	0.307	0.50	0.222	0.334
1	1.000	0.80	0.133	0.70	0.238	0.50	0.185	0.314

Б.4. Бүтээцийн газар хөдлөлтийн индекс I_s -ийн тооцоо

Тус жишээнд хэлбэрийн индекс S_D болон насжилтын индекс T -г 1.0-тэй тэнцүү гэж авч үзвэл:

$$I_s = E_0 \cdot S_D \cdot T \cdot 1/\beta_1$$

$$4\text{-р давхар} : I_s = 0.840 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1/2.5 = 0.336$$

$$3\text{ давхар} : I_s = 0.639 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1/2.5 = 0.255$$

$$2\text{ давхар} : I_s = 0.334 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1/2.5 = 0.133$$

$$1\text{ давхар} : I_s = 0.314 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1/2.5 = 0.125$$

Б.4. Нарийвчилсан үнэлгээний дүгнэлт**Б.5-р хүснэгт.**

Давхар	Индексийн утга				8 балл	Үр дүн	
	E_0	S_D	T	$\frac{1}{\beta_1}$	I_s	I_{s0}	$I_s \geq I_{s0}$
4	0.840	1	1	0.4	0.336	0.200	Тийм
3	0.639				0.255		Тийм
2	0.334				0.133		Үгүй
1	0.314				0.125		Үгүй

Хавсралт В (зөвлөмжийн)

В.1-р хүснэгт. Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээнд ашиглах карт

Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээнд ашиглах карт												
Үнэлгээ хийгчийн мэдээлэл	Байгуулагчийн нэр:				Утас:							
	Хариуцагчийн нэр:				Мэйл:							
Барилгын мэдээлэл	(1) Барилгын нэр:											
	(2) Байршил:											
	(3) Барилгын бүтээц:											
	Барилгын бүтээц:			Газраас дээг			давхар		Газраас доо		давхар	Техникийн давхар бий эсэх:
	Онцлох зүйлс:											
	(4) Баригдсан он:		(5) Барилгын зориулалт:									
	(6) Талбай:		Барилгын талбай:			Нийт талбай:			Үнэлгээнд хамрагдсан талбай:			
	(7) Барилгын өндөр:		Барилгын хамгийн дээд хэсэг хүртэлх өндөр:			1 давхарын өндөр:			Давтагдах давхрын өндөр : m			
	(8) Барилгын хэмжээ		Барилгын урт×Барилгын өргөн:			m ×		m		Нийт урт: m		
	Алслал		Уртын дагуу × Өргөний дагуу :			m ×		m		Нийт алслалын тоо:		
(9) Буурь ба хөрс:		Өнгөн хөрс:			Суурь суух хөрс:			Газрын түвшин: m				
(10) Барилгын суурь:												
Судалгаагаар тогтоосон материалын бат бөх	(1) Бетон		Зураг төслийн үеийн бат бэхийн утга : $F_c =$					Н/mm ²				
			Давхар тус бүрийн бетоны шахалтын бат бэхийн дундаж утга : $F_c =$					Н/mm ²				
			Стандарт хазайлт :					$\sigma =$			Н/mm ²	
			Үнэлгээний үеийн бат бэх :					$F_c =$			Н/mm ²	
	(2) Арматур		Ажлын арматурын анги :			Үнэлгээний үеийн урсгалтын хязгаарын бат бэх $\sigma_y =$			Н/mm ²			
Бүс арматурын анги:			Үнэлгээний үеийн урсгалтын хязгаарын бат бэх $\sigma_y =$			Н/mm ²						
(3) Метал элемент					Үнэлгээний үеийн урсгалтын хязгаарын бат бэх $\sigma_y =$			Н/mm ²				
(4) Карбонжсан гүн		Дундаж гүн (см)			Хамгийн их гүн (см)							
Хүчитгэлээр зорьж буй утга		(1) I_{s0} :										
Индекс I_{s0} - ийн утга	Насжилтийн индекс $T =$											
	Давхар	Х Тэнхлэг				Ү Тэнхлэг						
		E_0	S_D	I_s	Үр дүн	E_0	S_D	I_s	Үр дүн			
	Техникийн давхар											
	5											
	4											
	3											
2												
1												
(Анхаарах зүйл):												
Үнэлгээгээр тогтоогдсон асуудалтай зүйлс	Х тэнхлэг :											
	Ү тэнхлэг :											
	Техникийн давхар :											
Ашигласан программ:					Үнэлгээний түвшин:							
Саяал												

Хавсралт Г

Хүчитгэлийн жишээ 1

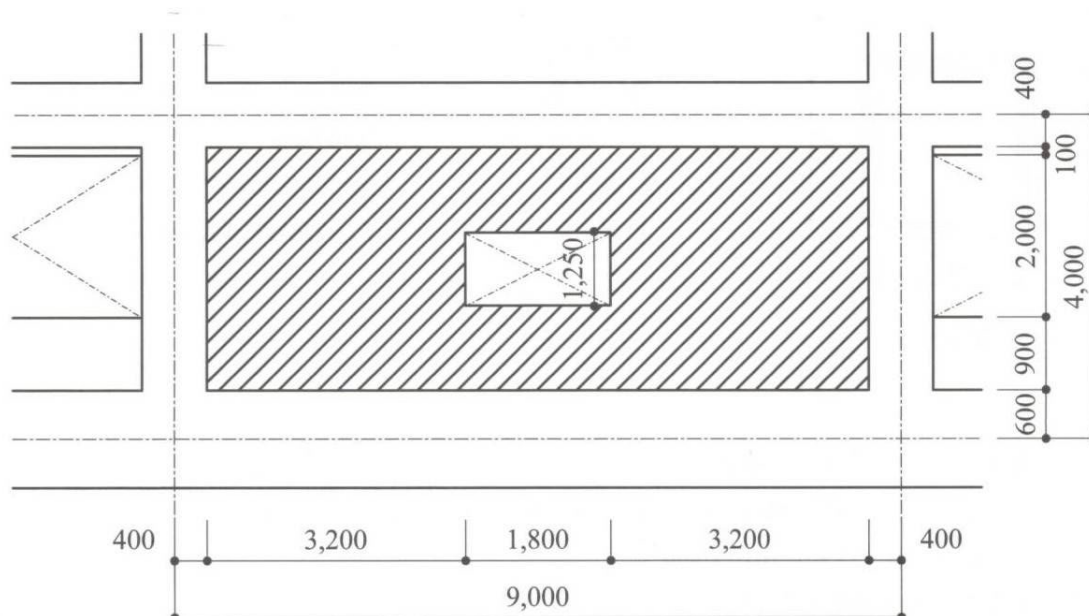
Даацын хана нэмэх

Г.1. Угсралтын ажлыг гүйцэтгэх дараалал:

- (1) Даацын ханыг нэмэх багана болон дам нурууг анкерлана.
- (2) Даацын ханын арматур болон уулзварын ороомог арматурыг байрлуулна.
- (3) Ханын дээд хэсэгт 20 см зай үлдээж бетон цутгана.
- (4) Үлдсэн зайд агшдаггүй зуурмаг (Non-shrink grout)-ийг цутгаж нэг цул болгоно.

Г.2. Ерөнхий өгөгдөл

1800x1250 мм-ийн хэмжээтэй нээлхий бүхий цутгамал төмөр бетон хана.



Г.1-р зураг. Төмөр бетон даацын хана

Материалын бат бэх:

Барилгын элемент:

бетон шахалтын бат бэх: $F_c = 17.7$ (Н/мм²)

Юнгийн модуль: $E_c = 1.97 \cdot 10^4$ (Н/мм²)

арматурын урсалтын хязгаар: $\sigma_y = 294$ (Н/мм²)

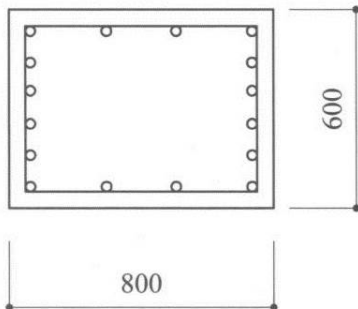
Даацын хана:

бетоны төслийн бат бэх: $F_c = 20.6$ (Н/мм²)

Юнгийн модуль: $E_c = 2.13 \cdot 10^4$ (Н/мм²)

арматурын урсалтын хязгаар: $\sigma_y = 343$ (Н/мм²)

агшдаггүй зуурмагийн төслийн бат бэх: $F_m = 30$ (Н/мм²)

Г.3. Баганын бат бэхийн тооцоо:

босоо арматур 16D25
 хомут D9@200
 бетон шахалтын бат бэх $F_C = 17.7 \text{ Н/мм}^2$
 дагуу хүч $N = 1500 \text{ кН}$

Г.2-р зураг. Төмөр бетон баганын хөндлөн огтлол

Г.3.1 Баганын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах момент дэх хөндлөн хүч

$$0.4b \cdot D \cdot F_C = 0.4 \cdot 800 \cdot 600 \cdot 17.7 \cdot 10^{-3} = 3398 \text{ кН} > N = 1500 \text{ кН}$$

$$a_t = 2946 \text{ мм}^2 \text{ (6D25)}$$

$$\begin{aligned} cM_U &= 0.8a_t \cdot \sigma_y \cdot D + 0.5N \cdot D \left(1 - \frac{N}{b \cdot D \cdot F_C}\right) = \\ &= 0.8 \cdot 2946 \cdot 294 \cdot 800 \cdot 10^{-6} + 0.5 \cdot 1500 \cdot 800 \cdot 10^{-3} \left(1 - \frac{1500 \cdot 10^3}{600 \cdot 800 \cdot 17.7}\right) = \\ &= 1048 \text{ кНм} \end{aligned}$$

$$cQ_{mu} = 2 \cdot cM_U / h_0 = 2 \cdot 1048 / 2.0 = 1048 \text{ кН}$$

Г.3.2. Хөндлөн хүчээр бат бэхийг тооцох

$$p_t = 100 a_t / (b \cdot D) = 100(2946 / (600 \cdot 800)) = 0.614\%$$

$$p_w = a_w / (x \cdot b) = 127 / (200 \cdot 600) = 0.00106$$

$$M / (Q \cdot d) = 1048 / (1048 \cdot 0.75) = 1.33$$

$$\sigma_o = N / (b \cdot D) = 1500 \cdot 10^3 / (600 \cdot 800) = 3.13 \text{ (Н/мм}^2\text{)}$$

$$\begin{aligned} cQ_{su} &= \left\{ \frac{0.053 p_t^{0.23} (18 + F_C)}{M / (Qd) + 0.12} + 0.85 \sqrt{P_w \cdot \sigma_y} + 0.1 \sigma_y \right\} \cdot 0.8 \cdot b \cdot D = \\ &= \left\{ \frac{0.053 \cdot 0.614^{0.23} \cdot 35.7}{1.33 + 0.12} + 0.85 \sqrt{0.00106 \cdot 294} + 0.1 \cdot 3.13 \right\} \cdot 0.8 \cdot 600 \cdot 800 = \\ &= (1.17 + 0.475 + 0.313) \cdot 384000 \cdot 10^{-3} = 752 \text{ кН} \end{aligned}$$

$cQ_{mu} > cQ_{su}$ тул тус багана нь шилжисхийлтийн эвдрэлд орно.

Г.4. Даацын ханын бат бэхийн тооцоо:

Ханын зузаан: 200 мм

Босоо болон хэвтээ арматур: D13@200 (2 үе)

Г.4.1. Даацын хана болон баганыг нэг элемент гэж үзэж хоёр захдаа баганатай ханын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүчийг тооцох

$$wQ_{su1} = \left\{ \frac{0.053P_t^{0.23}(18 + F_c)}{M/(Q \cdot L) + 0.12} + 0.85\sqrt{P_w \cdot \sigma_{wy}} + 0.1\sigma_o \right\} b_e \cdot j \cdot \gamma$$

Энд:

$$p_t = 100 \times a_g / \Sigma A_w = 100 \times 7856 / 2600000 = 0.302(\%)$$

$$M/(Q \cdot L) = 6P \cdot h / (3P \cdot L) = 6 \cdot 3800 / (3 \cdot 9800) = 0.78$$

$$b_e = \Sigma A_w / L = 2600000 / 9800 = 265 \text{ мм}$$

$$p_w \cdot \sigma_{wy} = (a_w / (x \cdot b_e)) \cdot \sigma_{wy} = (254 / (200 \cdot 265)) \cdot 343 = 1.64$$

$$0.1\sigma_o = 0.1 \cdot 1500 \cdot 2 \cdot 10^3 / 2600000 = 0.115$$

$$\gamma = 1 - \eta, \quad \eta = \sqrt{(1.8 \cdot 1.25) / (9.0 \cdot 4.0)} = 0.25$$

$$\begin{aligned} wQ_{su1} &= \left(\frac{0.053 \cdot 0.302^{0.23} \cdot 38.6}{1.0 + 0.12} + 0.85\sqrt{1.64 + 0.115} \right) \cdot 265 \cdot 9000 \cdot \gamma \\ &= (1.39 + 1.09 + 0.115) \cdot 2385 \cdot 10^3 \cdot \gamma = 6189 \cdot 10^3 \cdot \gamma = \\ &= 6189 \cdot 10^3 \cdot (1 - 0.25) = 4642 \text{ кН} \end{aligned}$$

Г.4.2. Багана болон нэмэлт ханын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүчийг тусад нь тооцох

$$wQ_{su2} = wQ_{su}' + 2\alpha \cdot Q_c$$

$$wQ_{su}' = p_w \cdot w\sigma_y \cdot t_w \cdot L_w \cdot \gamma$$

$$p_w = 254 / (200 \times 200) = 0.00635$$

$$w\sigma_y = 343 \text{ (Н/мм}^2\text{)}$$

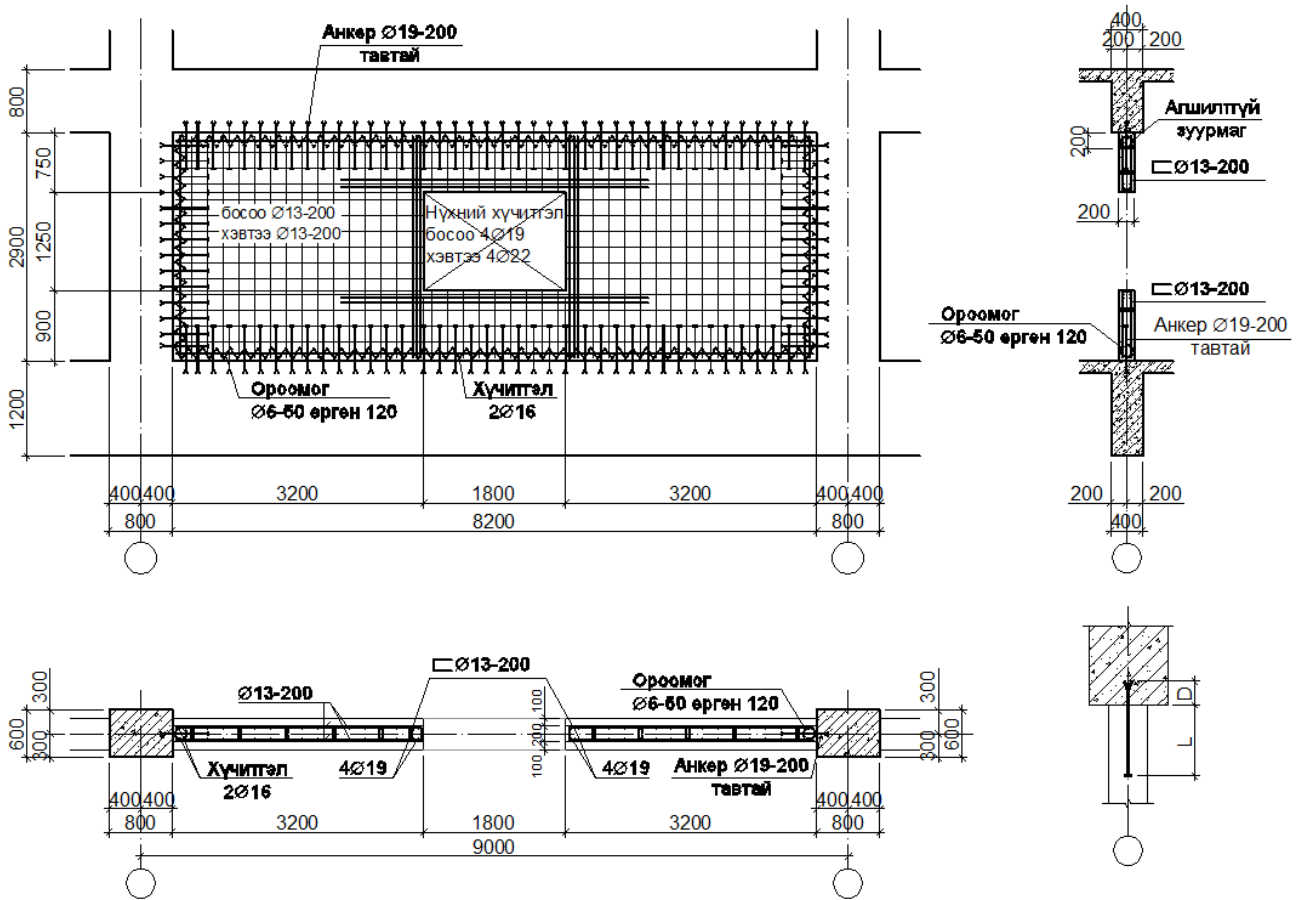
$$t_w = 200 \text{ мм}, \quad L_w = 8200 \text{ мм}, \quad \gamma = 0.76, \quad \alpha = 1.0$$

$$wQ_{su}' = 0.00635 \cdot 343 \cdot 200 \cdot 8200 \cdot 0.76 \cdot 10^{-3} = 2715 \text{ кН}$$

$$wQ_{su2} = 2715 + 2 \cdot 1.0 \cdot 752 = 4219 \text{ кН}$$

Багана болон нэмэлт ханын бэт бэхийг муу нөхцөлөөр нь авъя

$$wQ_{su2} = 4219 \text{ кН} < wQ_{su1} = 4642 \text{ кН} \rightarrow wQ_{su} = 4219 \text{ кН}$$



Г.3-р зураг. Нэмэлт даацын ханын арматурлал

Хавсралт Д

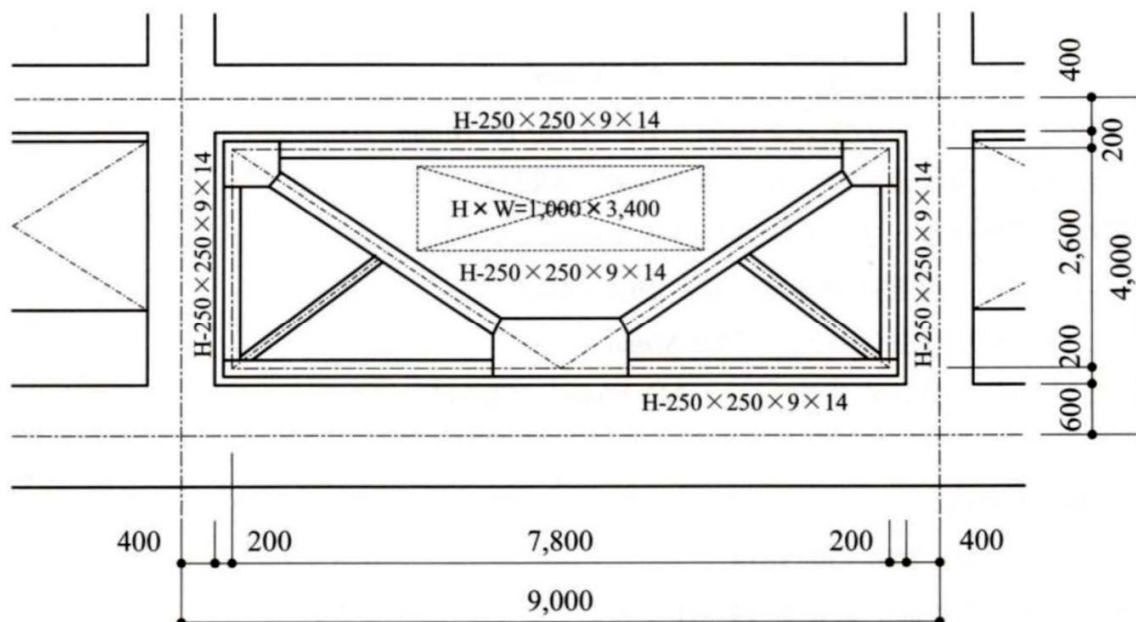
Хүчитгэлийн жишээ 2

Ган рамтай хэрээсэн холбоос суурилуулах хүчитгэл

Д.1. Угсралтын ажлыг гүйцэтгэх дараалал:

- (1) Ган холбоосыг суурилуулах багана болон дам нурууг анкерлана.
- (2) Ган хүрээ бүхий холбоосыг багана ба дам нурууны дотор талд суурилуулна. Ган хүрээний гадна хэсэгт гагнасан тээг боолт болон барилгын багана, дам нуруунд суурилуулсан анкер болон ороомог арматурыг бэхэлнэ.
- (3) Ган хүрээ ба барилгын рамын завсар хэсэгт агшдаггүй зуурмагийг цутгаж нэг цул болгоно.

Д.2. Ерөнхий өгөгдөл



Д.1-р зураг. Ган рамтай холбоос

Материалын бат бэх:

Барилгын элемент:

Бетон шахалтын бат бэх: $\sigma_B = 17.7 \text{ Н/мм}^2$

Юнгийн модуль: $E_C = 1.96 \times 10^4 \text{ Н/мм}^2$

Арматурын урсалтын хязгаар: $\sigma_y = 294 \text{ Н/мм}^2$

Ган рам:

Гангийн нэрлэсэн бат бэх:

$$F = 1.1 \times 235 = 258 \text{ Н/мм}^2 \text{ (SS400)}$$

Агшдаггүй зуурмагийн төслийн бат бэх:

$$\sigma_m = 29.4 \text{ Н/мм}^2$$

Тээг боолтын суналтын бат бэх:

$$\sigma_{max} = 402 \text{ Н/мм}^2$$

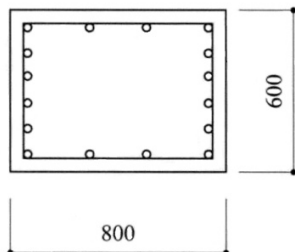
Анкерын урсалтын хязгаар:

$$\alpha \sigma_y = 343 \text{ Н/мм}^2 \text{ (SD345)}$$

БД 22-106-18

ган рамын огтлол: Н250×250×9×14
хэрээсэн холбоос: Н250×250×9×14
тогтвор алдалтын эсрэг холбоос: Н250×125×6×9

Д.3. Баганын бат бэхийн тооцоо:



босоо арматур 16D25
хомут D9@200
бетон шахалтын бат бэх $F_c=17.7$ (Н/мм²)
дагуу хүч $N=1500$ кН

Д.2-р зураг. Баганын огтлол

Д.3.1. Баганын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах моментийн үе дэх хөндлөн хүч

$$0.4b \cdot D \cdot F_c = 0.4 \cdot 800 \cdot 600 \cdot 17.7 \cdot 10^{-3} = 3398 \text{ кН} > N = 1500 \text{ кН}$$

$$a_t = 2946 \text{ мм}^2 \quad (6D25)$$

$$\begin{aligned} cM_U &= 0.8a_t \cdot \sigma_y \cdot D + 0.5N \cdot D \left(1 - \frac{N}{b \cdot D \cdot F_c}\right) = \\ &= 0.8 \cdot 2946 \cdot 294 \cdot 800 \cdot 10^{-6} + 0.5 \cdot 1500 \cdot 800 \cdot 10^{-3} \left(1 - \frac{1500 \cdot 10^3}{600 \cdot 800 \cdot 17.7}\right) = \\ &= 1048 \text{ кНм} \end{aligned}$$

$$cQ_{mu} = 2 \cdot cM_U / h_0 = 2 \cdot 1048 / 2.0 = 1048 \text{ кН}$$

Д.3.2. Шилжисхийлтийн бат бэх

$$p_t = 100 a_t / (b \cdot D) = 100(2946 / (600 \cdot 800)) = 0.614\%$$

$$p_w = a_w / (x \cdot b) = 127 / (200 \cdot 600) = 0.00106$$

$$M / (Q \cdot d) = 1048 / (1048 \cdot 0.75) = 1.33$$

$$\sigma_o = N / (b \cdot D) = 1500 \cdot 10^3 / (600 \cdot 800) = 3.13 \text{ (Н/мм}^2\text{)}$$

$$\begin{aligned} cQ_{su} &= \left\{ \frac{0.053 p_t^{0.23} (18 + F_c)}{M / (Qd) + 0.12} + 0.85 \sqrt{P_w \cdot \sigma_y} + 0.1 \sigma_y \right\} \cdot 0.8 \cdot b \cdot D = \\ &= \left\{ \frac{0.053 \cdot 0.614^{0.23} \cdot 35.7}{1.33 + 0.12} + 0.85 \sqrt{0.00106 \cdot 294} + 0.1 \cdot 3.13 \right\} \cdot 0.8 \cdot 600 \cdot 800 = \\ &= (1.17 + 0.475 + 0.313) \cdot 384000 \cdot 10^{-3} = 752 \text{ кН} \end{aligned}$$

$cQ_{mu} > cQ_{su}$ тул тус багана нь шилжисхийлтийн эвдрэлд орно.

Д.4. Ган холбоосны бат бэхийн тооцоо

Ташуу холбоосны хөндлөн огтлолын талбай болон инерцийн радиус:

$$A_B = 9218 \text{ мм}^2, i_x = 108 \text{ мм}, i_y = 62.9 \text{ мм}$$

Холбоосны тооцооны урт:

$$l_{kx} = \sqrt{2600^2 + 3900^2} = 4687 \text{ мм}$$

$$l_{ky} = l_{kx}/2 = 4687/2 = 2344 \text{ мм}$$

Туйаншил:

$$\lambda_x = l_{kx}/i_x = 4687/108 = 43.4$$

$$\lambda_y = l_{ky}/i_y = 2344/62.9 = 37.3$$

Хязгаарын туйаншил:

$$\lambda_{хяз} = \sqrt{\pi^2 E / (0.6F)} = \sqrt{(\pi^2 \cdot 2.06 \cdot 10^5) / (0.6 \cdot 258)} = 114.5 > \lambda = 43.4$$

Шахагдах холбоосны зөвшөөрөгдөх хүчдэл:

$$\sigma_{cr} = (1 - 0.4(\lambda/\lambda_{хяз})) \cdot F = (1 - 0.4(43.4/114.5)^2) \cdot 258 = 243 \text{ Н/мм}^2$$

Холбоосны хүлээж авах шахалт (N_C) болон суналтын (N_O) хүч:

$$N_C = \sigma_{cr} \cdot A_B = 243 \cdot 9218 = 2242 \text{ кН}$$

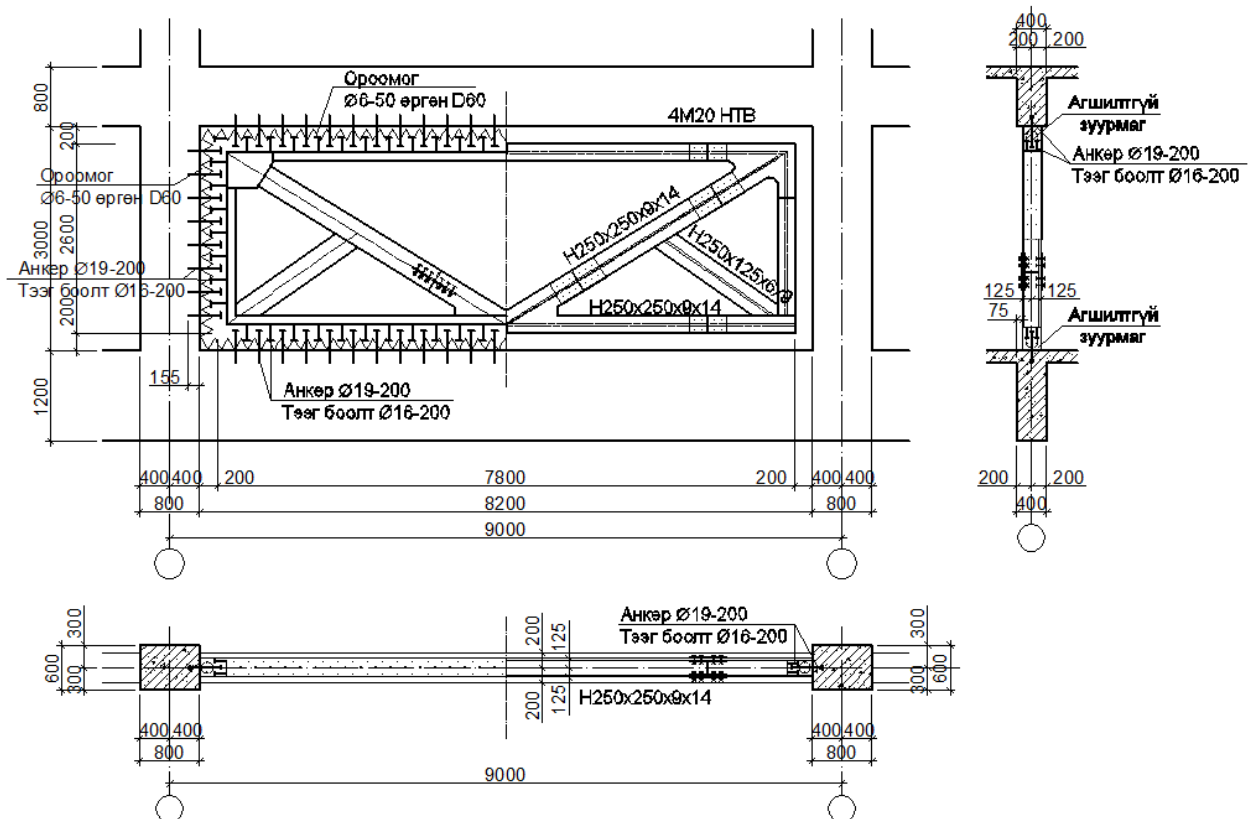
$$N_O = F \cdot A_B = 258 \cdot 9218 = 2378 \text{ кН}$$

Хэрээсэн холбоосны хүлээж авах хөндлөн хүч:

$$sQ_U = (N_C + N_O) \cos \theta = (2242 + 2378) \cdot 0.832 = 3844 \text{ кН}$$

Ган рамтай холбоос болон хоёр талын баганын хүлээж авах нийт хөндлөн хүч:

$$sQ_{SU1} = sQ_U + Q_{C1} + Q_{C2} = 3844 + 2 \times 752 = 5348 \text{ кН}$$



Д.3-р зураг. Ган рамтай холбоос

**Элементийн хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах момент,
хөндлөн хүчийг тодорхойлох**

Ерөнхий зүйл.

Элементийн хүлээн авах хамгийн их гулзайлгах момент ба хамгийн их хөндлөн хүчийг тооцохдоо бетоны шахалтын бат бэх (F_c) –ийг зураг төслийн нормын шахалтын бат бэхээр; арматурын хувьд урсгалтын хязгаараар тус тус авч болно. Гэхдээ, барилгын биет судалгаагаар бетон болон арматураас дээж авч туршсан үр дүнгээр материалын бат бэхийг тооцож болно.

Хамгийн их гулзайлгах момент ба хөндлөн хүчийг тодорхойлох үед баганын дагуу хүчийг авч үзэхдээ, рамд шилжихийлт ба гулзайлгах моментын үйлчлэлээр эвдрэлд орох үеийн багананд ирэх дагуу хүчний утгыг тооцож үзнэ. Уян давхартай тохиолдолд газар хөдлөлтөөс үүсэх дагуу хүчийг тооцохгүй байж болно.

Элементийн хязгаарын бат бэхийн тооцохдоо БНБД -ээр зөвшөөрөгдсөн бусад тооцооны аргыг хэрэглэж болно

Е.1. Баганын бат бэх**Е.1.1 Гулзайлгах моментоор бат бэхийг тооцох**

Баганын гулзайлтын хамгийн их моментын үйлчлэлийг (Е.1) томъёогоор олно.

$$M_u = \begin{cases} (0.8a_t \cdot \sigma_y \cdot D + 0.12b \cdot D^2 \cdot F_c) \cdot \left(\frac{N_{max} - N}{N_{max} - 0.4b \cdot D \cdot F_c} \right); & N_{max} \geq N > 0.4b \cdot D \cdot F_c \text{ үед} \\ 0.8a_t \cdot \sigma_y \cdot D + 0.5N \cdot D \cdot \left(1 - \frac{N}{b \cdot D \cdot F_c} \right); & 0.4b \cdot D \cdot F_c \geq N > 0 \text{ үед} \\ 0.8a_t \cdot \sigma_y \cdot D + 0.4N \cdot D; & 0 > N \geq N_{min} \text{ үед} \end{cases} \quad (E.1)$$

Энд:

$N_{max} = b \cdot D \cdot F_c + a_g \cdot \sigma_y$ - шахалтын бат бэх;

$N_{min} = -a_g \cdot \sigma_y$ - суналтын бат бэх;

N - дагуу хүч (Н);

a_t - суналтын бүсний арматурын нийт талбай (мм^2);

a_g – дагуу арматурын нийт хөндлөн огтлолын талбай;

b - баганын хөндлөн огтлолын өргөн (мм);

D - баганын хөндлөн огтлолын өндөр (мм);

σ_y - арматурын урсгалтын хязгаарын бат бэх (Н/мм^2);

F_c - бетоны шахалтын бат бэх (Н/мм^2).

Е.1.2. Хөндлөн хүчээр бат бэхийг тооцох

Баганын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүчийг (Е.2) томъёогоор тодорхойлно.

$$Q_{su} = \left(\frac{0.053 p_t^{0.23} (18 + F_c)}{M/(Q \cdot d) + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_w \cdot s \sigma_{wy} + 0.1 \sigma_0} \right) \cdot b \cdot j \quad (\text{Е.2})$$

Энд:

p_t - суналтын арматурын илтгэлцүүр (%);

p_w - хөндлөн арматурын илтгэлцүүр, $p_w > 0.012$ их үед $p_w = 0.012$;

$s \sigma_{wy}$ - хөндлөн арматурын урсалтын хязгаарын бат бэх (Н/мм²);

σ_0 - баганын дагуух хүчдэл (Н/мм²), $\sigma_0 > 8$ Н/мм² байх үед $\sigma_0 = 8$ Н/мм² - гэж авна;

d - баганын ажлын өндөр, $d = D - 50$ мм гэж авч болно;

$M/Q = h_0/2$ - гэж авч болно;

h_0 - баганын цэвэр урт;

j - шахалт болон суналтын хүчдэлүүдийн тэнцүү үйлчлэгч хүчнүүдийн хоорондын зай. $0.8D$ гэж авч болно.

$M/(Q \cdot d)$ нь нэгээс бага байх үед нэгээр, гурваас их үед 3 гэж авна.

Е.2. Хоёр захдаа баганатай хана

Е.2.1. Гулзайлгах моментоор бат бэхийг тооцох

Хоёр захдаа баганатай ханын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах момент ${}_w M_u$ -ийг (Е.3) томъёогоор тодорхойлно.

Дундаа баганатай тохиолдолд (Е.1-р зураг) тухайн баганын дагуу арматурын огтлолын талбайг ханын босоо арматурт тооцож, тус томъёоны $\sum a_{wy}$ -д нэмж оруулна. Хана нээлхийтэй байвал нээлхийнээс шалтгаалж таслагдсан босоо арматуруудыг $\sum a_{wy}$ -д оруулахгүй.

$${}_w M_u = a_t \cdot \sigma_{sy} \cdot l_w + 0.5 \cdot \sum (a_{wy} \cdot \sigma_{wy}) \cdot l_w + 0.5 N \cdot l_w \quad (\text{Е.3})$$

Энд:

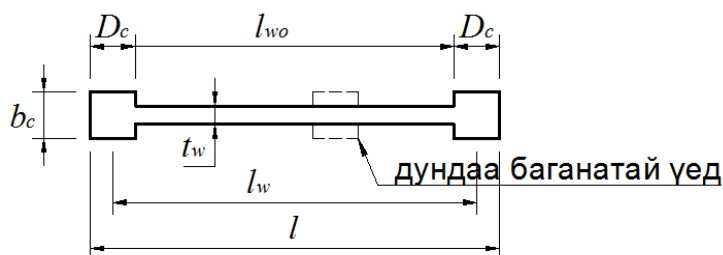
N - ханатай залгаа баганын дагуу хүч (кН);

a_t – ханын суналтын бүс дэх баганын дагуу арматурын хөндлөн огтлолын нийт талбай (мм²);

$\sum a_{wy}$ - ханын босоо арматурын хөндлөн огтлолын талбай (мм²);

σ_{sy} – ханатай залгаа баганын дагуу арматурын урсалтын хязгаарын бат бэх (Н/мм²);

σ_{wy} - ханын босоо арматурын урсалтын хязгаарын бат бэх (Н/мм²);
 l_w - багануудын тэнхлэг хоорондын зай (мм).



Е.1-р зураг

Е.2.2. Хөндлөн хүчээр бат бэхийг тооцох

Хоёр захдаа баганатай ханын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч Q_{su} -ийг (Е.4) томъёогоор олно.

$$Q_{su} = \left(\frac{0.053 p_{te}^{0.23} (18 + F_c)}{M/(Q \cdot l) + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_{se} \cdot \sigma_{wy} + 0.1 \sigma_{0e}} \right) \cdot b_e \cdot j_e \cdot \gamma \quad (E.4)$$

Энд:

$1 \leq M/(Q \cdot l) \leq 3$ байна;

$p_{te} = 100 a_t / (b_e \cdot l)$ - суналтын арматурын эквивалент илтгэлцүүр (%);

a_t - ханын суналтын бүс дэх баганын арматурын хөндлөн огтлолын нийт талбай;

l - ханын урт;

$b_e = \sum A / l$ – ханын эквивалент зузаан;

$\sum A$ - ханын хөндлөн огтлолын талбай;

$p_{se} = a_h / (b_e \cdot s)$ - хэвтээ арматурын эквивалент илтгэлцүүр (%);

a_h - ханын хэвтээ арматурын нэг алхамд харгалзах хөндлөн огтлолын талбай;

s - хэвтээ арматурын алхам;

σ_{wy} - хэвтээ арматурын урсалтын хязгаарын бат бэх;

$\sigma_{0e} = N / (b_e \cdot l)$ - тэнхлэгийн дагуу хүчдэл 8Н/мм²-с ихгүй байна;

j_e - шахалт болон суналтын хүчдэлүүдийн тэнцүү үйлчлэгч хүчнүүдийн хоорондын зай. Нэг алслалтай үед $j_e = l_w$, хоёроос дээш алслалтай үед $0.8 \cdot l$ гэж авна;

M/Q - зааг цэг хүртэлх зайг $h_w/2$ той тэнцүүгээр авч болно;

γ - нээлхийн нөлөөг бодолцсон бууруулах илтгэлцүүрийг (Е.6) томъёогоор тодорхойлно.

$h_w/2$ нь l_w -гээс их байх үед l_w -гээс нам байрлалд дам нуруутай тохиолдолд p_{se} -г тодорхойлоход тухайн дам нурууны дагуу арматурын хөндлөн огтлолын нийлбэр талбай $\sum a_{tg}$ -г нэмж (Е.5) томъёогоор тооцно.

$$p_{se} = \frac{a_h}{b_e \cdot s} + \frac{\sum a_{tg}}{b_e \cdot h'} \cdot \frac{\sigma_{yg}}{\sigma_{wy}} \leq 2 \frac{a_h}{b_e \cdot s} \leq 1.2\% \quad (\text{Е.5})$$

Энд:

h' - тухайн хучилтын түвшнээс $\sum a_{tg}$ -ийн тооцоонд авч үзсэн дам нурууны дээд түвшин хүртэлх өндөр.

σ_{yg} - дам нурууны дагуу арматурын урсгалтын хязгаарын бат бэх.

$$\gamma = 1 - \eta \quad (\text{Е.6})$$

Энд:

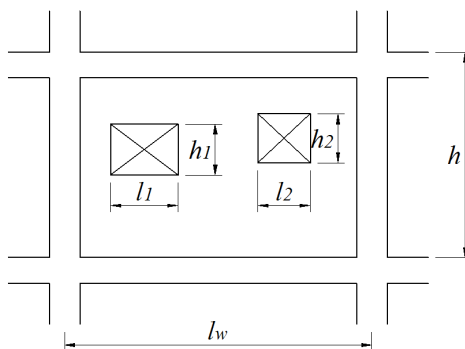
$$\eta = \max \left\{ \sqrt{\frac{\sum (h_i \cdot l_i)}{h \cdot l_w}}, \quad \frac{\sum l_i}{l_w} \right\} \quad (\text{Е.7})$$

$\sqrt{\frac{\sum (h_i \cdot l_i)}{h \cdot l_w}}$ - нээлхийн эквивалент харьцаа (Е.2-р зураг);

h - давхрын өндөр;

h_i, l_i - нээлхийн өндөр болон урт.

Нээлхийн эквивалент харьцаа 0.4-с их үед жигүүр ханатай багана гэж авч үзнэ.



Е.2-р зураг Хэд хэдэн нээлхийтэй хана

Е.3. Баганагүй хана**Е.3.1. Гулзайлгах моментоор бат бэхийг тооцох**

Баганагүй ханын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах моментыг (Е.3) томъёогоор тодорхойлох эсвэл бусад БНБД-н заалтууд болон зөвшөөрөгдсөн бусад тооцооны аргыг хэрэглэж болно.

Е.3.2. Хөндлөн хүчээр бат бэхийг тооцох

Баганагүй ханын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүчийг (Е.4) томъёогоор олно.

Е.4. Жигүүр ханатай баганын бат бэх**Е.4.1. Гулзайлгах моментоор бат бэхийг тооцох**

Жигүүр ханатай баганын хамгийн их гулзайлгах моментыг бат бэх M_u -ийг (Е.8) томъёогоор тодорхойлно. (Е.3 зургаас тэмдэглэгээг үзнэ үү.)

$$M_u = \sum (a_t \cdot \sigma_y \cdot j_t) + N \cdot j_N \quad (\text{Е.8})$$

Энд:

a_t - суналтын бүсний арматурын хөндлөн огтлолын талбай (Е.4-р зураг).
(суналтын арматурт тооцохдоо бетоны шахагдах үйлчлэлд орох хэсгээс гадна байгаа ханын босоо арматурууд ба баганын ажлын арматурыг бүгдийг оруулан тооцно)

σ_y - суналтын арматурын урсгалтын хязгаарын бат бэх (хана болон баганын босоо арматурын тухайд)

j_t - суналтын бүсний төв болон шахалтын бүсний төв хоорондын зай.

$$j_t = d_t - L_{cc} \quad (\text{Е.9})$$

Энд:

d_t - бетоны шахалтын зааг тэнхлэгээс суналтын арматур хүртэлх зай;

N - жигүүр ханатай багананд үйлчлэх дагуу хүч. Гэхдээ, хосолмол дагуу хүчнээс илүү хэмжээний шахалтын дагуу хүчийг хүлээж авахаар байгаа тохиолдолд гулзайлтын хамгийн их моментыг үе дэх хөндлөн хүчийг тусад нь тооцно;

j_N - дагуу хүч үйлчлэх төвөөс бетоны шахалтын үйлчлэлд орох хэсгийн хүчлэлийн төв хүртэлх зай.

Бетоны шахалтад ажиллах хэсгийн талбайг доорх байдлаар авч үзнэ.

$$A_{cc} = \frac{\sum (a_t \cdot \sigma_y) + N}{\beta_{cc} \cdot F_c} \quad (\text{Е.10})$$

Энд:

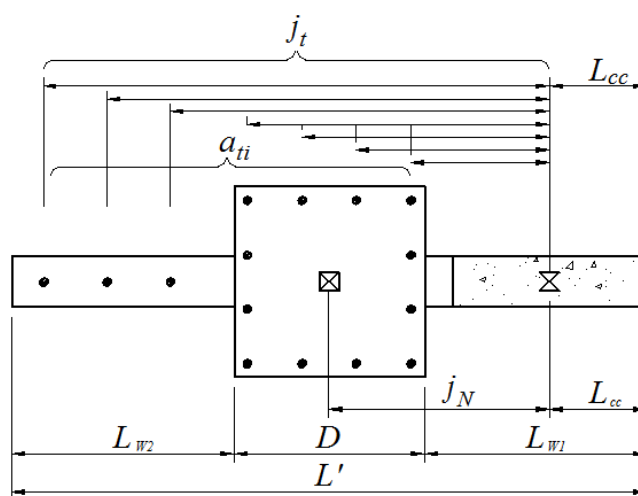
$\beta_{cc} = 0.85$ - шахалтын бүсний босоо арматурын илтгэлцүүр < 0.01 үед;

$\beta_{cc} = 1.00$ - шахалтын бүсний босоо арматурын илтгэлцүүр ≥ 0.01 үед;

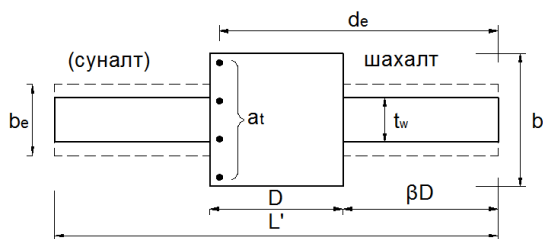
L_{cc} - бетоны шахалтын бүсний төвөөс бетоны ирмэг хүртэлх зай бөгөөд доорх байдлаар авна (Е.3-р зураг).

$$A_{cc} \leq A_{w1} = t_w \cdot L_{w1} \text{ үед } L_{cc} = \frac{A_{cc}}{2t_w} \quad (\text{E.11a})$$

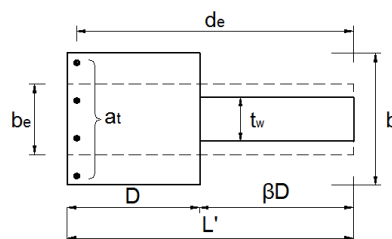
$$A_{cc} > A_{w1} = t_w \cdot L_{w1} \text{ үед } L_{cc} = \frac{A_{w1}}{A_{cc}} \cdot \frac{l_{w1}}{2} + \left(1 - \frac{A_{w1}}{A_{cc}}\right) \cdot \left(l_{w1} + \frac{A_{cc} - A_{w1}}{2b}\right) \quad (\text{E.11b})$$



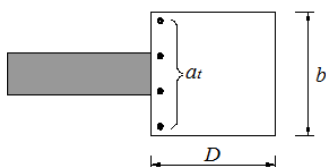
Е.3-р зураг. Огтлолын тооцооны бүдүүвч ба тэмдэглэгээ



а. Жигүүр ханатай багана



б. Шахалтын бүсэндээ жигүүр ханатай багана



в. Суналтын бүсэндээ жигүүр ханатай тохиолдолд

Е.4-р зураг. Жигүүр ханатай баганын огтлолууд**Е.4.2. Хөндлөн хүчээр бат бэхийг тооцох**

Хана болон баганын огтлолыг хэсэгчлэн (Е.5-р зураг) авч үзэж, тус бүрийн хөндлөн хүчийг тооцож нийлбэр хөндлөн хүчийг (Е.12)-оос (Е.14) томъёогоор тодорхойлно. Доорх үнэлгээний тооцоонд, хөндлөн хүчний мөр M/Q -ийг жигүүр ханатай баганын зааг цэг хүртэлх зайг h_{cwo} гэж авч үзэж, (Е.15) эсвэл (Е.16) томъёог хэрэглэх бөгөөд (Е.13) ба (Е.14) томъёонд адил өндөртэйгөөр авч үзнэ.

$$Q_{su2} = Q_{suw} + Q_{suc} + 0.1N \quad (E.12)$$

$$Q_{suw} = \left(\frac{0.053p_{twe}^{0.23}(18 + F_c)}{\frac{M}{Q \cdot d_w} + 0.12} + 0.85\sqrt{p_{wh} \cdot \sigma_{why}} \right) \cdot t_w \cdot j_w \quad (E.13)$$

$$Q_{suc} = \left(\frac{0.053p_{tce}^{0.23}(18 + F_c)}{\frac{M}{Q \cdot d_{ce}} + 0.12} + 0.85\sqrt{p_{cwe} \cdot \sigma_{cwy}} \right) \cdot b_{ce} \cdot j_{ce} \quad (E.14)$$

Баганын хөндлөн арматурлалтын илтгэлцүүрийг тухайн шаардлагаас хамааруулан (Е.13) болон (Е.14) томъёог ашиглаж, нийт хэмжээг хуваарилан тооцно.

Энд:

N - жигүүр ханатай багананд үйлчлэх дагуу хүч;

$p_{twe} = \frac{a_{tw}}{t_w \cdot d_w} \cdot 100$ - ханын суналтын арматурлалтын илтгэлцүүр;

$\frac{M}{Q}$ - хөндлөн хүчний мөр (h_{cwo}), $0.5 \leq \frac{M}{Q \cdot d_w} \leq 0.2$ гэж авна;

$d_w = 0.95L'$ ($L' = D + L_{w1} + L_{w2}$) (Е.5-р зураг);

$p_{wh} = a_{wh} / (t_w \cdot s_w)$ – жигүүр ханын хэвтээ арматурлалтын илтгэлцүүр;

s_w – жигүүр ханын хэвтээ арматурын алхам;

σ_{why} – жигүүр ханын хэвтээ арматурын урсгалтын хязгаарын бат бэх;

t_w – жигүүр ханын зузаан;

$j_w = \frac{7}{8}d_w$;

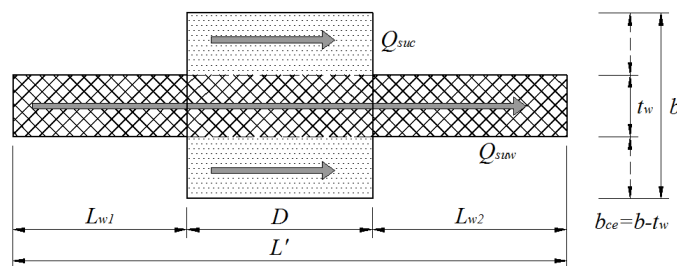
a_{tw} - ханын зах хэсгийн ажлын суналтын арматурын хөндлөн огтлолын талбай ба суналтын талын $0.2L'$ хэсгийн ханын босоо арматур эсвэл жигүүр ханын босоо арматурын хоёр дахь эгнээний ажлын суналтын арматурын хөндлөн огтлолын талбайгаар авна;

$p_{tce} = \frac{a_{tc}}{(b-t_w)d_{ce}} \cdot 100$ – баганын ажлын арматурлалтын илтгэлцүүр;

a_{tc} - баганын суналтын бүсний арматурын хөндлөн огтлолын талбай ба ихэнх тохиолдолд нэг талын ажлын арматураар авна. (Нэг талдаа жигүүр ханатай багананд мөн адил авна);

$\frac{M}{Q}$ - хөндлөн хүчний мөр (h_{cwo}), гэхдээ $1 \leq \frac{M}{Qd_{ce}} \leq 3$ гэж авна;

- $d_{ce} = 0.95D$ – баганын хөндлөн огтлолын ажлын өндөр (Е.5-р зураг);
- $p_{cwe} = \frac{a_w - p_{wh} \cdot t_w \cdot s}{b_{ce} \cdot s}$ – баганын хөндлөн арматурлалтын илтгэлцүүр (жигүүр ханын хэвтээ арматур баганатай хамт арматурлагдсан үед);
- $p_{cwe} = \frac{a_w}{b_{ce} \cdot s}$ – баганын хөндлөн арматурлалтын илтгэлцүүр (жигүүр ханын хэвтээ арматур баганатай хамт арматурлагдаагүй үед);
- $b_{ce} = b - t_w$ – жигүүр ханын зузаан (Е.5-р зураг);
- a_w – баганын хөндлөн арматурын нэг алхам дахь хөндлөн огтлолын талбай
- s – баганын хөндлөн арматурын алхам;
- p_{wh} – жигүүр ханын хөндлөн арматурын арматурлалтын илтгэлцүүр;
- σ_{cwy} – хөндлөн арматурын урсгалтын хязгаарын бат бэх;
- b – баганын өргөн (Е.5-р зураг);
- t_w – жигүүр ханын зузаан.
- $$J_c = \frac{7}{8} d_{ce}^3$$



Е.5-р зураг. Эдлэхүүнийг хэсэгчлэх ба тэмдэглэгээ

Е.5. Зааг цэг хүртэлх зай

Жигүүр ханатай баганын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах момент ба хөндлөн хүчний үеийн бат бэх, налархайн индексийг тооцоолоход ашиглах зааг цэг хүртэлх зай h_{cwo} нь тасралтгүй үргэлжлэх бүтээцийн нөхцөлийг бодолцон доорх аргаар эсвэл харимхай ба налархай чанарыг бодолцон загварчилж, нарийвчлан тодорхойлж болно.

Дээд давхартаа адил хэмжээний жигүүр ханатай багана буюу бүтээцийн тасралтгүй үргэлжилж байгаа нөхцөлөөр авч болохуйц жигүүр ханатай баганын хувьд, зааг цэг хүртэлх зай h_{cwo} -ыг даацын ханын зааглах тэнхлэгийн өндрийг засварлаж тооцсон (Е.15) томъёогоор хураангуйлж тооцоолж болно.

$$0 < L_w < L - D \text{ үед } h_{cwo} = h_{co} + (h_{wo} - h_{co}) \cdot \left(\frac{L_w}{L} \cdot \frac{h_0}{H_0} \right) \quad (\text{Е.15})$$

$$L_w \geq L - D \text{ үед } h_{cwo} = h_{wo}$$

Бүтээцийн өөр шийдэлтэй эсвэл тасралтгүй үргэлжилж байгаа ч бүтээцийн өөр шийдэлтэй байдлаар авах боломжтой байгаа үед захын багана эсвэл ханын хоёр талын дамнуруу хөшүүн их байгаа тохиолдолд зааг цэг хүртэлх зайг h_{cwo} -ийг

засварлаж авсан (E.15) томъёогоор эсвэл (E.16) томъёог хэрэглэж дээд хязгаарыг h_o ($h_{cwo} \leq h_o$) гэж авна.

$$0 < L_W < L - D \text{ үед } h_{cwo} = h_{co} + h_{co} \cdot \left(\frac{L_W}{L} \cdot \frac{h_o}{H_o} \right) \quad (E.16)$$

$$L_W \geq L - D \text{ үед } h_{cwo} = 2h_{co}$$

Энд:

h_{cwo} - жигүүр ханатай баганын зааг тэнхлэг хүртэлх зай (эвдрэлд орох огтлол хэсгээс хөндлөн хүч хүртэлх зай);

h_{co} - баганын зааглах тэнхлэгийн өндөр бөгөөд дээд ба доод гулзайлтын бат бэх ойролцоо тохиолдолд $h_{co} = h_o/2$ гэж авч болно. Дээд (M_t) ба доод (M_b) огтлолын хүлээн авах хамгийн их гулзайлгах момент харьцангуй өөр байх тохиолдолд $h_{co} = h_o M_b / (M_t + M_b)$ гэж авч болно;

h_{wo} - хоёр захдаа баганатай ханын зааг цэг хүртэлх зай; $h_{wo} = h_w/2$

h_w - тооцоолж буй давхрын хучилтын түвшнээс тасралтгүй үргэлжлэх ханын хамгийн дээд зах хүртэлх өндөр. Гэхдээ хамгийн дээд давхарт болон нэг давхар барилгад $h_{wo} = h_w$ гэж авч болно;

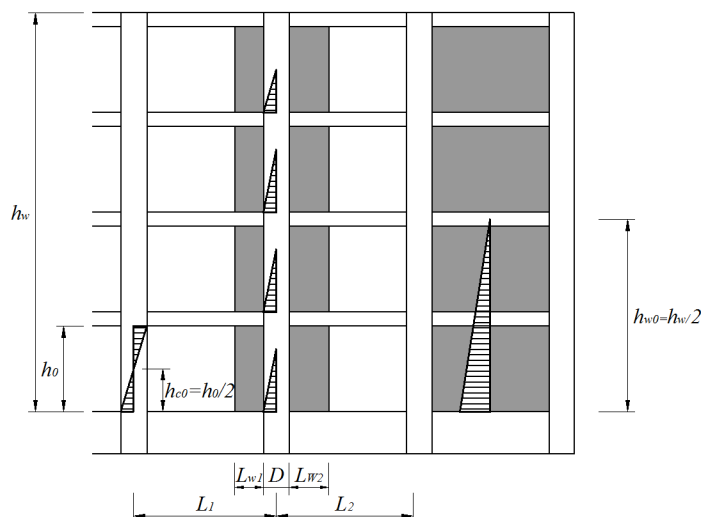
h_o - жигүүр ханатай баганын цэвэр өндөр (тавцан хана болон дүүжин ханын өндрийг хасаж тооцно);

H_o - баганын өндөр (жигүүр ханатай баганын тавцан хана болон дүүжин ханыг тооцохгүй);

L_w - жигүүр ханын уртын нийлбэр;

D - баганын хөндлөн огтлолын өндөр;

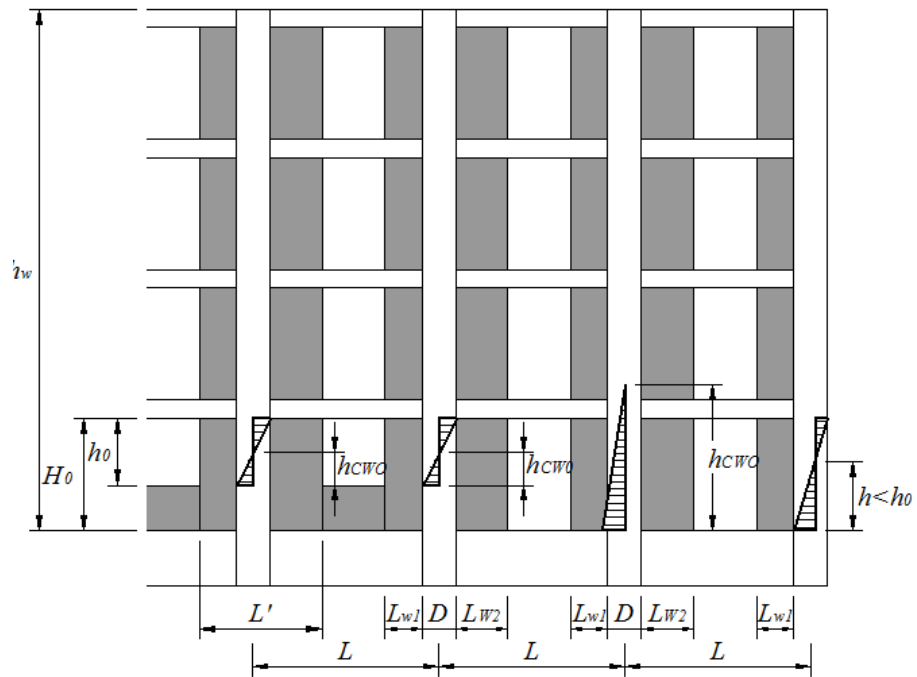
L - алслалын тооцоонд авах урт (хоёр талдаа жигүүр ханатай баганын хувьд баруун зүүн талын дунджаар, нэг талдаа жигүүр ханатай тохиолдолд ханатай талын алслалаар) (E.6, E.7-р зураг).



$$h_{cwo} = H_{co} + (h_{wo} - h_{co}) \cdot \left(\frac{L_w}{L} \cdot \frac{h_o}{H_o} \right) \quad L = (L_1 + L_2)/2 \quad L_w = L_{w1} + L_{w2}$$

E.6-р зураг. Багана, жигүүр ханатай багана, ханын зааглах

тэнхлэгийн өндөр



Е.7-р зураг. Жигүүр ханатай баганын зааглах тэнхлэгийн өндөр

**Цутгамал төмөр бетон барилгын хувийн хэлбэлзлийн үндсэн үе олох
эмпирик томьёо**

Диафрагмгүй каркасанд хувийн хэлбэлзлийн анхны утга

$$T_1 = 0.075 * H^{\frac{3}{4}} \quad (\text{Ж.1})$$

Холбоостой болон рам-холбоостой каркасанд

$$T_1 = 0.050 * H^{\frac{3}{4}} \quad (\text{Ж.2})$$

Энд: H - барилгын өндөр (м)

ГАРЧИГ

1.	Нийтлэг үндэслэл.....	1
1.1.	Ерөнхий зүйл.....	1
1.2.	Хэрэглэх хүрээ.....	1
1.3.	Норматив эшлэл.....	1
1.4.	Нэр томьёо ба тодорхойлолт	2
2.	Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээний дараалал.....	5
3.	Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг тогтоох.....	6
3.1.	Ерөнхий зүйл.....	6
3.2.	Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс.....	6
4.	Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S (хялбарчилсан үнэлгээ)7	
4.1.	Ерөнхий зүйл.....	7
4.2.	Барилгад хийх биет судалгаа	7
4.3.	Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0	7
4.3.1.	Суурь индекс E_0 -ийг тодорхойлох	7
4.3.2.	Бат бэхийн индекс.....	8
4.3.3.	Налархайн индекс.....	10
4.4.	Хэлбэрийн индекс	10
4.5.	Насжилтын индекс	13
5.	Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S (нарийвчилсан үнэлгээ)14	
5.1.	Ерөнхий зүйл.....	14
5.2.	Барилгад хийх биет судалгаа	14
5.3.	Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс.....	14
5.3.1.	Суурь индекс E_0 -ийг тодорхойлох.....	14
5.3.2.	Бат бэхийн индекс.....	16
5.3.3.	Налархайн индекс.....	19
5.4.	Хэлбэрийн индекс	20
5.5.	Насжилтын индекс	22
6.	Хүчитгэл.....	24
6.1.	Ерөнхий зүйл.....	24
6.2.	Хүчитгэсний дараах бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн шаардлагатай утгыг тогтоох.....	25
6.3.	Хүчитгэлийг төлөвлөх ба зураг төсөл боловсруулах	26
6.3.1.	Ерөнхий зүйл.....	26
6.3.2.	Хүчитгэлийн төрлүүд.....	27
6.3.3.	Шаардлагатай хүчитгэлийн хэмжээг тогтоох.....	28
6.4.	Хүчитгэлийн зураг төсөл.....	29

6.4.1. Хүчитгэх аргачлал 1.....	29
6.4.2. Хүчитгэх аргачлал 2.....	32
6.4.3. Хүчитгэх аргачлал 3.....	33
Хавсралт А. Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хялбарчилсан үнэлгээний тооцооны жишээ.....	37
А.1. Үнэлгээний тооцоо хийх барилгын тухай.....	37
А.2. Бэлтгэл тооцоо.....	38
А.2.1. Барилгын жин болон баганын дагуу хүчийг тооцох.....	38
А.2.2. Хэвтээ хүчийг хуваарилах илтгэлцүүр.....	39
А.3.1. Элементийн ангилал.....	40
А.3.2. Бат бэхийн индекс C -г тооцох.....	40
А.3.3. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -г тодорхойлох.....	41
А.3.4. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S -ийн тооцоо.....	42
А.4. Хялбарчилсан үнэлгээний дүгнэлт.....	42
Хавсралт Б (зөвлөмжийн).....	
Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн нарийвчилсан үнэлгээний тооцооны жишээ.....	43
Б.1. Элементийн бат бэхийн тооцоо.....	43
Б.1.1. Хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах моментын тооцоо.....	43
Б.1.2. Хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч.....	43
Б.2. Налархайн индекс F -ийг тодорхойлох.....	45
Б.3. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0	46
Б.4. Бүтээцийн газар хөдлөлтийн индекс I_S -ийн тооцоо.....	47
Б.4. Нарийвчилсан үнэлгээний дүгнэлт.....	47
хавсралт В. (зөвлөмжийн).....	48
Хавсралт Г. Хүчитгэлийн жишээ 1.....	49
Г.1. Угсралтын ажлыг гүйцэтгэх дараалал:.....	49
Г.2. Ерөнхий өгөгдөл.....	49
Г.3. Баганын бат бэхийн тооцоо:.....	50
Г.3.1 баганын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах момент дэх хөндлөн хүч.....	50
Г.3.2. Хөндлөн хүчээр бат бэхийг тооцох.....	50
Г.4. Даацын ханын бат бэхийн тооцоо:.....	51
Г.4.1. Даацын хана болон баганыг нэг элемент гэж үзэж хоёр захдаа баганатай ханын шилжисхийлтийн үеийн хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүчийг тооцох.....	51
Г.4.2. Багана болон нэмэлт ханын шилжисхийлтийн үеийн хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүчийг тусад нь тооцох.....	51
Хавсралт Д. Хүчитгэлийн жишээ 2.....	53

Д.1. Угсралтын ажлыг гүйцэтгэх дараалал:.....	53
Д.2. Ерөнхий өгөгдөл	53
Д.3. Баганын бат бэхийн тооцоо:	54
Д.3.1. Баганын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах моментийн үе дэх хөндлөн хүч 54	
Д.3.2. Шилжисхийлтийн бат бэх.....	54
Хавсралт Е. Элементийн хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах момент, хөндлөн хүчийг тодорхойлох	56
Е.2.1. Гулзайлгах моментоор бат бэхийг тооцох.....	57
Е.2.2. Хөндлөн хүчээр бат бэхийг тооцох.....	58
Е.3.1. Гулзайлгах моментоор бат бэхийг тооцох.....	60
Е.3.2. Хөндлөн хүчээр бат бэхийг тооцох.....	60
Е.4.1. Гулзайлгах моментоор бат бэхийг тооцох.....	60
Е.4.2. Хөндлөн хүчээр бат бэхийг тооцох.....	62
Е.5. Зааг цэг хүртэлх зай	63
Хавсралт Ж	
Цутгамал төмөр бетон барилгын хувийн хэлбэлзлийн үндсэн үе олох эмпирик томьёо	66

МОНГОЛ УЛСЫН БАРИЛГЫН ДҮРЭМ

ТОМ ХАВТГААЛЖИН УГСАРМАЛ БҮТЭЭЦТЭЙ БАРИЛГЫН ГАЗАР
ХӨДЛӨЛТ ТЭСВЭРЛЭЛТИЙГ ҮНЭЛЭХ БОЛОН ХҮЧИТГЭХ АРГАЧЛАЛSEISMIC EVALUATION AND RETROFITTING METHOD OF
EXISTING WALL TYPE PRECAST CONCRETE BUILDINGS**1. НИЙТЛЭГ ҮНДЭСЛЭЛ****1.1 Ерөнхий зүйл**

Энэ дүрмийг том хавтгаалжин угсармал бүтээцтэй барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг үнэлэх, хүчитгэхэд ашиглана. Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварыг бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн I_S индексийн тоон утгаар илэрхийлнэ. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн I_S индексийг хязгаарын индекс I_{SO} -той харьцуулж тэсвэртэй эсэхийг тогтооно. Энэ дүрэмд барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг үнэлэх талаар заасан тул төсөллөлтийн норм дүрмийн шаардлагаас зөрүүтэй байж болно.

1.2 Хэрэглэх хүрээ

Энэ дүрмийг Монгол Улсад ашиглагдаж байгаа бүх серийн том хавтгаалжин угсармал бүтээцтэй барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээ, хүчитгэсний дараах үнэлгээ болон хүчитгэлийн аргачлалыг сонгох, хүчитгэлийн зураг төсөл боловсруулахад хэрэглэнэ. Барилгын түвэгшил, шинж чанар, хариуцлагын зэрэг ба үнэлгээний зорилгоос хамааруулан хялбарчилсан ба нарийвчилсан үнэлгээний аль тохирохыг сонгоно.

Том хавтгаалжин угсармал бүтээцтэй барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээ болон хүчитгэлийн зураг төсөл боловсруулахад энэ аргачлалаас гадна Монголд Улсад ашиглагдаж буй бусад аргачлалыг ашиглах, хослуулан хэрэглэж болно.

1.3 Норматив эшлэл

Энэ барилгын дүрэмд дараах норм, норматив баримт бичгээс эш татав. Үүнд:

- БНБД 22-01-01*/2006 “Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм”
- Guidelines for Seismic Evaluation of Existing Wall Type Precast Concrete Buildings
/The Japan building disaster building prevention association/

Энэхүү дүрэм батлагдаж гарснаас хойш эшлэл авсан баримт бичгүүд шинэчлэгдсэн, нэмэлт өөрчлөлт орсон тохиолдолд тэдгээр нэмэлт өөрчлөлт хийсэн буюу шинэчилсэн баримт бичгүүдийг мөрдөнө.

1.4 Нэр томьёо ба тодорхойлолт

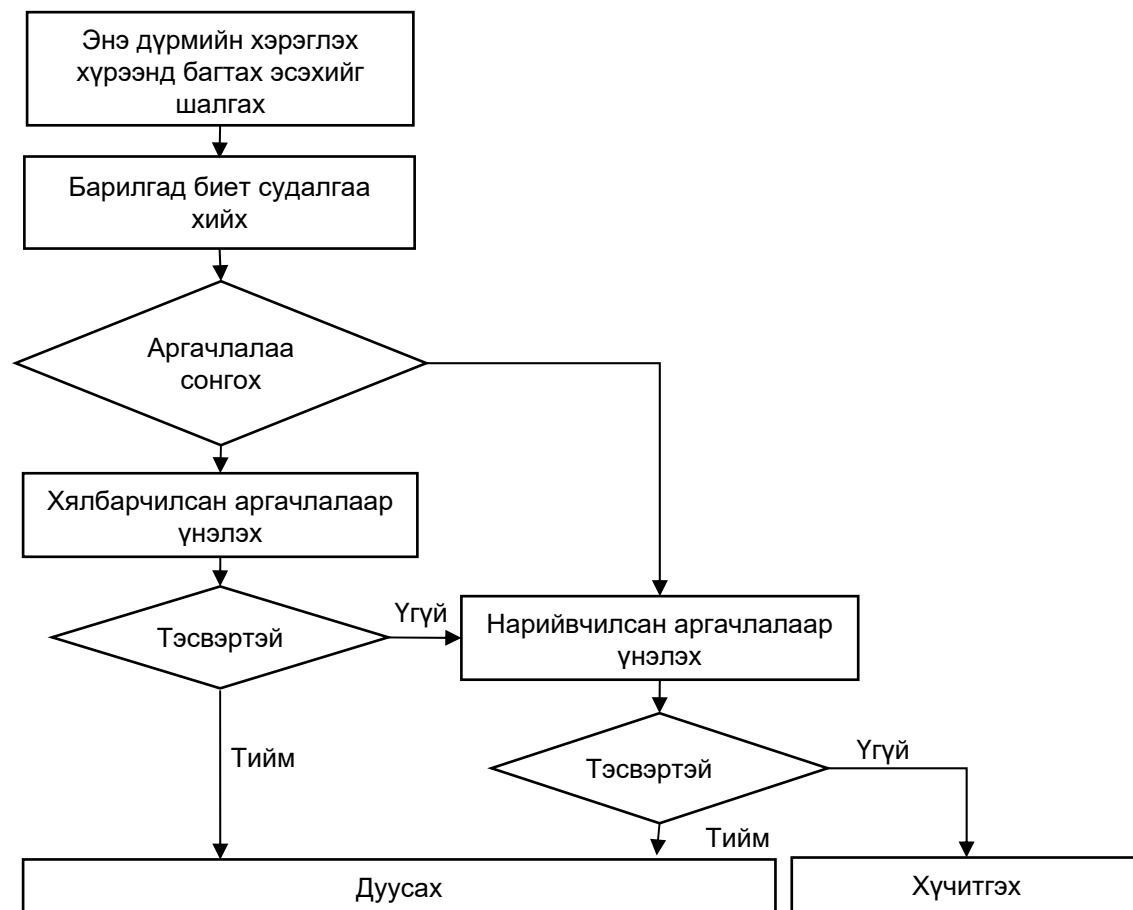
Энэ дүрэмд холбогдох норм дүрэм, стандартад заасан болон дараах нэр томьёог ашиглана. Үүнд:

- 1.4.1 **Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S** : барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварыг илэрхийлэх индекс.
- 1.4.2 **Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0** : барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг илэрхийлэх бөгөөд бат бэхийн индекс C , налархайн индекс F болон хэвтээ хүчийг хуваарилах илтгэлцүүрүүдээр илэрхийлэгдэнэ.
- 1.4.3 **Хэвтээ хүчийг хуваарилах илтгэлцүүр $\frac{n+i}{n+1}$** : барилгад үйлчлэх газар хөдлөлтийн хэвтээ хүчийг түүний өндрийн дагуу хуваарилах илтгэлцүүр.
- 1.4.4 **Бат бэхийн индекс C** : барилгын ижил давхарт байрлах бүтээцийн элементүүдийн эсвэл тухайн давхрын газар хөдлөлтийн хэвтээ ачааг даах чадварыг илэрхийлэх индекс.
- 1.4.5 **Налархайн индекс F** : барилгын ижил давхарт байрлах бүтээцийн элементүүдийн хэв гажилтад орох чадварыг илэрхийлэх индекс.
- 1.4.6 **Хэлбэрийн индекс S_D** : барилгын геометр хэмжээ, байгуулалт, өндрийн дагуух хэлбэр, хэвтээ болон босоо тэнхлэгийн дагуух хөшүүншил, элементийн байршил зэргийг бодолцсон индекс бөгөөд бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -ийг засварлах үүрэгтэй.
- 1.4.7 **Насжилтын индекс T** : барилгын насжилт болон элэгдлээс хамаарсан индекс бөгөөд бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -ийг засварлах үүрэгтэй.
- 1.4.8 **Материалын бат бэх**: элементийн хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах момент болон хөндлөн хүчийг тооцоход ашиглах бетоны шахалтын бат бэх болон арматурын урсалтын хязгаарын утга. Биет судалгаагаар тогтоогоогүй тохиолдолд бетоны хувьд зураг төсөлд заасан шахалтын бат бэхээр, арматурын хувьд урсалтын хязгаарын нормын утгаар авч болно.
- 1.4.9 **Хязгаарын хэв гажилт** : газар хөдлөлтийн үйлчлэлийн үед даацын элементийн өөрийн бат бэхээ хадгалж, босоо ачаанд тогтвортой байж чадах хамгийн их хэв гажилт.
- 1.4.10 **Даацын хана**: газар хөдлөлтийн үйлчлэлийг хүлээж авах хана бөгөөд эвдрэлийн төрлөөр нь гулзайлтаас эвдрэх болон шилжисхийлтээс эвдрэх хана гэж ангилна.
- 1.4.11 **Гулзайлтаас эвдрэх хана**: шилжисхийлтийн эвдрэлээс өмнө гулзайлтын налархай хэв гажилтад орох ханыг хэлнэ.
- 1.4.12 **Шилжисхийлтээс эвдрэх хана**: гулзайлтын налархай хэв гажилтаас өмнө хөндлөн хүчний үйлчлэлд эвдрэлд орох хана.

- 1.4.13 Даацын бус хана:** газар хөдлөлтийн үйлчлэлийг хүлээж авахгүй хана.
- 1.4.14 зааг цэг хүртэлх зай:** элементийн доод ирмэгээс элементэд үүсэх гулзайлгах момент нь тэгтэй тэнцэх цэг хүртэлх зай.
- 1.4.15 Динамик илтгэлцүүр β_1 :** барилга байгууламжийн хувийн хэлбэлзлийн нэгдүгээр буюу үндсэн хэлбэрт харгалзах динамик илтгэлцүүр. БНБД 22.01.01*/2006-н 2.6-д заасны дагуу авна.
- 1.4.16 Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс I_{SO} :** барилгыг аюулгүй байхад шаардлагатай бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг үнэлэх дүрэмд заасан индекс.
- 1.4.17 А илтгэлцүүр:** “Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм /БНБД 22.01.01*/2006/”-ийн 2.5 дугаарын заалтын А илтгэлцүүр

2. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТ ТЭСВЭРЛЭЛТИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ДАРААЛАЛ

Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг үнэлэхэд хялбарчилсан болон нарийвчилсан үнэлгээний аль нэгийг ашиглана. Хялбарчилсан үнэлгээгээр тэсвэргүй гарсан тохиолдолд нарийвчилсан үнэлгээг хийнэ.



2.1-р зураг. Үнэлгээ хийх дараалал

3. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТ ТЭСВЭРЛЭЛТИЙГ ТОГТООХ

3.1 Ерөнхий зүйл

Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварыг дараах (3.1) нөхцөлийг шалгаж тогтооно.

$$I_S \geq I_{SO} \quad (3.1)$$

Энд: I_S - бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс;

I_{SO} - бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс.

Бүтээц (3.1) нөхцөлийг хангаж байвал тооцоот газар хөдлөлтийг тэсвэрлэх чадвар нь “Хангалттай” гэж үзнэ.

Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс дараах I_S -ийг (3.2) томъёогоор тодорхойлно.

$$I_S = E_0 \cdot S_D \cdot T \cdot (1/\beta_1) \quad (3.2)$$

Энд :

E_0 - бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс;

S_D - хэлбэрийн индекс;

T - насжилтын индекс;

β_1 - барилгын хувийн хэлбэлзлийн нэгдүгээр хэлбэрт харгалзах динамик илтгэлцүүрийг /БНБД 22.01.01*/2006/-д заасны дагуу авах бөгөөд

барилгын үндсэн хувийн хэлбэлзлийн үеийг Хавсралт Е-ийн дагуу олно.

3.2 Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс

Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс I_{SO} -ийг тусгайлан тооцохоос бусад тохиолдолд “Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм /БНБД 22.01.01*/2006/”-ийн 2.5 дугаар заалтын А илтгэлцүүрийн утгаар авна.

4. БҮТЭЭЦИЙН ГАЗАР ХӨДЛӨЛТ ТЭСВЭРЛЭЛТИЙН ИНДЕКС I_S (Хялбарчилсан үнэлгээ)

4.1 Ерөнхий зүйл

Хялбарчилсан үнэлгээний аргачлалаар бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S -г барилгын давхар тус бүрд дагуу ба хөндлөн чиглэлд (3.2) томъёогоор тодорхойлно. Харин T болон S_D индексүүдийг давхрын байрлал болон чиглэлээс үл хамааруулан нэг утгаар авна.

4.2 Барилгад хийх биет судалгаа

Хялбарчилсан үнэлгээний аргачлалаар бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийг тодорхойлоход дараах үзүүлэлтүүдийг барилгын биет судалгаагаар тодруулах шаардлагатай. Үүнд:

- даацын элементүүдийн геометр хэмжээ болон материалын бат бэх;
- насжилтын индексийг тооцоход шаардагдах барилгын бүтээцийн хэв гажилт, ан цав, эвдрэл гэмтэл;
- хэлбэрийн индексийг тооцоход шаардагдах барилгын геометр хэмжээс болон бусад үзүүлэлтүүд;
- шаардлагатай бусад үзүүлэлтүүд.

4.3 Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0

4.3.1 Суурь индекс E_0 -ийг тодорхойлох

Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 нь барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг илэрхийлэх үндсэн индекс бөгөөд энэ индексийг барилгын давхар бүрд уртын дагуу болон хөндлөн чиглэлд дараах (4.1) томъёогоор тодорхойлно.

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} \cdot F \cdot C \quad (4.1)$$

Энд:

- n - барилгын нийт давхрын тоо;
- i - үнэлж буй давхрын дугаар (1-р давхар бол 1 гэж авах бөгөөд хамгийн дээд давхрыг n гэж авна);
- C - бат бэхийн индекс. (4.2) томъёогоор олно;
- F - Налархайн индекс бөгөөд 1.0-ээр авна.

4.3.2 Бат бэхийн индекс

Хялбарчилсан үнэлгээний аргачлалд том хавтгаалжин угсармал бүтээцтэй барилгын бат бэхийн индекс C -г дараах (4.2) томъёогоор олно.

$$C = \min(C_w, C_h) \quad (4.2)$$

Энд:

- C_w - угсармал хавтгаалжин даацын ханын бат бэхийн индекс. (4.3) томъёогоор олно;

C_h - даацын хана болон хучилтын хавтан хоорондын уулзварын бат бэхийн индекс. (4.7) томъёогоор олно.

(1) Угсармал хавтгаалжин даацын ханын бат бэхийн индексийг тооцох.

$$C_w = \frac{\sum(\tau_{wj} \cdot A_{wj})}{\sum W} \cdot \beta_c \quad (4.3)$$

Энд:

τ_{wj} - угсармал хавтгаалжин даацын ханын шилжисхийлтийн эсэргүүцлийн дундаж утгыг (Н/мм²) (4.4) томъёогоор тодорхойлно;

$$\tau_{wj} = \tau_{w0} \cdot \alpha_j \cdot \gamma_j; \tau_{wj} \leq 2.0 \text{ Н/мм}^2 \quad (4.4)$$

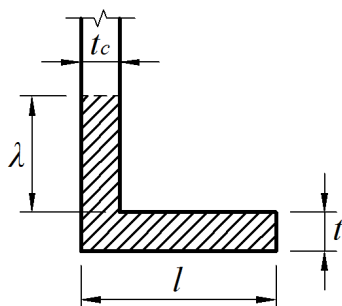
A_{wj} - угсармал хавтгаалжин даацын ханын хөндлөн огтлолын талбай (мм²). Ханын зузааныг уртад нь үржүүлж тооцно;

τ_{w0} - тэгш өнцөгт хөндлөн огтлолтой, нээлхийгүй даацын ханын шилжисхийлтийн эсэргүүцлийн дундаж утга 0.75 Н/мм² гэж авна;

α_j - огтлолцсон ханын шилжисхийлтийн эсэргүүцлийн дундаж утгыг ихэсгэх илтгэлцүүр бөгөөд барилгын босоо чиглэл дэх холбоосны бат бэх хангалттай байх нөхцөлд (4.5)-г ашиглаж болно;

$$\alpha_j = \frac{\sum A}{l \cdot t} \quad (4.5)$$

$\sum A$ - угсармал хавтгаалжин даацын ханын хөндлөн огтлолын талбай дээр огтлолцсон ханын ашигтай талбайг нэмсэн нийт хөндлөн огтлолын талбай. 4.1-р зураг;



4.1-р зураг

$$\sum A = t \cdot l + t_c \cdot \lambda$$

λ - Огтлолцсон ханын тооцоонд орох хэсгийн урт;

$$\lambda = \min \left(\begin{array}{c} 6t_c; \\ a/2; \\ \text{тооцож буй ханатай} \\ \text{огтлолцсон ханын урт} \end{array} \right)$$

t_c - огтлолцсон ханын зузаан;

a – тооцож буй ханын гадаргаас зэрэгцээ даацын хана хүртлэх зай.

l - тооцож буй даацын ханын урт (мм);

t - тооцож буй даацын ханын зузаан (мм);

γ_j - Жижиг нүхтэй даацын ханын буруулах илтгэлцүүр бөгөөд дараах томъёогоор тооцож γ_1 болон γ_2 -ын аль бага утгыг авна;

$$\gamma_j = \min \left\{ \begin{array}{l} \gamma_1 = 1 - \frac{l_0}{l} \quad \text{ба} \quad \frac{l_0}{l} \leq 0.4 \\ \gamma_2 = 1 - \sqrt{\frac{h_0 \cdot l_0}{h \cdot l}} \quad \text{ба} \quad \sqrt{\frac{h_0 \cdot l_0}{h \cdot l}} \leq 0.4 \end{array} \right.$$

l_0 - даацын ханын жижиг нүхний урт (мм);

h_0 - даацын ханын жижиг нүхний өндөр (мм);

h - даацын ханын өндөр (мм);

$\sum W$ - үнэлгээ хийж буй давхрын дээд давхруудаас ирэх нийт ачаа;

β_c - угсармал хавтгаалжин даацын ханын бетоны шахалтын бат бэхээс хамааруулан засварлах үүрэг бүхий илтгэлцүүр бөгөөд (4.6)-ын дагуу тооцно;

$$\beta_c = \sqrt{(\sigma_b/20)} \quad (4.6)$$

σ_b - угсармал хавтгаалжин даацын ханын бетоны шахалтын бат бэх (Н/мм²) бөгөөд 25 Н/мм²-аар авч болно. Тусгайлан биет судалгаа хийсэн тохиолдолд судалгааны үр дүнгээр авна.

(2) C_h - Даацын хана болон хучилтын хавтан хоорондын уулзварын бат бэхийн индекс:

$$C_h = 0.7 \frac{\sum A_h \cdot \sigma_y}{\sum W} + 0.7 \frac{A_{w0} + A_{we}}{\sum A_w} \quad (4.7)$$

Энд:

A_h - хавтан хоорондын арматурын хөндлөн огтлолын талбай (мм²);

σ_y - арматурын урсгалтын хязгаар (Н/мм²);

A_{w0} - тооцож буй чиглэлийн даацын ханын хөндлөн огтлолын талбай;

A_{we} - огтлолцсон ханын тооцоонд орох хэсгийн хөндлөн огтлолын талбай;

$\sum A_w$ - даацын ханын нийт хөндлөн огтлолын талбай.

4.3.3 Налархайн индекс

Хялбарчилсан үнэлгээгээр том хавтгаалжин угсармал бүтээцтэй барилгын налархайн индексийг $F = 1.0$ гэж тооцно.

4.4 Хэлбэрийн индекс

Барилгын хэлбэрээс хамаарах индекс S_D нь барилгын хэлбэрийн түвэгшил, геометр хэмжээс, зөв биш байдал, хөшүүншлийн жигд биш хуваарилалтаас хамааран барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварт үзүүлэх нөлөөг тоон утгаар илэрхийлсэн индекс бөгөөд 4.1-р хүснэгтийн илтгэлцүүрүүдийг ашиглан тооцно.

Хэлбэрийн индексийг дараах (4.8) томъёогоор олно.

$$S_{D1} = q_{1a} \cdot q_{1b} \cdot \dots \cdot q_{1j} \quad (4.8)$$

Энд: $q_{1i} = [1 - (1 - G_i) \cdot R_{1i}]$; $i = a, b, v, d, e, f, i, j$; $i \neq j$

$q_{1i} = [1.2 - (1 - G_i) \cdot R_{1i}]$; $i = h$

(4.8) томъёон дахь G, R -ийн утгуудыг 4.1-р хүснэгтээс авна.

4.1-р хүснэгт. Барилгын хэлбэрээс хамаарах индекс S_D -г тооцох

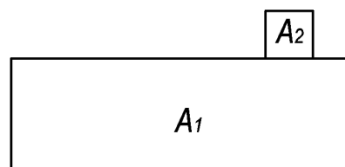
Үзүүлэлт		Итгэлцүүр	G_i			R
			1.0	0.9	0.8	R_{1i}
Байгуулалтын хэлбэр	a	Байгуулалтын зөв байдал	$a \leq 0.1$	$0.1 < a \leq 0.3$	$0.3 < a$	1.0
	b	Урт өргөний харьцаа	$b \leq 5$	$5 < b \leq 8$	$8 < b$	0.5
	c	Байгуулалтын нарийссан хэсгийн харьцаа	$0.8 \leq c$	$0.5 \leq c < 0.8$	$c < 0.5$	0.5
	d	Газар хөдлөлтийн эсрэг заадас	$1/100 \leq d$	$1/200 \leq d < 1/100$	$d < 1/200$	0.5
	e	Онгорхой талбай	$e \leq 0.1$	$0.1 < e \leq 0.3$	$0.3 < e$	0.5
	f	Онгорхойн байрлал	$f_1 \leq 0.4$ болон $f_2 \leq 0.1$	$f_1 \leq 0.4$ болон $0.1 < f_2 \leq 0.3$	$0.4 < f_1$ эсвэл $0.3 < f_2$	0.25
Өндрийн хэлбэр	h	Зоорийн давхар	$1.0 \leq h$	$0.5 \leq h < 1.0$	$h < 0.5$	1.0
	i	Давхруудын өндрийн жигд байдал	$0.8 \leq i$	$0.7 \leq i < 0.8$	$i < 0.7$	0.5
	j	Уян давхар	Уян давхаргүй	Уян давхартай	Тийм. Төвийн бус уян давхартай	1.0

Тайлбар: Дээрх $a - j$ илтгэлцүүрүүдийг бүх давхарт тодорхойлох ба түүний хамгийн бага гарах утгыг бүх давхарт тооцоонд авна

Байгуулалтын хэлбэр ($a - f$ хэлбэр)

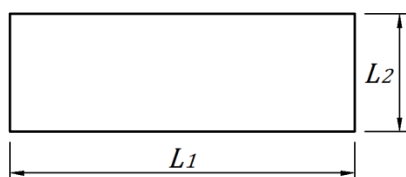
Барилга нь байгуулалтын хувьд зөв хэлбэртэй эсэхийг тодорхойлно.

a хэлбэр. Байгуулалтаас илүү гарсан хэсгийн харьцаа.



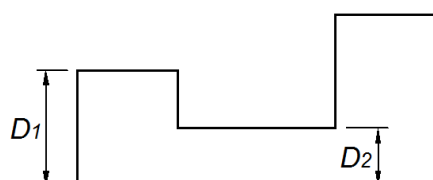
$$a = \frac{A_2}{A_1 + A_2}$$

b хэлбэр. Барилгын уртыг өргөнд харьцуулсан харьцаа.

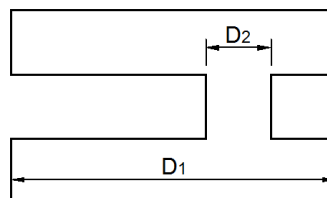


$$b = \frac{L_1}{L_2}$$

c хэлбэр. Барилгын нарийссан хэсгийн харьцаа.



$$c = \frac{D_2}{D_1}$$

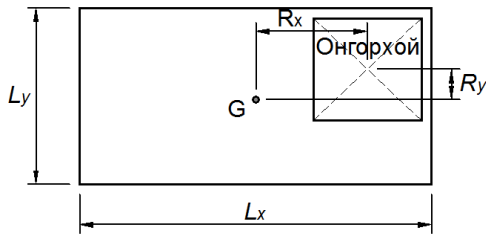


$$c = \frac{D_2}{D_1}$$

d хэлбэр. Газар хөдлөлтийн заадастай үед тооцно.

$$d = \frac{\text{Заадасны өргөн}}{\text{Заадасны өндөр}}$$

e хэлбэр. Шатны хонгилоос бусад онгорхойтой талбайтай тохиолдолд онгорхой хэсгийн талбай ба давхрын талбайн харьцаа.



$$e = \frac{A(\text{Онгорхой})}{Lx * Ly}$$

f хэлбэр. Онгорхойн байршлаас хамаарах f_1 ; f_2 илтгэлцүүрүүдийг дараах харьцаагаар тодорхойлно.

$$f_1 = \frac{R}{Ly} ; f_2 = \frac{R}{Lx} ; R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Өндрийн хэлбэр (h – j хэлбэр)

h хэлбэр. Зоорийн давхартай үед тооцох бөгөөд

$$h = \frac{\text{Зоорийн давхрын талбай}}{\text{Барилгын талбай}}$$

i хэлбэр. Үнэлж буй давхрын дээд талын давхар ба үнэлж буй давхрын өндрийн харьцаа.

$$i = \frac{\text{Үнэлж буй давхрын дээд талын давхрын өндөр}}{\text{үнэлж буй давхрын өндөр}}$$

j хэлбэр. Газар хөдлөлтийн хэвтээ ачааг хүлээж авах хөшүүн ханыг багана болон пилоноор тулсан давхрыг уян давхар гэнэ. Эдгээр баганууд нь төвийн бус байрлалтай бол төвийн бус уян давхар гэнэ.

4.5 Насжилтын индекс

Хялбарчилсан үнэлгээний аргачлалын тооцоонд ашиглах насжилтын индексийн утгыг барилгад хийх биет судалгааны үр дүнд үндэслэн 4.2-р хүснэгтээр тодорхойлно. Хүснэгтийн [B] багана дахь харгалзах утгуудыг сонгож түүнээс хамгийн бага утгыг насжилтын илтгэлцүүр T-ийн утгаар авна.

4.2-р хүснэгт. Хялбарчилсан үнэлгээнд ашиглах насжилтын индекс T - ийн утга

[A] Шалгах зүйлс	[Б] Насжилтын түвшин	[B] T -ийн утга.
Харагдахуйц хэв гажилт	Барилга нь хазайсан эсвэл жигд бус суултад орсон.	0.7
	Барилга нь асгаасан дээр баригдсан.	0.9
	Хучилтын хавтан болон хана нь нүдэн баримжаагаар мэдэгдэхүйц хэв гажилтад орсон.	0.9
	Дээрхийн алинд нь ч хамаарахгүй.	1.0
Ханын ан цав	Бороо, цасны ус нэвчсэнээс арматурын зэврэлт ажиглагдсан.	0.8
	Хананд нүдэнд илт харагдахуйц ташуу ан цав гарсан.	0.9
	Гадна хананд маш олон ан цав гарсан.	0.9
	Бороо, цасны ус нэвчсэн боловч арматур зэврэлтэд ороогүй.	0.9
	Дээрхийн алинд нь ч хамаарахгүй.	1.0
Галын үйлчлэлд орсон эсэх	Галд өртсөн ул мөр нь илт харагдахуйц.	0.7
	Галд өртөж байсан боловч ул мөр нь арилсан.	0.8
	Галын үйлчлэлд орж байгаагүй.	1.0
Ашиглалт	Химийн бодис ашиглаж байсан болон одоо ашиглаж байгаа.	0.8
	Химийн бодис ашиглаж байгаагүй.	1.0
Насжилт	30 болон түүнээс дээш жил	0.8
	20-оос 30 хүртэл жил	0.9
	20 хүртэлх жил.	1.0
Гадна болон дотор заслын байдал	Гадна засал нь илт элэгдэж ховхорсон.	0.9
	Дотор заслын материал нь илт хуучирч ховхорсон.	0.9
	Илт хуучирч элэгдсэн байдал ажиглагдаагүй.	1.0

5. БҮТЭЭЦИЙН ГАЗАР ХӨДЛӨЛТ ТЭСВЭРЛЭЛТИЙН ИНДЕКС I_S (Нарийвчилсан үнэлгээ)

5.1 Ерөнхий зүйл

Нарийвчилсан үнэлгээний аргачлалаар бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S -г барилгын давхар тус бүрд дагуу ба хөндлөн чиглэлд (3.2) томъёогоор тодорхойлно. Харин T болон S_D индексүүдийг давхрын дугаар болон чиглэлээс үл хамааруулан нэг утгаар авна

Нарийвчилсан үнэлгээний аргачлалд том хавтгаалжин угсармал барилгын даацын ханын хөндлөн огтлолын талбай, арматурлал, материалын бат бэх, хавтан хоорондын уулзварын бат бэх зэрэгт үндэслэн хязгаарын бат бэх, эвдрэлийн хэв шинж болон налархай хэв гажилтад орох чадвараар барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг үнэлнэ.

5.2 Барилгад хийх биет судалгаа

Нарийвчилсан үнэлгээний аргачлалаар бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийг тодорхойлоход дараах зүйлсийг барилгын биет судалгаагаар тодруулах шаардлагатай. Үүнд:

- даацын элементүүдийн даах чадварыг тодорхойлоход шаардлагатай материалын бат бэх болон хөндлөн огтлолын талбай;
- бүтээцэд гарсан ан цав, хэв гажилтын түвшин, хэмжээ;
- насжилт, элэгдлийн түвшин, хэмжээ.

Барилгад судалгааг нүдэн баримжаагаар болон хэмжилтийн үндсэн дээр явуулна. Шаардлагатай тохиолдолд засал, өнгөлгөөний зарим хэсгийг буулгаж хагарал, ан цав, эвдрэлийн зэрэг болон насжилт элэгдлийг тогтоох судалгаа хийнэ.

Илүү өндөр нарийвчилсан судалгаа хийх, хүчитгэлийн зураг төсөл боловсруулах үед эсвэл барилгын нөхцөл байдлыг илүү нарийн мэдэх шаардлагатай тохиолдолд дараах зүйлсийг нэмж шалгана. Үүнд:

- бетоны шахалтын бат бэх, харимхайн анхны (Юнгийн) модуль;
- арматурлалт, арматурын хөндлөн огтлол, арматурын урсалтын хязгаар;
- угсралтын байдал, бетоны хагарал, ан цавыг харгалзан элементийн даацыг дахин нягтлах;
- бетоны карбонизаци, элэгдэл, арматурын зэврэлт зэргийг харгалзан материалын бат бэхийг дахин үнэлэх.

Түүнчлэн барилгын үндсэн бүтээцээс дээж авах, засал, өнгөлгөөний зарим хэсгийг буулгах, бетоны хамгаалалтын үеийг хэсэгчлэн эмтлэх зэргээр даацын элементэд илүү нарийвчилсан судалгаа хийнэ. Барилгын зураг төсөл байхгүй эсвэл бүрэн бус үед үнэлгээний аргачлалаас хамааруулж шаардлагатай үзүүлэлтүүд болох бүтээцийн хэмжээ, арматурлал, арматурын диаметр зэргийг хэмжилтээр тогтооно.

5.3 Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс

5.3.1 Суурь индекс E_0 -ийг тодорхойлох

Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 –ийг дараах (5.1) ба (5.2) томъёогоор тооцож аль их утгаар нь авна.

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} (C_1 + \sum (\alpha_j \cdot C_j)) \cdot F_1 \quad (5.1)$$

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} \sqrt{\sum (C_j \cdot F_j)^2} \quad (5.2)$$

Энд:

- n - барилгын нийт давхрын тоо;
- i - үнэлгээ хийж буй давхрын дугаар. (1-р давхар бол 1 гэж авах бөгөөд хамгийн дээд давхрыг n гэж авна);
- C_1 - 1-р бүлэг (F индексүүдийн утга нь хамгийн бага байх элементүүдийн бүлэг)-ийн бат бэхийн индекс;
- C_j - j -р бүлгийн бат бэхийн индекс;
- α_j - j -р бүлгийн элементэд харгалзах бат бэхийн оролцооны илтгэлцүүр;
- F_1 - 1-р бүлгийн элементүүдийн F индексийн утга.

5.3.2 Бат бэхийн индекс

Том хавтгаалжин угсармал бүтээцтэй барилгын бат бэхийн индексийг дараах (5.3) томъёогоор тодорхойлно.

$$C_i = \frac{\sum Q_u}{\sum W} \quad (5.3)$$

Энд:

- $Q_u = \min(Q_{mu}, Q_{su}, Q_{hu})$ - даацын ханын хүлээж авах хөндлөн хүч;
- Q_{mu} - даацын ханын хүлээн авах хамгийн их гулзайлгах моментын үйлчлэл дэх хөндлөн хүч;
- Q_{su} - даацын ханын хүлээн авах хамгийн их хөндлөн хүч;
- Q_{hu} - хэвтээ чиглэл дэх уулзварын хүлээн авах хамгийн их хөндлөн хүч.

Хэрэв Q_{mu} нь хамгийн бага бол гулзайлтаас эвдрэх хана, Q_{su} нь хамгийн бага бол шилжисхийлтээс эвдрэх хана, Q_{hu} нь хамгийн бага бол уулзвартаа эвдрэх хана гэж нэрлэнэ.

(1) Даацын ханын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах моментын үйлчлэл дэх хөндлөн хүчийг тодорхойлох.

Даацын ханын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах моментын үйлчлэл дэх хөндлөн хүчийг аль нэг талдаа, эсвэл хоёр талдаа нээлхийтэй тохиолдолд (5.4) томъёогоор, бусад тохиолдолд (5.5) томъёогоор тодорхойлно.

$$Q_{mu} = \frac{M_u}{y_0 \cdot H} \quad (5.4)$$

$$Q_{mu} = \frac{M_u}{y_0 \cdot H} + (N_0 + N_e) \cdot \left(\frac{l_w}{l_s} + 1\right) \cdot \frac{(2n_f - 1)}{2n_f} \cdot \alpha \cdot k_0 \quad (5.5)$$

Энд:

- M_u - өндрийн дагуу үргэлжилсэн даацын ханын үнэлгээ хийж буй давхар дах ханын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах момент;
- H - үнэлгээ хийж буй даацын ханын доод ирмэгээс барилгын хамгийн дээд давхрын дээд хэсэг хүртэлх өндөр;
- y_0 - зааг цэгийн өндөрт шилжүүлэх илтгэлцүүр бөгөөд 2/3 өндрийн авна.

N_0 - даацын ханын хүлээж авах дагуу хүч (Н);

N_e - огтлолцсон ханын хүлээж авах дагуу хүч (Н). Огтлолцсон ханаар тооцох ханын хувьд, даацын ханатай огтлолцож буй бүх ханыг тооцох бөгөөд зэргэлдээ хана байгаа тохиолдолд огтлолцсон ханын хүлээн авах дагуу хүчний 1/2 гэж үзнэ;

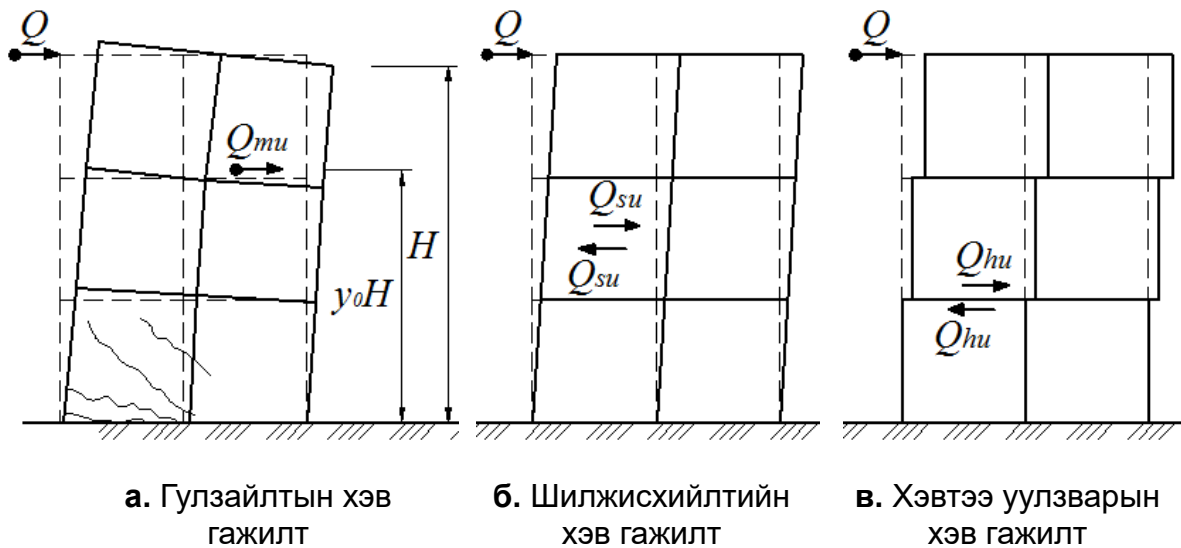
l_w - даацын ханын ашигтай урт (мм) бөгөөд 0.9 l -ээр авна;

l_s - даацын ханын ханатай зэргэлдээ нээлхий урт (мм). Үнэлэгээ хийж буй чиглэлээс хамаарч суналтын талын нээлхийн уртаар авна;

$\frac{2n_f-1}{2n_f}$ - давхрын тооноос хамаарах засварлах илтгэлцүүр. n_f нь тухайн давхраас дээшхи хучилтын тоо;

α – тавцан болон дүүжин ханын нөлөөг бодолцсон итгэлцүүр. Тавцан хана, дүүжин хана нь хоёулаа байгаа үед 4, аль нэг нь байгаа үед 2 гэж авна;

k_0 – 0.1-тэй тэнцүүгээр авна.



5.1-р зураг. Даацын ханын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч

Харин даацын ханын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах моментыг дараах (5.6) томъёогоор олно.

$$M_u = \sum a_t \cdot \sigma_y \cdot l_w + 0.5 \sum a_w \cdot \sigma_{wy} \cdot l_w + 0.5 N_0 \cdot l_w + \sum N_e \cdot e \quad (5.6)$$

Энд:

a_t - суналтад ажиллах арматурын нийт хөндлөн огтлолын талбай. Энд дагуу ханын суналтын бүсийн ирмэгээс 0.2l хүртэлх эсвэл 200 мм дотор зайнд ногдох хэсэг болон огтлолцсон ханын тооцоонд орох хэсгийн шпонк, босоо уулзварын арматурын талбай орно. (мм²);

σ_y - даацын ханын уулзварын a_t -д хамаарах арматурын урсгалтын хязгаарын бат бэх (Н/мм²);

l_w - даацын ханын ашигтай урт (мм) бөгөөд 0.9 l -ээр авна;

l - даацын ханын нийт урт (мм);

a_w - даацын ханын a_t -д орохгүй арматурын нийт хөндлөн огтлолын талбай. Энд дагуу ханын суналтын бүсийн ирмэгээс 0.2l хүртэл эсвэл 200 мм-ээс гаднах зайнд ногдох хэсэг болон огтлолцсон ханын тооцоонд орох хэсгийн шпонк, босоо уулзварын арматурын талбай орно. (мм²);

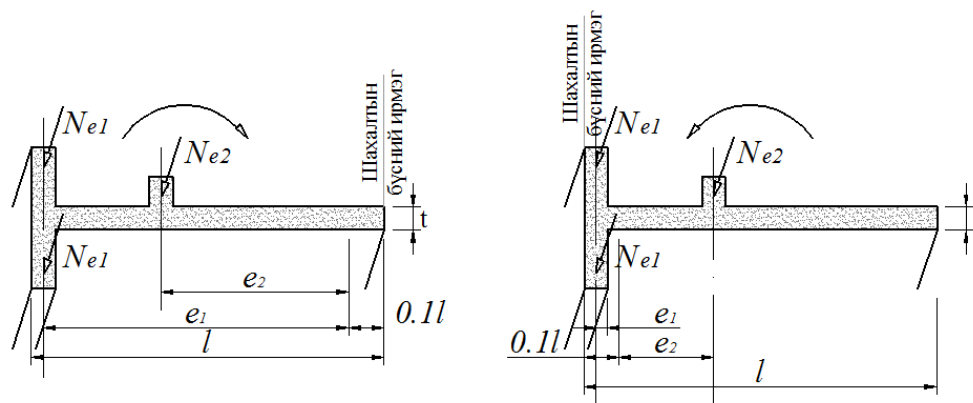
σ_{wy} - даацын ханын уулзварын a_w -д хамаарах арматурын урсгалтын

хязгаарын бат бэх (Н/мм²);

N_0 - даацын ханын хүлээж авах дагуу хүч (Н);

$\sum N_e$ - огтлолцсон хануудын хүлээж авах дагуу хүч (Н). Огтлолцсон хана гэж тооцох бүх даацын ханууд орно;

e - даацын ханын шахалтын бүсийн ирмэгээс огтлолцсон ханын төв хүртэлх зайнаас 0.1l –ийг хассан утга (мм). N_{e1} нь 0.1l дотор бол e -г тэгтэй тэнцүүгээр авна.



(2) Даацын ханын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч Q_{su} -г дараах (5.7) томъёогоор тодорхойлно.

$$Q_{su} = \left\{ \frac{0.053 \cdot p_{te}^{0.23} \cdot (F_c + 18)}{\frac{M}{Q \cdot l_w} + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_{we} \cdot \sigma_{wy}} + 0.1 \sigma_0 \right\} (\gamma_j \cdot t_e \cdot j) \quad (5.7)$$

Энд:

p_{te} - суналтын бүсний арматурлалтын илтгэлцүүр (%). Даацын ханын ирмэгээс 0.2l хүртэлх зайн дах арматурыг оруулна;

l - даацын ханын нийт урт (мм);

F_c - даацын ханын бетоны шахалтын бат бэх (Н/мм²);

$\frac{M}{Q \cdot l_w}$ - элементийн захад үүсэх моменты болон хөндлөн хүчний харьцаа;

$$1 \leq M/(Q \cdot l_w) \leq 3$$

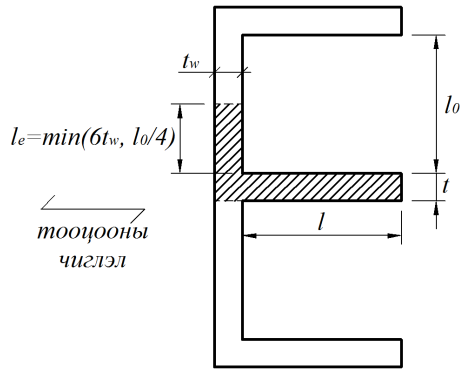
p_{we} - элементийн арматурлалтын илтгэлцүүр. (Босоо болон хэвтээ чиглэлийн арматурлалтын илтгэлцүүрийн дундаж утга);

σ_{wy} - хөндлөн арматурын бат бэх (Н/мм²);

$\sigma_0 = N/(l \cdot t)$ - дагуу хүчний хүчний дундаж утга (Н/мм²);

γ_j - даацын ханан дах жижиг нүхийг бодолцсон бууруулах илтгэлцүүр бөгөөд хялбарчилсан үнэлгээний аргачлалд заасантай адилаар тооцож болно;

t_e - даацын ханын тооцооны зузаан (мм) бөгөөд дараах (5.8) томъёогоор тодорхойлно;



$$t_e = t + \frac{\sum A}{l} \quad (5.8)$$

$\sum A$ - огтлолцсон ханын тооцоонд орох хэсгийн хөндлөн огтлолын талбай (мм²). Шаардлагатай тохиолдолд огтлолцсон хануудын босоо уулзварыг шалгах хэрэгтэй;

λ - Огтлолцсон ханын тооцоонд орох хэсгийн урт $\lambda = \min\left(\frac{6t_c}{a/4}\right)$;

t_c - огтлолцсон ханын зузаан;

a – тооцож буй ханын гадаргаас зэрэгцээ даацын хана хүртлэх зай.

t - даацын ханын зузаан (мм);

j – моментоос үүсэх хос хүчний (суналтын болон шахалтын) хоорондын мөр (мм) $(7/8)l_w$ гэж авна;

l_w - даацын ханын ашигтай урт (мм) бөгөөд $0.9l$ гэж авна.

(3) Даацын ханын хэвтээ чиглэл дэх уулзварын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч

Даацын ханын хэвтээ чиглэл дэх уулзварын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч Q_{hu} -ийг дараах (5.9)- томъёогоор тодорхойлно.

$$Q_{hu} = 0.7 \sum a_h \cdot \sigma_y + \mu(N_0 + N_e) \quad (5.9)$$

Энд:

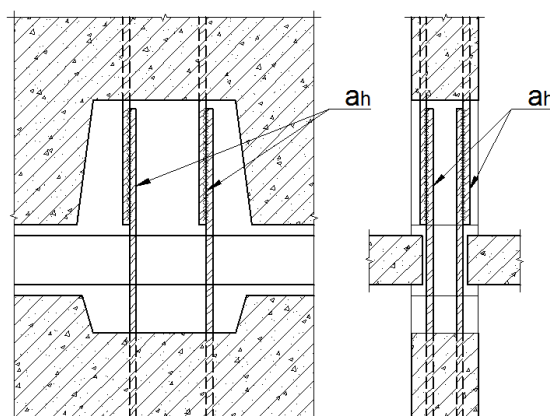
μ – үрэлтийн илтгэлцүүр 0.7-той тэнцүүгээр авна.

σ_y - даацын ханын хэвтээ чиглэл дэх уулзварын шпонкийн босоо арматурын урсалтын бат бэх (Н/мм²);

a_h - хэвтээ чиглэл дэх уулзварын тооцоонд ашиглах арматурын хөндлөн огтлолын талбай (мм²) (5.2-р зураг) (мм²);

N_0 - даацын ханын хүлээж авч буй дагуу хүч (Н);

N_e - огтлолцсон ханын хүлээж авч буй дагуу хүч (Н).

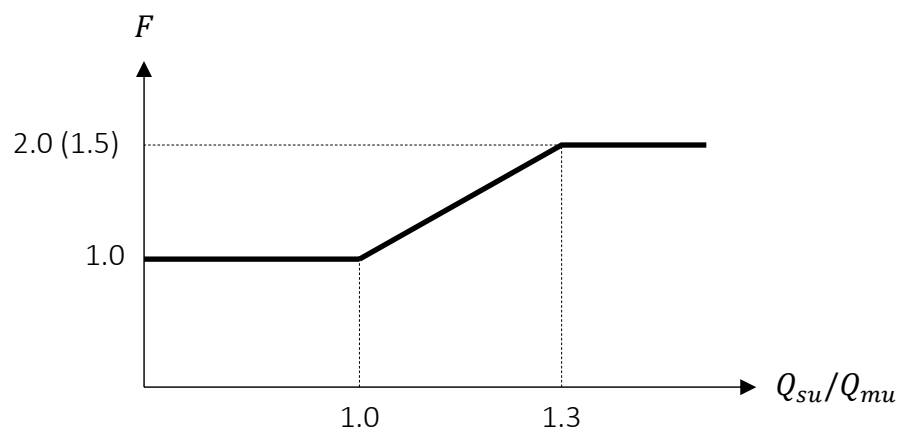


5.2-р зураг. Ханын болон хучилтын хавтгаалжуудын уулзвар

5.3.3 Налархайн индекс

Том хавтгаалжин угсармал бүтээцтэй барилгын налархайн индекс F -ийг дараах байдлаар авна.

- (1) Гулзайлтаас эвдрэх ханын налархайн индекс F нь 2.0-оор авна. (хоёр талдаа огтлолцсон ханагүй тохиолдолд $Q_{su}/Q_{mu} \geq 1.3$ үед $F = 1.5$; $1 \leq Q_{su}/Q_{mu} < 1.3$ үед 1.0-2.0-ын хооронд интерполяциар тооцож авна) (5.3-р зураг).
- (2) Шилжисхийлтээс эвдрэх ханын налархайн индекс F -ийг 1.0-ээр авна.
- (3) Хэвтээ чиглэл дэх уулзвараар эвдрэх ханын налархайн индекс F -ийг мөн 1.0-ээр авна.



5.3-р зураг. Налархайн индекс

5.4 Хэлбэрийн индекс

Барилгын хэлбэрээс хамаарах индекс S_D нь барилгын хэлбэрийн түвэгшил, геометр хэмжээс, зөв байдал, хөшүүншилийн жигд биш хуваарилалтаас хамааран барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварт үзүүлэх нөлөөг тоон утгаар илэрхийлсэн индекс бөгөөд бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -д засварын үүрэгтэй.

Хэлбэрийн индексийг G_i болон R_i илтгэлцүүрийг ашиглаж дараах (5.10) тэгшитгэлийн дагуу q_i (нөлөөллийн утга)-ийн үржвэрээр олно.

5.1-р хүснэгтэд үзүүлсэн ангиллын дагуу R_{1i} -г ашиглан нөлөөллийн утгуудыг олно.

(1) Хэлбэрээс хамаарах индексийг олох томъёо.

$$S_D = q_a \cdot q_b \cdot \dots \cdot q_n \tag{5.10}$$

Энд:

$$q_i = [1 - (1 - G_i) \cdot R_{2i}]; \quad i = a, b, c, d, e, f, i, j, l, n \quad i \neq h$$

$$q_i = [1.2 - (1 - G_i) \cdot R_{2i}]; \quad i = h$$

(2) Ангиллын төрөл

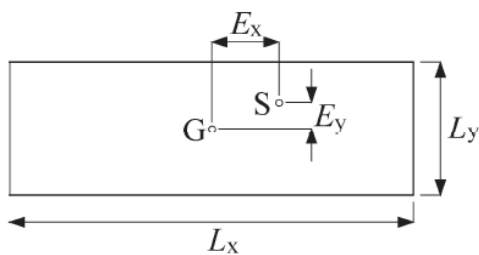
Ангиллын төрөл болон G, R -ийн утгуудыг 5.1-р хүснэгтээс авна.

5.1-р хүснэгт. Барилгын хэлбэрээс хамаарах G, R –ын утга.

Үзүүлэлт		Илтгэлцүүр	G_i			R
			1.0	0.9	0.8	R_{2i}
Байгуулалтын хэлбэр	a	Байгуулалтын зөв байдал	$a \leq 0.1$	$0.1 < a \leq 0.3$	$0.3 < a$	0.5
	b	Урт өргөний харьцаа	$b \leq 5$	$5 < b \leq 8$	$8 < b$	0.25
	c	Байгуулалтын нарийссан хэсгийн харьцаа	$0.8 \leq c$	$0.5 \leq c < 0.8$	$c < 0.5$	0.25
	d	Газар хөдлөлтийн эсрэг заадас	$1/100 \leq d$	$1/200 \leq d < 1/100$	$d < 1/200$	0.25
	e	Онгорхой талбай	$e \leq 0.1$	$0.1 < e \leq 0.3$	$0.3 < e$	0.25
	f	Онгорхой талбайн байршил	$f_1 \leq 0.4$ болон $f_2 \leq 0.1$	$f_1 \leq 0.4$ болон $0.1 < f_2 \leq 0.3$	$0.4 < f_1$ эсвэл $0.3 < f_2$	0
Өндрийн хэлбэр	h	Зоорийн давхар	$1.0 \leq h$	$0.5 \leq h < 1.0$	$h < 0.5$	1.0
	i	Давхрын өндрийн жигд байдал	$0.8 \leq i$	$0.7 \leq i < 0.8$	$i < 0.7$	0.25
	j	Уян давхар	Уян давхаргүй	Уян давхартай	Төвийн бус уян давхартай	1.0
Ангид төв	l	Хүндийн төв ба хөшүүний төвийн харьцангуй ангид төв	$l \leq 0.1$	$0.1 \leq l < 0.15$	$0.15 < l$	1.0
Хөшүүншил	n	Дээд давхрын хөшүүншлийг тооцоолж буй давхрын хөшүүншилд харьцуулсан харьцаа	$n \leq 1.3$	$1.3 < n \leq 1.7$	$1.7 < n$	1.0

Тайлбар: Дээрх $a - j$ илтгэлцүүрүүдийг бүх давхарт тодорхойлох ба түүний хамгийн бага гарах утгыг бүх давхарт тооцоонд авна.

l хэлбэр. Барилгын газар хөдлөлтийн үйлчлэлээс мушгиралтад орох эсэхийг тооцсон үзүүлэлт.



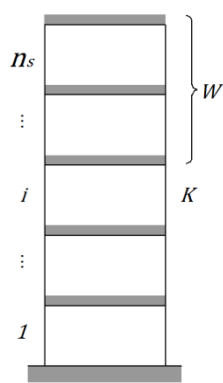
Х тэнхлэгийн дагуу:

$$l = E_y / \sqrt{L_x^2 + L_y^2}$$

Ү тэнхлэгийн дагуу:

$$l = E_x / \sqrt{L_x^2 + L_y^2}$$

n хэлбэр. Тухайн давхрын хөшүүншил (K)-ийг тухайн давхрын хүлээн авч буй нийт босоо ачаалал (W)-д харьцуулсан харьцааг тус давхрын харьцангуй хөшүүншил гэнэ. Хөшүүншлийг бодолцсон n -ийн утгыг дараах томъёогоор бодно.



$$K = \frac{\alpha \cdot \text{Ханын талбайнуудын нийлбэр}}{\text{Давхрын өндөр}}$$

$\frac{K}{W}$: давхрын харьцангуй хөшүүншил
 i -р давхарт
 $\beta = \frac{N-1}{N}$ Энд: $N = n_s - i + 1$
 $n = \frac{(K/W)_{i+1}}{(K/W)_{n_i}} \beta$
Хамгийн дээд давхарт $\beta = 2$ гэж авах ба $n = \frac{(K/W)_{n_s-1}}{(K/W)_{n_s}} \beta$

Ханын h/l -н харьцаа	α	
	Раман доторх хана	
$3.0 \leq h/l$	1.0	
$2.0 \leq h/l < 3.0$	1.5	
$1.0 \leq h/l < 2.0$	2.5	
$h/l < 1.0$	3.5	

5.5 Насжилтын индекс

Нарийвчилсан үнэлгээнд ашиглах насжилтын индексийг 5.2-р хүснэгтэд үзүүлсэн биет судалгааны үр дүнд үндэслэн дараах (5.11) томъёогоор тодорхойлно.

$$T = (T_1 + T_2 + T_3 \dots + T_N) / N \quad (5.11)$$

$$T_N = (1 + p_1) \cdot (1 - p_2)$$

Энд:

T_i - биет судалгааг явуулсан давхрын насжилтын индекс;

N - биет судалгаа явуулсан давхрын тоо;

p_1 - биет судалгаа явуулсан давхрын бүтээцийн ан цав, хэв гажилтаас хамаарсан илтгэлцүүрүүдийн нийлбэр (5.2-р хүснэгтээс авна.)
Судалгаа хийх шаардлагагүй тохиолдолд тэгээр авч болно;

p_2 - судалгаа хийсэн давхрын элэгдэл, насжилтаас хамаарсан илтгэлцүүрүүдийн нийлбэр (5.2-р хүснэгтээс авна). Судалгаа хийх шаардлагагүй тохиолдолд тэгээр авч болно.

5.2-р хүснэгт. p_1, p_2 -н утга

Элемент	Хамрах талбай	*Бүтээцийн ан цав, хэв гажилт			**Насжилт, элэгдэл		
		a	b	c	a	b	c
I. Хучилтын хавтан	Давхрын нийт талбайн 1/3 болон түүнээс их	0.017	0.005	0.001	0.017	0.005	0.001
	1/3-1/9-ийн хооронд	0.006	0.002	0	0.006	0.002	0
	1/9 болон түүнээс бага	0.002	0.001	0	0.002	0.001	0
	Байхгүй	0	0	0	0	0	0
II. Хана	Нийт элементийн 1/3 болон түүнээс их	0.15	0.045	0.011	0.15	0.045	0.011
	1/3-1/9-ийн хооронд	0.05	0.015	0.004	0.05	0.015	0.004
	1/9 болон түүнээс бага	0.017	0.005	0.001	0.017	0.005	0.001
	Байхгүй	0	0	0	0	0	0
Хэсгүүдийн нийлбэр							
Нийт нийлбэр		$p_1 =$			$p_2 =$		

Тайлбар: "Байхгүй" гэдэг нь тухайн барилгын засвар үйлчилгээний байдал нь сайн, насжилт элэгдэл маш бага байгааг илэрхийлнэ.

*Бүтээцийн ан цав, хэв гажилт

- a: 1. Жигд бус суултаас үүссэн ан цавтай.
2. Хананд үүссэн илт харагдахуйц ташуу ан цавтай.
- b: 1. Хучилтын хавтан нь даацын бус элементэд нөлөөлөхүйц хэв гажилттай.
2. Хананд үүссэн ойроос харагдахуйц боловч зайнаас харагдахгүй ташуу ан цавтай.
3. Хавтанд холхноос харагдах хэв гажилттай.
- c: 1. a.b-д заагаагүй бага хэмжээтэй ан цавтай.
2. a.b-д заагаагүй хучилтын хавтангийн хотойлттой.

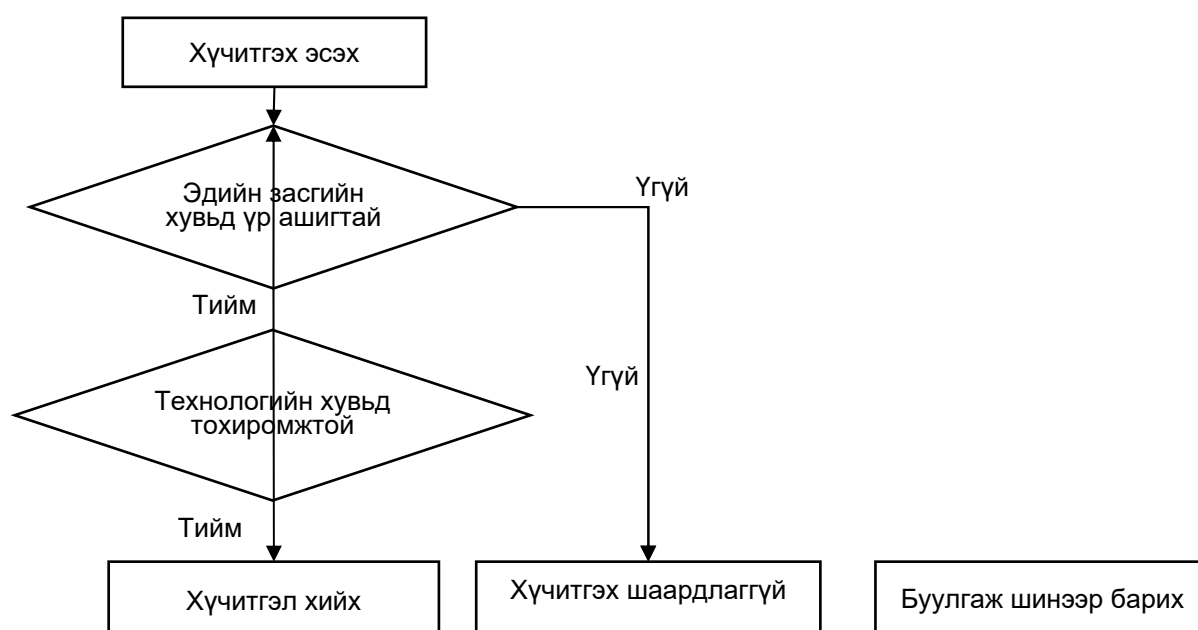
**Насжилт, элэгдэл

- a: 1. Арматурын зэврэлтээс үүдэлтэй бетоны ан цавтай.
2. Арматур зэвэрсэн.
3. Галаас үүдэж бетонд ан цав үүссэн.
4. Химийн элементээс бетон элэгдсэн.
- b: 1. Борооны ус болон ус алдалтаас арматурын зэврэлт нэвчсэн.
2. Арматурын хамгаалалтын үе ажиллагаагүй болсон, түүнтэй адил элэгдсэн.
3. Заслын материалд их хэмжээний ховхрол үүссэн.
- c: 1. Ус, борооны ус, химийн бодисоос бетонд толбо үүссэн.
2. Заслын материал бага хэмжээгээр элэгдсэн эсвэл ховхорсон.

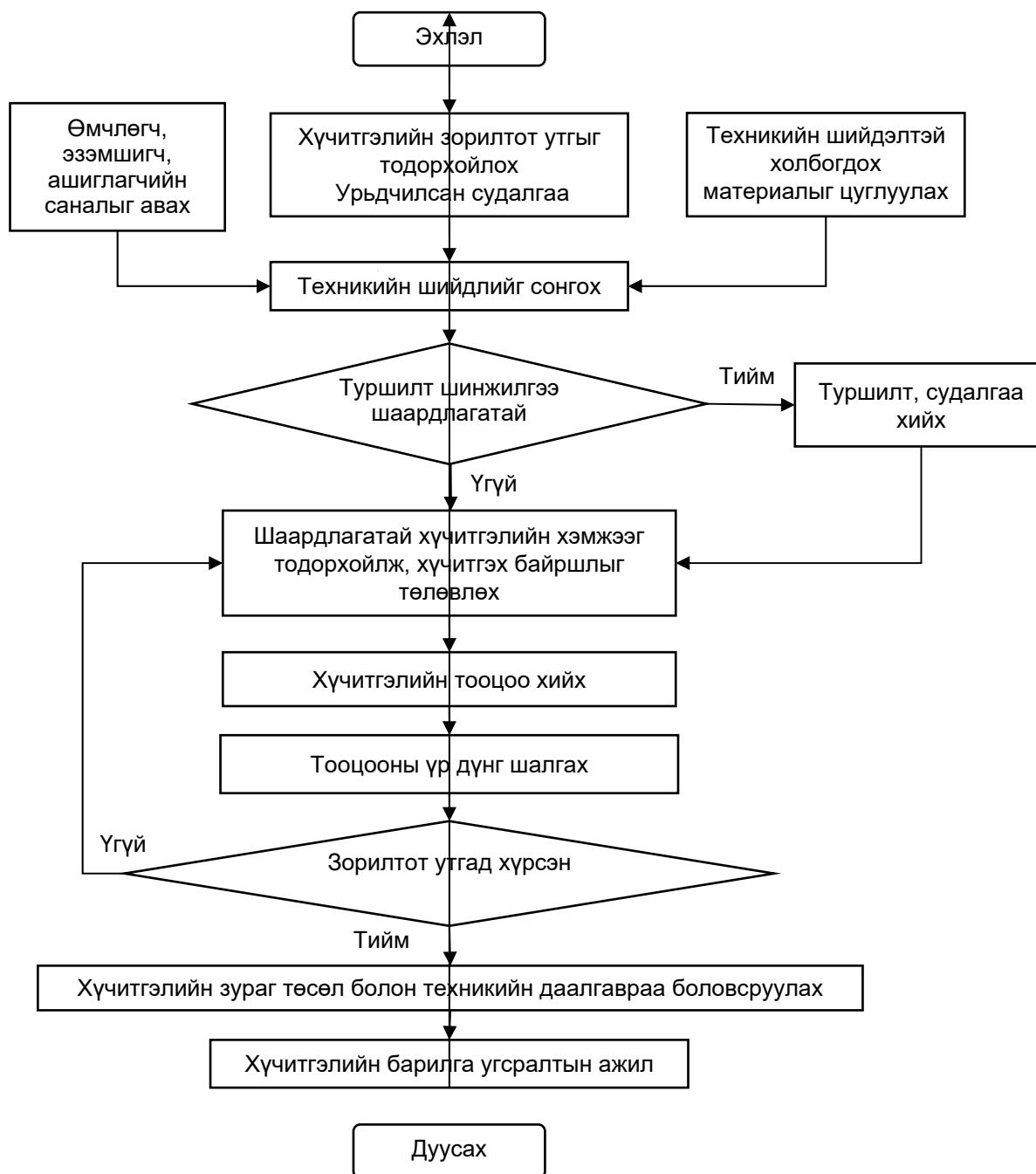
6. ХҮЧИТГЭЛ

6.1 Ерөнхий зүйл

Тус бүлэгт том хавтгаалжин угсармал бүтээцтэй барилгын хүчитгэлийн тухай авч үзнэ. Харин тусгайлан хийгдсэн туршилт, судалгаанд үндэслэж хүчитгэлийн зураг төсөл боловсруулах тохиолдолд энэхүү аргачлалаас өөр аргачлал хэрэглэж болно. Тус бүлэгт дурдагдаагүй зүйлийн тухайд холбогдох бусад барилгын норм ба дүрмийг ашиглана. Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээгээр тэсвэртэй эсвэл хүчитгэх шаардлагагүй гэсэн дүгнэлт гарснаас бусад барилгуудад хүчитгэлийн зураг төслийг боловсруулах бөгөөд I_S болон I_{SO} -ийн зөрүү, тухайн барилгыг цаашид ашиглах хугацаа, эдийн засгийн үр ашгийг бодолцох шаардлагатай.



6.1-р зураг. Хүчитгэх шаардлагатай эсэхийг тогтоох бүдүүвч



6.2-р зураг. Хүчитгэл хийх бүдүүвч

6.2 Хүчитгэсний дараах бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн шаардлагатай утгыг тогтоох

Барилгын хүчитгэлийн зураг төслийг боловсруулахын өмнө хүчитгэсний дараах бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн шаардлагатай утгыг дараах (6.1) томъёогоор тодорхойлно.

$${}_R I_S \geq I_{S0} \quad (6.1)$$

Энд:

${}_R I_S$ - хүчитгэсний дараах бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн шаардлагатай утга;

I_{S0} - бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн хязгаарын утга.

6.3 Хүчитгэлийг төлөвлөх ба зураг төсөл боловсруулах

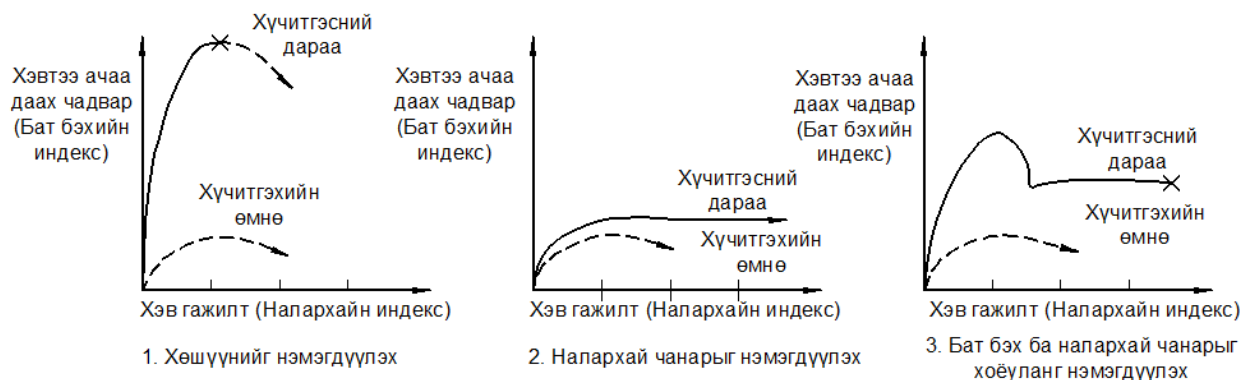
6.3.1 Ерөнхий зүйл

Хүчитгэлийн шийдлийг барилгыг хүчитгэсний дараах газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн шаардлагатай утга болон үнэлгээний үр дүнд үндэслэн хүчитгэлийн үндсэн зарчмыг тогтооно. Түүнчлэн зорилтот газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварыг хангах хамгийн тохиромжтой аргыг сонгоно. Хүчитгэлийн шийдэл нь барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэхийг гол зорилгоо болгох төдийгүй хүчитгэсний дараах барилгын ашиглалт, хүчитгэлийн угсралтын ажлын түвэгшил зэргийг бодолцсон байна.

Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэхэд 6.3-р зурагт үзүүлсэн зарчимуудаас аль нэгийг баримтална.

Эдгээр зарчимууд:

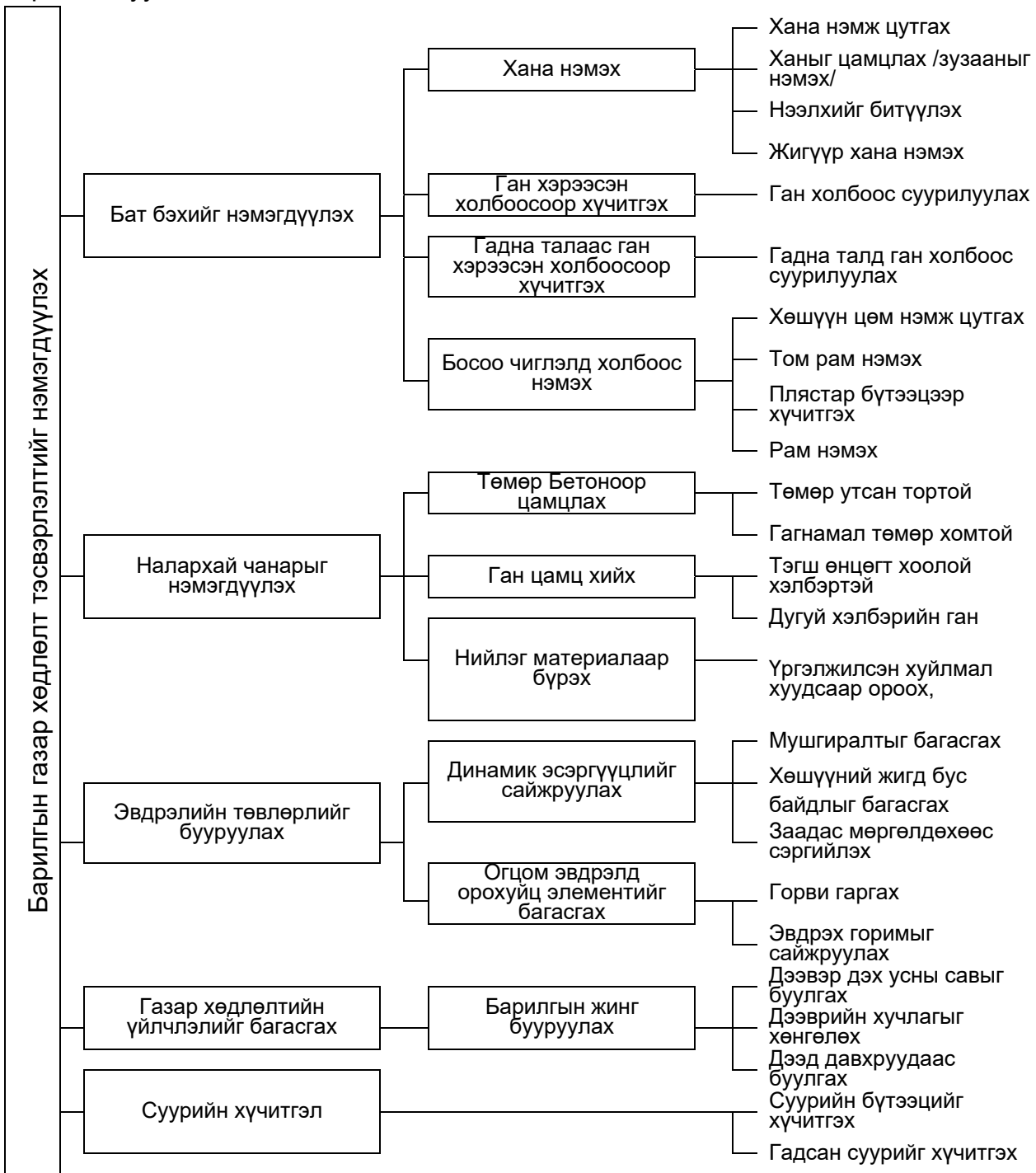
- бат бэхийг нэмэгдүүлэх;
- налархай чанарыг нэмэгдүүлэх;
- бат бэх ба налархай чанарыг хоёуланг нэмэгдүүлэх байна.



6.3-р зураг. Хүчитгэл хийх зарчим

6.3.2 Хүчитгэлийн төрөл

Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэхэд 6.4-р зурагт үзүүлсэн аргачлалуудыг ашиглана.



6.4-р зураг. Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэх аргын төрлүүд

6.3.3 Шаардлагатай хүчитгэлийн хэмжээг тогтоох

Барилгад шаардлагатай хүчитгэлийн хэмжээг газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээний үр дүнд үндэслэн доорх (6.2) томъёогоор олно.

$$\Delta Q_i = \frac{n+i}{n+1} \cdot \beta_1 \cdot \frac{1}{F} \cdot \left(\frac{{}^R I_S}{S_D' \cdot T'} \cdot \sum W_i' - \frac{I_S}{S_D \cdot T} \cdot \sum W_i \right) \quad (6.2)$$

Энд:

ΔQ_i - i -р давхарт шаардлагатай газар хөдлөлтийн үйлчлэлийг эсэргүүцэх нэмэлт хөндлөн хүчний хэмжээ;

n, i - барилгын нийт давхрын тоо болон тооцож буй давхрын дугаар;

F - 5.3.3-ийн (1) -дэх налархайн индексүүдийн хамгийн бага утга;

I_S - бүтээцэд хүчитгэл хийхээс өмнөх газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс;

${}^R I_S$ - шаардлагатай газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S -ийн утга;

S_D, S_D' - хүчитгэхээс өмнөх болон хүчитгэсний дараах хэлбэрийн индексийн утга;

T, T' - хүчитгэхээс өмнөх болон хүчитгэсний дараах дараах насжилт элэгдлийн индексийн утга;

$\sum W, \sum W'$ - хүчитгэхээс өмнөх болон хүчитгэсний дараах i -р давхраас дээших барилгаас ирэх ачаа.

Харин хүчитгэхээс өмнөх ба хүчитгэсний дараа хэлбэрийн индекс, насжилтын индекс болон барилгын жин бага хэмжээгээр өөрчлөгдсөн барилгын хувьд дараах (6.3) томъёогоор тооцож болно.

$$\Delta Q_i = \frac{n+i}{n+1} \cdot \beta_1 \cdot \frac{1}{F} \cdot \frac{{}^R I_S - I_S}{S_D \cdot T} \cdot \sum W_i \quad (6.3)$$

6.4 Хүчитгэлийн зураг төсөл

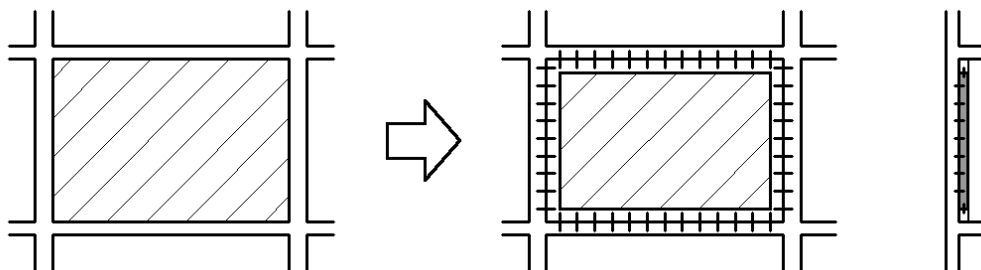
6.4.1 Хүчитгэх аргачлал 1

Цутгамал төмөр бетон хана нэмэх болон ханын хавтанг цамцлах

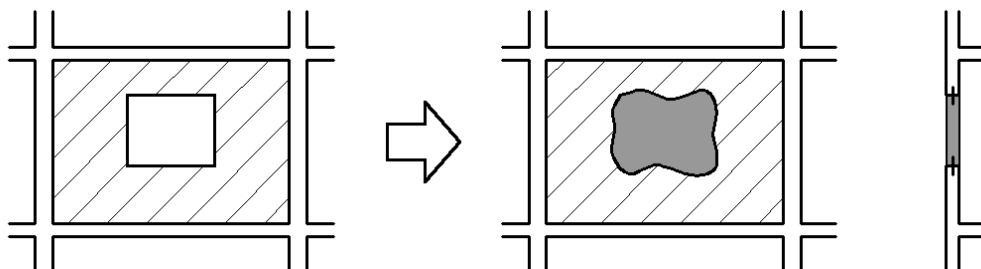
а) Ерөнхий зүйл

Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэхэд цутгамал төмөр бетон даацын хана шинээр нэмэх, онгорхойг битүүлэх (6.6-р зураг), ханын зузааныг ихэсгэх (6.5-р зураг) замаар газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлнэ.

Шинээр нэмэх хана ба түүнийг хүрээлэх рам хоорондын уулзварыг анкер эсвэл шпонкоор холбож хүчлэлийг дамжуулан нэг цул бүтээц болгож ажиллуулах шаардлагатай. Шинээр нэмэх ханын хүлээж авах хөндлөн хүчнээс түүнийг хүрээлж буй рамын хүлээж авах хөндлөн хүч нь бага тохиолдолд хуучин рам түрүүлж эвдрэлд орох болзошгүй тул зураг төслийн шатанд үүнийг анхаарах хэрэгтэй. Мөн цутгамал төмөр бетон хана нэмснээр барилгын жин нэмэгдэх, түүнээс үүдэн элементүүдийн хүлээж авах босоо ачаа нэмэгдэх, эвдрэлийн горим өөрчлөгдөх, суурь болон буурь хөрсөнд ирэх ачаалал нэмэгдэх тул эдгээр ачааллыг хүлээж авахаар төсөллөнө.



а. Ханын зузааныг нэмэх



б. Онгорхойг битүүлэх

6.5-р зураг

б) Хүчитгэлийн тооцооны дараалал

Даацын нэмэх ханын тооцоог доорх дарааллын дагуу хийнэ.

- 1) Хүчитгэл хийх барилгын бүтээцийн шинж чанарыг тодорхойлох.
- 2) Бат бэх, налархай чанарын аль нэгийг эсвэл хоёуланг нь нэмэгдүүлэх хүчитгэлийн шийдлийг тогтоох.
- 3) Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн шаардлагатай утгыг тогтоох.
- 4) Шинээр нэмэх даацын хананд үүсэх хүчдэлийг тодорхойлж тохирох материалыг сонгох.
- 5) Нэмэх даацын ханын байрлал, тоог тогтоох.
- 6) Ханын арматур болон холбох бүтээцийг тооцож төсөллөх.
- 7) Ханын бат бэхийн болон налархайн индексийг тодорхойлох.
- 8) Хүчитгэлийн дараах газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс нь шаардлагатай утгыг хангаж байгаа эсэхийг шалгах.

в) Нэмэх ханын тооцоо

Нэмэх ханын хүлээж авах хөндлөн хүч Q_D -ийг тодорхойлж, дараах (6.4) томъёогоор ханын шаардлагатай зузаан t_w -ыг олно.

$$t_w \geq Q_D / (l_w \cdot \tau_w) \quad (6.4)$$

Энд:

- τ_w - нэмэх хананд үүсэх шилжисхийлтийн хүчдэл ($\text{H}/\text{мм}^2$). 6.1-р хүснэгтийн дагуу авна;
- t_w - ханын зузаан (мм);
- l_w - ханын ашигтай урт (мм);

6.1-р хүснэгт. Шилжисхийлтийн хүчдэлийн дундаж утга

F утга	Шилжисхийлтийн хүчлэлийн дундаж утгын дээд хязгаар
$2 \geq F > 1$	$0.20F_c$
$F = 1$	$0.25F_c$

г) Ханын хөндлөн арматурын шаардлагатай огтлолыг тодорхойлох

Шинээр нэмэх ханын хөндлөн арматурыг доорх нөхцөлийг хангахуйцаар сонгоно.

$$\beta \cdot Q_{wu} \geq Q_D \quad (6.5)$$

Энд:

Q_{wu} - ханын шилжисхийлтийн бат бэхийн хязгаарын утга;

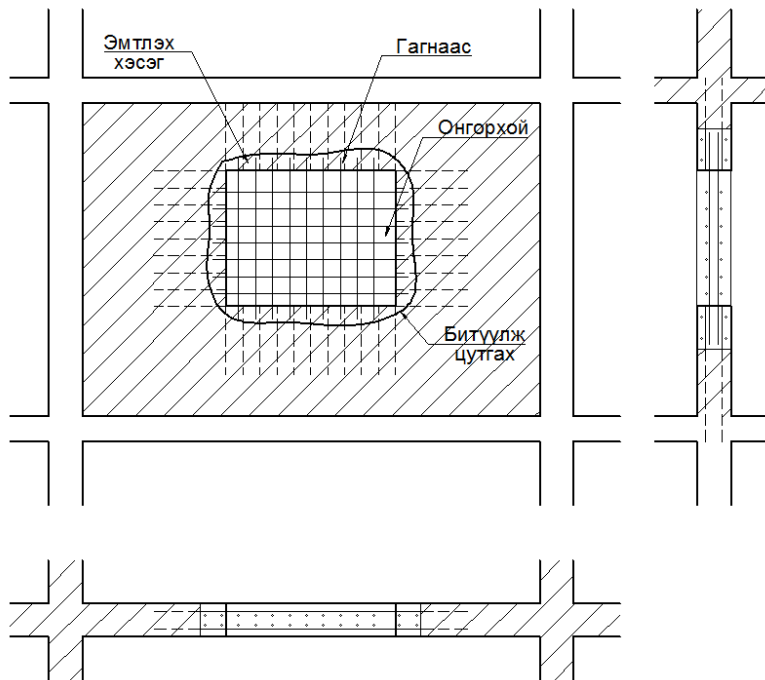
β - ханыг тойруулж дөрвөн талын дагууд анкер суулгасан тохиолдолд 0.9-1.0, бусад тохиолдолд 0.8-0.9-өөр авна.

д) Нэмэх хана болон хавтан хоорондын бэхэлгээ

Шинээр төлөвлөж буй ханыг бэхлэхдээ анкер хэрэглэнэ. Огтлолцсон ханын хавтан болон дээд, доод давхрын хучилтын хавтангуудад анкерлана. Бэхэлгээ хэсэгт ан цав үүсэхээс сэргийлж ороомог арматур ашиглана. Даацын ханыг нэмэхдээ дараах шаардлагыг хангахуйцаар төлөвлөнө.

- 1) Нэмэх даацын ханын зузаан нь хуучин ханын хавтгайлжийн зузаанаас их бөгөөд 15 см-ээс багагүй байна.
- 2) Нэмэх даацын ханын хөндлөн арматурын арматурлалтын илтгэлцүүр нь 0.25%-аас их, 1.2%-аас бага байна. Ханын зузаан нь 18 см-ээс дээш байх тохиолдолд 2 эгнээгээр арматурлана.
- 3) Нэмэх даацын ханын бетоны шахалтын бат бэх нь барилгын ханын бетоны шахалтын бат бэхээс их байна.
- 4) Барилгын хуучин ханыг цамцалж хүчитгэх тохиолдолд шинээр цутгах ханын зузаан нь хуучин ханын зузаанаас их бөгөөд 12 см-ээс их байна.
- 5) Нэмэх даацын ханыг цутгахдаа хавтангийн дор 20 см зай үлдээж цутгана. Ханыг цутгасны дараа үлдсэн зайг агшилтгүй цементэн зуурмагаар дүүргэнэ.

Шинээр нэмэх хана ба рамын эргэн тойрон уулзвар хэсэгт ороомог эсвэл хомут арматурыг тавина.



6.6-р зураг. Онгорхойг битүүлэх

6.4.2 Хүчитгэх аргачлал 2

Барилгын гадна талд ган хэрээсэн холбоос суурилуулж хүчитгэх

а) Ерөнхий зүйл

Ган хэрээсэн холбоосыг том хавтгаалжин угсармал барилгын гадна талд суурилуулж хүчитгэнэ. Ган хэрээсэн холбоос болон хавтан хоорондын бэхэлгээ нь газар хөдлөлтийн ачааг дамжуулахаар хангалттай бат бэхтэй байхаар төлөвлөнө. Ган холбоос нь газар хөдлөлтийн ачааг хүлээж авахаас гадна газар хөдлөлтийн үйлчлэлээс үүсэх дагуу хүчийг хүлээж авахаар бат бэхтэй байх шаардлагатай. Мөн хэрээсэн холбоосны бэхэлгээнд эвдрэл гарснаас болж унахгүй байх арга хэмжээг авах шаардлагатай.

б) Хүчитгэлийн тооцоо

Давхар тус бүрийн ган хэрээсэн холбоосны бат бэх нь хүлээж авах хөндлөн хүч ΔQ_i -аас багагүй байхаар төлөвлөнө. Мөн ган хэрээсэн холбоос болон хавтан хоорондын бэхэлгээ нь дээрх хөндлөн хүчийг дамжуулж чадахуйц бат бэхтэй байх шаардлагатай.

в) Ган хэрээсэн холбоосны төлөвлөлт

Ган хэрээсэн холбоосын бат бэхийг хүлээж авах шилжисхийлтийн ба хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах моментийн үе дэх хөндлөн хүчний аль бага утгаар авна. Ган холбоосны шахалтын болон суналтын бат бэхийн аль бага утга нь хүлээж авах шилжисхийлтийн бат бэх болох бөгөөд шахалтын бат бэхийг тооцохдоо түүний туяншилыг бодолцох шаардлагатай.

г) **Ган хэрээсэн холбоос болон барилгын хавтгайлж хоорондын бэхэлгээ**
Том хавтгаалжин угсармал барилгын гадна талд суурилуулах ган хэрээсэн холбоосны бэхэлгээ нь ган хэрээсэн холбоосны өөрийнх нь хүлээж авах хөндлөн хүчнээс илүү хэмжээний бат бэхтэй байх шаардлагатай. Ган хэрээсэн холбоос болон барилгын хавтгайлж хоорондын бэхэлгээг дараах нөхцөлийг хангахаар төсөллөнө. Үүнд:

- анкерын суух гүн нь $12d$ -ээс их байх;
- хэрээсэн холбоосны бэхлэгдэх элементийн ирмэгээс 60 мм-ээс багагүй зайнд байх;
- хавтангийн хэрээсэн холбоос суурилуулах гадаргууг иржгэр болгох;
- бэхэлгээний хэсэгт дүүргэх барьцалдуулагч зуурмагийн шахалтын бат бэх нь 30 Н/мм^2 -аас их байх;
- барьцалдуулагч зуурмаг дахь хөндлөн арматурын арматурлалтын илтгэлцүүр p_s нь 0.4% -с их байх. p_s -ийг дараах (6.6) томъёогоор олно.

$$p_s = a_s / (h' \cdot X_s) \quad (6.6)$$

Энд:

X_s - хөндлөн арматурын алхам (мм);

a_s - хөндлөн арматурын огтлолын талбай (мм^2);

h' - зуурмагийн үеийн хөндлөн огтлолын өндөр (мм).

6.4.3 Хүчитгэх аргачлал 3

Хавтгайлж хоорондын уулзварыг булан төмрөөр хүчитгэх

а) Ерөнхий зүйл

Том хавтгаалжин угсармал барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээгээр ханын болон хучилтын хавтан хоорондын уулзварын хүлээж авах хөндлөн хүч нь даацын ханын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах моментын үе дэх хөндлөн хүч болон хамгийн их хөндлөн хүчнээс бага тохиолдолд уулзварыг хүчитгэх шаардлагатай.

б) Хүчитгэлийн тооцоо

Уулзварт шаардлагатай хөндлөн хүчний хэмжээг дараах (6.7) томъёогоор тодорхойлно.

$$\Delta Q_{hu} \geq \max(Q_{mu}; Q_{su}) - Q_{hu} \quad (6.7)$$

Энд: ΔQ_{hu} – уулзварт шаардлагатай нэмэлт хөндлөн хүч;

Q_{mu} – даацын ханын хүлээж авах хамгийн их гулзайлтын моментын үеийн хөндлөн хүч;

Q_{su} – даацын ханын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч.

Уулзварт шаардлагатай нэмэлт хөндлөн хүчийг булан төмөр (6.7-р зураг) болон боолтын даах чадварын аль багаар авна.

$$\Delta Q_{hu} = \min(Q_a; Q_b) \quad (6.8)$$

БД 22-107-18

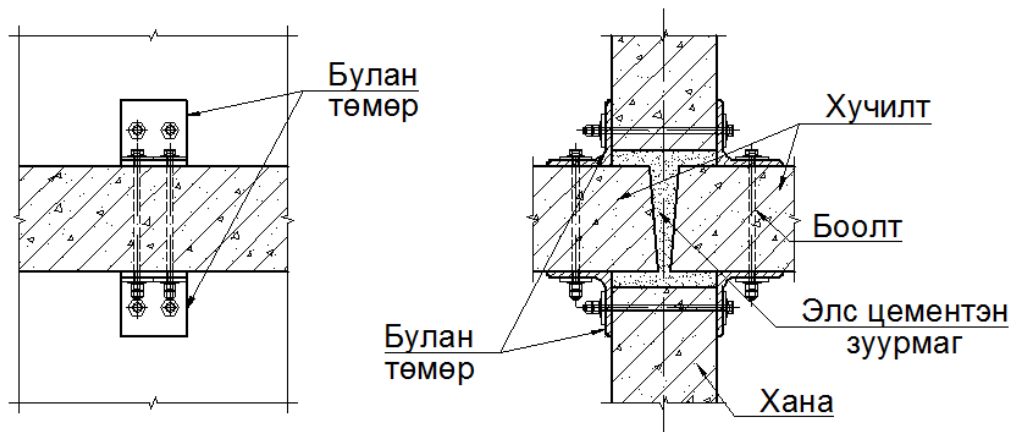
Энд: Q_a – булан төмрийн даах чадвар;

Q_b – боолтны даах чадвар.

в) Бүтээцлэл

Том хавтгаалжин угсармал барилгын ханын болон хучилтын хавтан хоорондын уулзварыг хүчитгэхэд ашиглагдах анкер боолтыг дараах нөхцөл хангагдахаар бүтээцлэнэ. Үүнд:

- Анкерын суух гүн нь $12d$ -ээс их байх;
- Булан төмрийн ирмэгээс 60 мм-ээс багагүй зайнд байх.



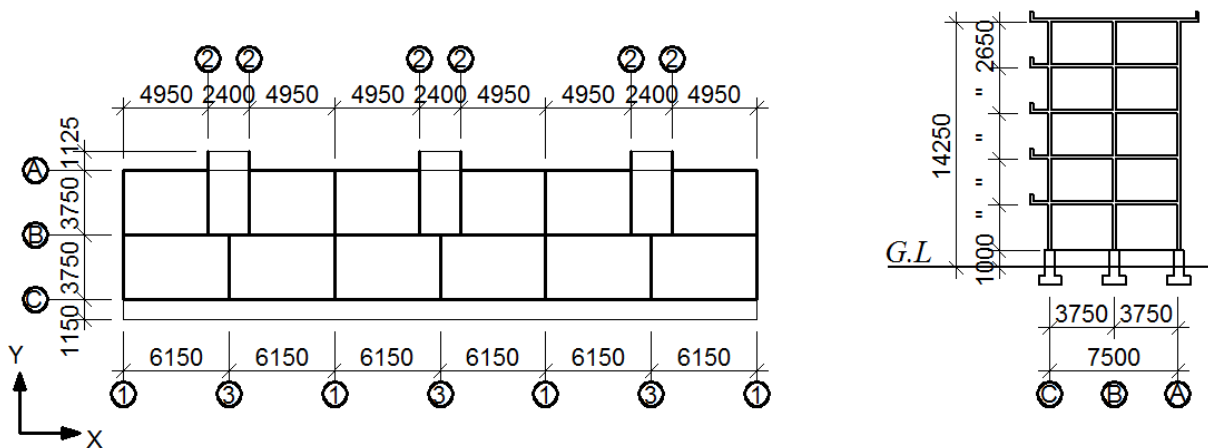
6.7-р зураг. Уулзварыг булан төмрөөр хүчитгэх

Хавсралт А (зөвлөмжийн)

Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хялбарчилсан үнэлгээний тооцооны жишээ

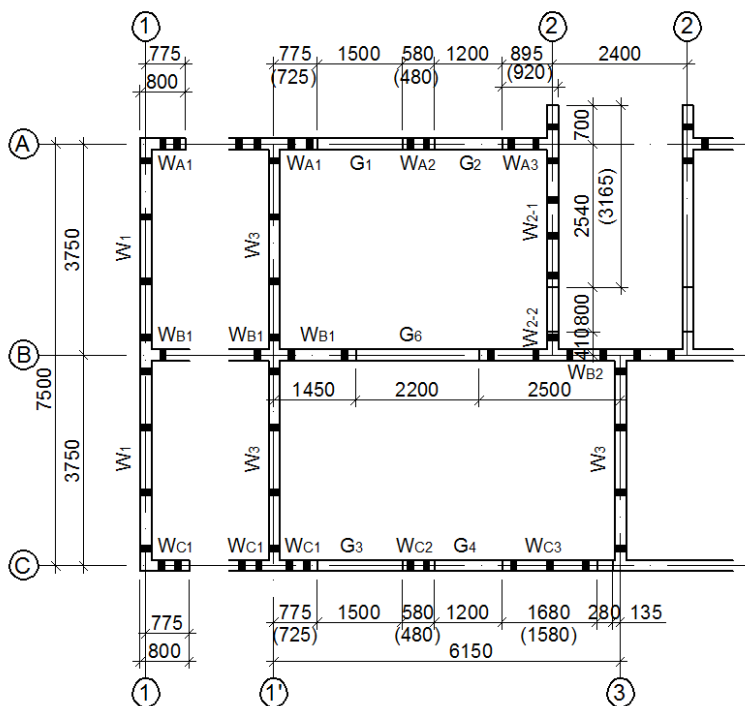
А.1. Үнэлгээний тооцоо хийх барилгын тухай

Том хавтгаалжин угсармал бүтээцтэй, орон сууцны зориулалттай, 5-н давхар барилгын 1-р давхрын байгуулалтын хөндлөн чиглэлийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээний тооцоог авч үзье.

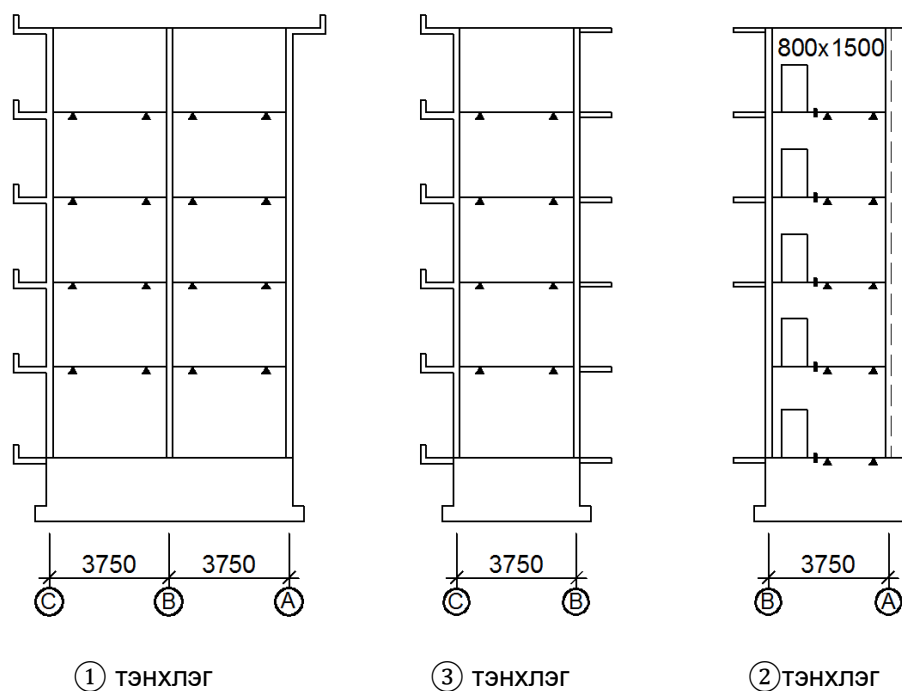


А.1 зураг. Байгуулалт

А.2 зураг. Огтлол



А.3 зураг. Даацын ханын байрлал, хэмжээ



А.4 зураг. Тэнхлэгийн дагуух ханын дэлгээс

Материалын үзүүлэлт:

- Хавтангийн бетоны шахалтын бат бэх : $F_c = 27$ (Н/мм²)
- Арматур : SR 235, SD 295

Барилгын жин $\Sigma W = 13528273$ (Н)

Хэлбэрийн индекс $S_D = 1.0$

Насжилтын индекс $T = 0.8$

Газар хөдлөлтийн эрчим 8 балл

А.2. Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээ

Барилгын байгуулалтын хөндлөн чиглэлд 1-р давхрын хануудын урт ба ханын тоо хэмжээ

Барилгын байгуулалтын хөндлөн чиглэлийн 1-р давхрын даацын ханын уртын нийлбэрийг А.1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

**А.1-р хүснэгт. Барилгын байгуулалтын хөндлөн чиглэл дэх
1-р давхрын даацын ханын урт**

Тэнхлэг	Зузаан (t)	Урт (L)	Ханын зузаанаас хамаарах засварын илтгэлцүүр t / t_0	$L \cdot \gamma$ (мм)	Тэмдэглэл
①	150	7650	1.0	7650	Огтлолцсон ханатай
②	150	3165* ¹	1.0	3165	Огтлолцсон ханатай
②	150	3165* ¹	1.0	3165	Огтлолцсон ханатай
③	150	3900	1.0	3900	Огтлолцсон ханатай
①'	150	7650	1.0	7650	Огтлолцсон ханатай
②	150	3165* ¹	1.0	3165	Огтлолцсон ханатай
②	150	3165* ¹	1.0	3165	Огтлолцсон ханатай
③	150	3900	1.0	3900	Огтлолцсон ханатай
①'	150	7650	1.0	7650	Огтлолцсон ханатай
②	150	3165* ¹	1.0	3165	Огтлолцсон ханатай
②	150	3165* ¹	1.0	3165	Огтлолцсон ханатай
③	150	3900	1.0	3900	Огтлолцсон ханатай
①	150	7650	1.0	7650	Огтлолцсон ханатай
Нийлбэр				61290	

А.2-р хүснэгт. Барилгын хөндлөн талын 1-р давхрын даацын хануудын шилжисхийлтийн хүчдэлийн дундаж бат бэх τ_{wj}

Тэнхлэг	Ханын тоо	Даацын ханын зузаан(мм)	Даацын ханын урт(мм)	Огтлолцсон ханын зузаан × Огтлолцсон ханын ажлын урт	α_j^{*2}	τ_{wj}^{*3} Н/мм ²
①	4	150	7650	150 · 650, 150 · 900; 150 · 650	1.29	1.29
①'	4	150	7650	150 · 650 · 2; 150 · 900 · 2; 150 · 650 · 2	1.29	1.29
②	6	150	3165	150 · 770	1.24	1.24
③	3	150	3900	150 · 900 · 2	1.46	1.46

$$^{*2} - \alpha_j = \sum A / (t \cdot l)$$

^{*3} – $\tau_{wj} = \tau_{wo} \cdot \alpha_j \cdot \gamma_j = 1.0 \cdot \alpha_j \cdot \gamma_j$ (Барилгын байгуулалтын хөндлөн чиглэлийн даацын ханууд бүгд нээлхийгүй учир $\gamma_j = 1.0$)

А.3-р хүснэгт. Барилгын байгуулалтын хөндлөн чиглэлийн 1-р давхрын даацын ханын шилжисхийлтийн хязгаарийн бат бэх $\sum(\tau_{wj} \cdot A_{wj})$ (Н)

Тэнхлэг	τ_{wj} (Н/мм ²)	Даацын ханын огтлолын талбай	Ханын тоо n	$\tau_{wj} \cdot A_{wj} \cdot n$ (Н)	Тэмдэглэл
①, ①'	1.29	150 · 7650	4	5 921 100	
②	1.24	150 · 3165	6	3 532 140	
③	1.46	150 · 3900	3	2 562 300	
Нийлбэр (Σ)		9 193 500 мм ²		12 015 540 Н	$\tau_w = 1.31$ (Н/мм ²)

Тайлбар: ^{*1} – 1-р давхрын даацын ханын шилжисхийлтийн хүчдэлийн дундаж бат бэх

А.3. Бат бэхийн индекс C -г тооцох

Барилгын байгуулалтын хөндлөн чиглэлийн 1-р давхрын даацын ханын бат бэхийн индекс C_w -ийг (4.3) томъёогоор тооцно.

$$C_w = \frac{\sum(\tau_{wj} \cdot A_{wj})}{\sum W} \cdot \beta_c$$

Энд:

$\sum(\tau_{wj} \cdot A_{wj}) = 12\,015\,540$ Н - барилгын 1-р давхрын байгуулалтын хөндлөн чиглэлийн даацын ханын шилжисхийлтийн хязгаар үеийн бат бэх;

$\sum W = 1379.5 \cdot 103 \cdot 9.80665 = 13528273$ Н – 1-р давхраас дээших газар хөдлөлтийн тооцооны ачаа;

β_c - угсармал хавтгаалжин ханын шахалтын бат бэхээс хамаарах бат бэхийн засварын илтгэлцүүр бөгөөд дараах томъёогоор олно. Угсармал хавтгаалжин ханын шахалтын бат бэхийг 27 Н/мм²-аар тооцсон;

$$\beta_c = \sqrt{(\sigma_B/20)} = \sqrt{(27/20)} = 1.16;$$

$$C_w = (12015540/13528273) \cdot 1.16 = 1.03;$$

Барилгын 1-р давхрын байгуулалтын хөндлөн чиглэлийн бүтээцийн газар хөдлөлтийн суурь индекс E_0 – г доорх байдлаар тооцно.

$$E_0 = \frac{(n+1)}{(n+i)} \cdot C_w \cdot F = 1.0 \cdot 1.03 \cdot 1.0 = 1.03$$

Барилгын хувийн хэлбэлзлийн хэлбэрийн үндсэн үеийг 5-н давхар барилгын хөндлөн чиглэлд хавсралт E-гийн 1-р хүснэгтээс авбал

$T_1=0.22$ секунд тул БНБД 22.01-01*/2006-н 2.6-н дагуу $\beta_1 = 2.5$ болно.

А.4. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_s -г тооцох

$$I_s = E_0 \cdot S_D \cdot T \cdot (1/\beta_1) = 1.03 \cdot 1.0 \cdot 0.8 \cdot (1/2.5) = 0.329$$

А.5. Хялбарчилсан үнэлгээний дүгнэлт

$$I_s = 0.329 \geq I_{s0} = 0.20$$

8 баллын газар хөдлөлт тэсвэрлэлт хангалттай байна.

Хавсралт Б (зөвлөмжийн)**Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн нарийвчилсан үнэлгээний тооцооны жишээ**

Хавсралт А-д том хавтгаалжин угсармал, орон сууцны зориулалттай, 5-н давхар барилгын 1-р давхрыг хөндлөн чиглэлийн хялбарчилсан үнэлгээний аргачлалаар тооцсон. Уг барилгын мөн хөндлөн чиглэлийн дагуух газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нарийвчилсан үнэлгээгээр авч үзье.

Б.1. Үнэлгээ хийх барилгын тухай

Материалын бат бэх

Бетон : Даацын ханын хавтгайлжийн бетоны
шахалтын бат бэх /цилиндр бат бэх/

$$F_c = 27(\text{Н/мм}^2)$$

Арматур :

- ханын хавтгайлжийн босоо арматур ба босоо залгаасны дагуух арматурын урсалтын хязгаар : 344(Н/мм²);
- даацын ханын хөндлөн арматурын урсалтын хязгаар: 295(Н/мм²);
- хучилтын хавтан болон ханын хавтан хоорондын хөндлөн залгаасны арматурын материалын бат бэх 344 (Н/мм²).

Б.1-р хүснэгт. Даацын хануудын ба хүлээн авах ачаа

Тэнхлэг	Даацын хана	Нийт урт (мм)	Зузаан (мм)	Хүлээн авах тэнхлэгийн дагуух ачаа
①	W1	3750	150	307.9
	W1+W1	7650	150	615.9
②	W2-1	3165	150	393.2
	W2-2	435	150	48.1
③	W3	3900	150	345.2
①'	W'3	3750	150	355.0
	W'3+ W'3	7650	150	710.0

Барилгын жин $\Sigma W = 13528.3$ кН

Б.2. Даацын ханын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч**Б.2.1. Даацын ханын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах моментийн үе дэх хөндлөн хүч**

$$Q_{mi} = \frac{M_u}{y_0 \cdot H}$$

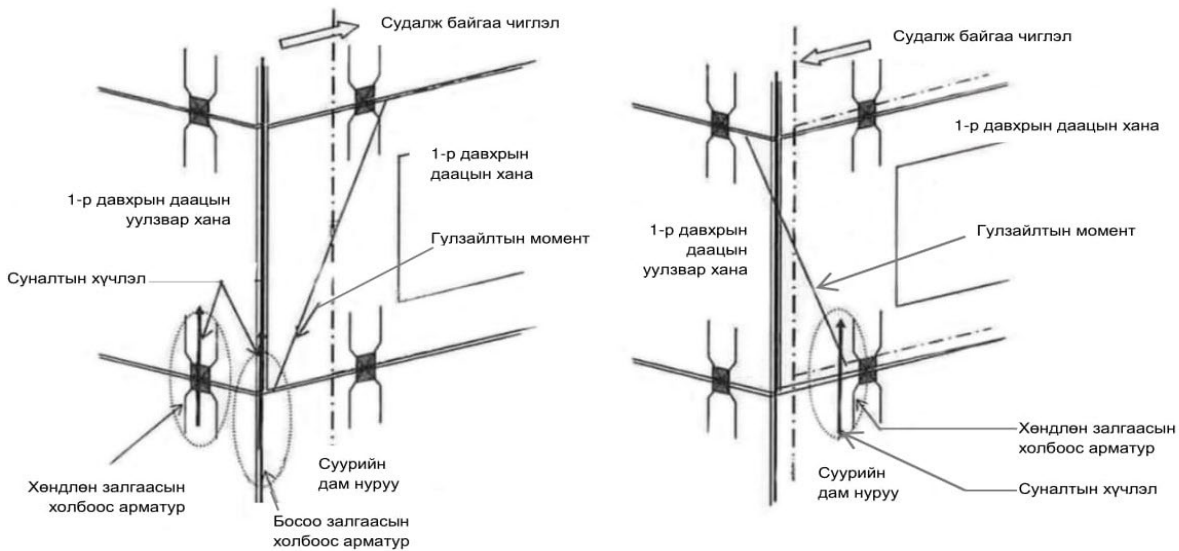
Тус дүрмийн (5.4) томьёо.

$$M_u = \Sigma a_t \cdot \sigma_y \cdot l_w + 0.5 \Sigma a_w \cdot \sigma_{wy} \cdot l_w + 0.5 N_0 \cdot l_w + \Sigma N_e \cdot e \quad (5.6) \text{ томьёо.}$$

Энд:

$$y_0 = 2/3 \text{ гэж авна.}$$

$$H = 2.65 \cdot 5 = 13.25 \text{ м гэж авна.}$$



Б.1-р зураг. Суналтад ажиллах босоо арматурын жишээ

Б.2-р хүснэгт. 1-р давхрын даацын хануудын хүлээн авах хамгийн их гулзайлгах моментийн үйлчлэл дэх хөндлөн хүч

Тэнхлэг	l_w	$\sum a_t$	$\sum a_w$	N_o	N_{e1}	e_1	N_{e2}	e_2	M_u	$y_o \cdot H$	Q_{mu}	
												мм
1	A→C	6885	1491	2476	616	174	6810	233	3060	10482	8.83	1187
2		2849		1491	393	178	2174			1677	8.83	190
3		3510	3397		345	343	3435			5885	8.83	666
1'		6885	1861	3397	710	347	6810	467	3060	14667	8.83	1660
1	C→A	6885	1491	2476	616	339	6810	233	3060	11606	8.83	1314
2		2849	921	1491	393	220	2849			2820	8.83	319
3		3510	3375		345	545	3435			6553	8.83	742
1'		6885	1861	3397	710	679	6810	467	3060	16928	8.83	1916

Б.2.2. Даацын ханын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч

(5.6) томъёог ашиглан бодвол.

$$Q_{su} \equiv \left\{ \frac{0.053 p_{te}^{0.23} (F_c + 18)}{\frac{M}{Q \cdot L_w} + 0.12} + 0.85 \sqrt{(p_{we} \cdot \sigma_{wy}) + 0.1 \sigma_0} \right\} (r_j \cdot t_e \cdot j)$$

Б.3-р хүснэгт. 1-р давхрын даацын ханын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч Q_{su}

Тэнхлэг	l_w	$\sum a_t$	p_{te}	$\frac{M}{Q \cdot L_w}$	p_{we}	N_o	σ_0	r_j	t_e	Q_{su}	
											мм
1	A→C	6885	1491	0.09	1.28	0.0025	616	0.45	1.00	223	2354
2		2849			3.10	0.0028	393	0.83	1.00	186	397
3		3510	3397	0.04	2.52	0.0023	345	0.59	1.00	219	801
1'		6885	1861	0.1	1.28	0.0021	710	0.62	1.00	236	2463
1	C→A	6885	1491	0.09	1.28	0.0025	616	0.45	1.00	223	2354
2		2849	921	0.16	3.10	0.0027	393	0.83	1.00	186	616
3		3510	3375	0.39	2.52	0.0023	345	0.59	1.00	219	1001
1'		6885	1861	0.1	1.28	0.0021	710	0.62	1.00	236	2463

Б.2.3. Хэвтээ чиглэл дэх уулзварын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч

$$Q_{hu} = 0.7 \sum a_h \sigma_y + \mu(N_o + N_e) \quad \text{тус дүрмийн (5.8) томъёо}$$

Б.4-р хүснэгт. Хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч Q_{hu}

Тэнхлэг	Тэмдэглэгээ	N_o	N_e	a_h	Q_{hu}
		кН	кН	мм ²	кН
1	W1+W1	616	746	5458	2268
2	W2-1	393	178	2412	980
3	W3	345	888	6772	2494
1'	W'3+W'3	710	1493	7119	3256

Б.2.4. Даацын хануудын хүлээж авах хөндлөн хүч- Q_u , эвдрэлийн горим, налархайн индекс F ба бат бэхийн индекс C_w -ын тооцоо

$$Q_u = \min(Q_{mu}, Q_{su}, Q_{hu})$$

$$F = 2.0 \left(\frac{Q_{su}}{Q_{mu}} \geq 1.3 \right) \quad F = 1.0 - 2.0 \left(1.0 \leq \frac{Q_{su}}{Q_{mu}} < 1.3 \right) \quad \text{- гулзайлтаас эвдрэх хана}$$

$$F = 1 \quad \text{- шилжисхийлтээс эвдрэх хана}$$

$$F = 2.0 \left(\frac{Q_{su}}{Q_{mu}} \geq 1.3 \right) \quad F = 1.0 - 2.0 \left(1.0 \leq \frac{Q_{su}}{Q_{mu}} < 1.3 \right) \quad \text{- хөндлөн залгаасаар эвдрэлд орох хана}$$

$$C_w = Q_u / \sum W$$

Б.5-р хүснэгт. Тооцооны үр дүн

Тэнхлэг	Q_{mu}	Q_{su}	Q_{hu}	Q_u	Q_{su}/Q_{mu}	F		C	Даацын ханын тоо	
										кН
1	A→C	1187	2354	2268	1187	1.98	F_2	2.00	0.0877	2
2		190	397	980	190	2.09	F_2	2.00	0.0140	6
3		666	801	2494	666	1.20	F_1	1.67	0.0492	3
1'		1660	2463	3256	1660	1.48	F_2	2.00	0.1227	2

Б.3. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -ын тооцоо

$$C_1 = 0.0492 \cdot 3 = 0.148 \quad ; F_1 = 1.67$$

$$C_2 = 0.0877 \cdot 2 + 0.0140 \cdot 6 + 0.1227 \cdot 2 = 0.505 \quad ; F_2 = 2.00$$

$$E_0 = \sqrt{(C_1 F_1)^2 + (C_2 F_2)^2} = \sqrt{(0.148 \cdot 1.67)^2 + (0.505 \cdot 2)^2} = 1.039$$

Б.4. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_s -ын тооцоо

$$I_s = E_0 \cdot S_D \cdot T \cdot 1/\beta_1 = 1.039 \cdot 1.0 \cdot 0.8 \cdot 1/2.5 = 1.039/2.5 = 0.332$$

Б.5. Нарийвчилсан үнэлгээний дүгнэлт

$$I_s = 0.332 > I_{s0} = 0.20$$

8 баллын газар хөдлөлт тэсвэрлэлт хангалттай байна.

Хавсралт В (зөвлөмжийн)

В.1-р хүснэгт. Урьдчилсан судалгааны хүснэгт

	Судалгааны өгөгдөл	Судалгааны үр дүн	Тэмдэглэл
Барилгын ерөнхий мэдээлэл	1.Барилгын нэр		
	2.Барилгын байршил, хаяг		
	3.Барилгын зориулалт		
	4.Зураг төсөл зохиосон байгууллага		
	5.Барилгын угсралтын ажлыг хийсэн байгууллага		
	6.Зураг төсөл зохиогдсон он		
	7.Ашиглалтад орсон он		
	8.Давхрын тоо		
	9.Барилгын өндөр		
	10.Барилгын талбай м ²		
	11.Давхрын өндөр		
	12.Хэвтээ байгуулалтын хэлбэр,онцлог		
	13.Босоо байгуулалтын хэлбэр,онцлог		
	14.Барилгын гадна талын архитектурын гол элемент		
	15.Барилгын дотор заслын гол элемент		
	16.Суурийн төрөл		
	17.Барилгын хөрсний зэрэг		
	18.Эдэлбэр газрын газар зүйн онцлог,хэлбэр		
Барилгын зураг, бичиг баримт буюу	1.Байр зүйн дэвсгэр зураг		
	2.Барилга бүтээцийн зураг		
	3.Бүтээцийн тооцооны баримт бичиг		
	4.Зураг төслөөс өөрчлөлтийн зураг		
	5.Инженер геологийн судалгааны дүгнэлт		
Ашиглалтын талаар	1.Ашигласан жил		
	2.Өргөтгөл хийгдсэн эсэх		
	3.Том хэмжээний өөрчлөлт хийгдсэн эсэх		
	4.Хүчитгэл хийгдэж байсан эсэх		
	5.Галд өртөж байсан эсэх		
Биет судалгаа	Биет судалгаа явуулах боломжтой эсэх		

В.2-р хүснэгт. Хялбарчилсан үнэлгээнд суурь индекс E_0 -ийг тодорхойлоход шаардлагатай судалгаа

Судалгааны өгөгдөл	Судалгааны үр дүн				Тэмдэглэл	
1.Бетоны шахалтын бат бэх	Судалгаа хийхгүй тохиолдолд 25 Н/мм ²				Зарчмын хувьд судалгаа хийх шаардлагагүй	
	Биет судалгааны үр дүн утга Н/мм ²				Шалгасан арга:	
2.Даацын ханын урт ба зузаан	Хана	Судалж буй чиглэл		Тооцоонд орох огтлолцсон хана		*- Тооцоонд оруулах огтлолцсон ханын уртыг авахдаа тухайн ханын зузааныг 6-аар үржүүлсэн утгаар, эсвэл зэрэгцээ орших даацын хана хүртэлх цэвэр уртын 1/2-ээр болон уулзвар ханын уртын аль бага байх утгаар авна.
		Урт (мм)	Зузаан (мм)	Урт* (мм)	Зузаан (мм)	
	Хана1					
	Хана2					
	Хана3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
19						
20						
3. Даацын ханын өндөр	$h =$ мм					
4.Даацын ханын жижиг нээлхийн хэлбэр	Хана	Өргөн l_0 (мм)		Өндөр h_0 (мм)		
5.Тусгайлан авч үзэх ачаа байгаа эсэх						

В.3-р хүснэгт. Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээний карт

Барилгын талаарх мэдээлэл	(1) Барилгын нэр								
	(2) Байршил				(3) Зориулалт				
	(4) Барилга бүтээц	Барилгын Бүтээц:							
		Газраас дээш:	давхар		Газраас доош:	давхар			
		Онцлох зүйл							
	(5) Баригдсан он								
	(6) Барилгын талбай	Барилгын талбай:			Нийт талбай:				Үнэлгээнд хамрагдсан талбай:
	(7) Барилгын өндөр	Барилгын хамгийн дээд хэсэг хүртэлх өндөр:		Нэг давхрын өндөр:		Давтагдах давхрын өндөр :			
	(8) Урт × Өргөн	Нийт урт					Алслалын тоо		
	(Өргөний дагуу дахь алслал × Уртын дагуу дахь алгаслал)								
(9) Буйр хөрс	Өнгөн хөрс:		Суурь суух хөрс:		Газрын түвшин:				
(10) Барилгын суурь									
Судалгаагаар тогтоосон материалын бат бэх	(1) Бетон	Төслийн бат бэх		$F_c =$				(Н/мм ²)	
		Давхар тус бүрийн бетоны шахалтын бат бэхийн дундаж утга				$\sigma_b =$		(Н/мм2)	
		Стандарт хазайлт				$\sigma =$		(Н/мм2)	
		Биет судалгаагаар тогтоосон бат бэх				$F_c =$		(Н/мм2)	
(2) Арматур	Ажлын арматур анги:		Биет судалгаагаар тогтоосон урсгалтын хязгаар $\sigma_y =$						
	Хөндлөн арматур анги:		Судалгаагаар тогтоосон урсгалтын хязгаар $\sigma_u =$						
(3) Метал элемент	Судалгаагаар тогтоосон урсгалтын хязгаар					$\sigma_y =$			
(4) Карбонжсан гүн	Дундаж (см)		Хамгийн их гүн (см)						
(1) Iso									
I _s -гын индекс утга	Насжилт элэгдлийн индекс T=								
	Давхар	Х Тэнхлэг			Ү Тэнхлэг				
		E ₀	S _D	I _s	Үр дүн	E ₀	S _D	I _s	Үр дүн
	Техникийн давхар								
	5								
	4								
	3								
2									
1									
(Анхаарах зүйл):									
Алгласан програм	Үнэлгээ :		Үнэлгээний түвшин ()						
I _s индексийн утга	(1) Үнэлгээгээр тогтоосон зүйлс:								
	○ Х тэнхлэг (барилгын богино тал)								
	•								
	•								
	○ Ү тэнхлэг (барилгын уртын тал)								
	•								
•									
○ Техникийн давхар									
•									
Санал	○								

Хавсралт Г (зөвлөмжийн)

Хүчитгэлийн жишээ 1. Булан төмөрөөр уулзварыг хүчитгэх

Д.1. Ерөнхий өгөгдөл

Даацын ханын хүлээж авах хамгийн их гулзайлгах моментоос үүсэх хөндлөн хүч

$$Q_{mu} = 480 \text{кН}$$

Даацын ханын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч

$$Q_{su} = 500 \text{кН}$$

Хэвтээ чиглэл дэх уулзварын хүлээж авах хамгийн их хөндлөн хүч

$$Q_{hu} = 400 \text{кН}$$

Д.2. Уулзварыг хүчитгэх тооцоо

Уулзварын хүлээж авах хөндлөн хүч нь даацын ханын хүлээж авах гулзайлтын үеийн хөндлөн хүч болон хөндлөн хүчнээс багагүй байх шаардлагатай тул уулзварт шаардлагатай хүчийг тодорхойлъё.

$$Q_{hu} \geq \max(Q_{mu}; Q_{su}) \rightarrow \Delta Q_{hu} = 500 \text{кН} - 400 \text{кН} = 100 \text{кН}$$

Уулзварт нэмэх булан төмөр L 200×200×9

Булан төмрийн урсгалтын бат бэх $R_{yn} = 235 \text{МПа}$

Боолтын талбай 2М24 нүх 26мм $A_b = 2 \cdot 0.75 \cdot 452 \text{мм}^2 = 678 \text{мм}^2$

Боолтын бат бэх $\sigma_b = 235 \text{МПа}$

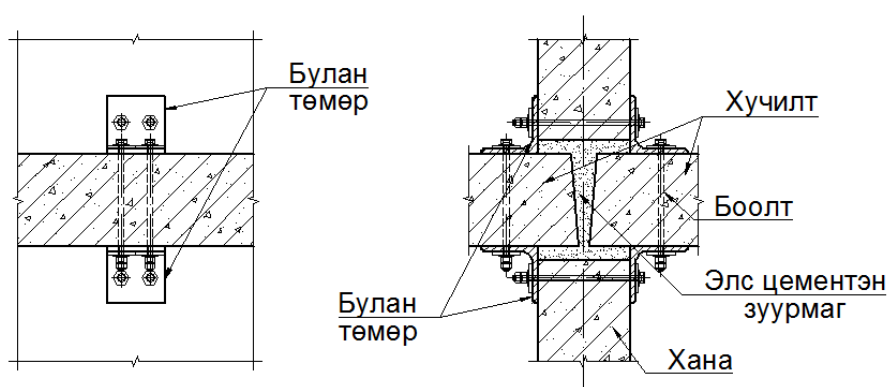
Булан төмрийн даах чадвар

$$Q_a = (200 - 2 \cdot 26) \cdot 9 \cdot 235 \cdot 0.58 / 1.025 = 177.12 \text{кН}$$

Боолтын даах чадвар

$$Q_b = 0.7 \sigma_y \cdot A_b = 0.7 \cdot 235 \text{Н/мм}^2 \cdot 678 \text{мм}^2 = 111.53 \text{кН}$$

$\min(Q_a; Q_b) = 111.53 \text{кН} > 100 \text{кН}$ тул хүчитгэсний дараах уулзварын бат бэх хангалттай байна.



Г.1-р зураг. Булан төмөрөөр уулзварыг хүчитгэх

Хавсралт Д (зөвлөмжийн)

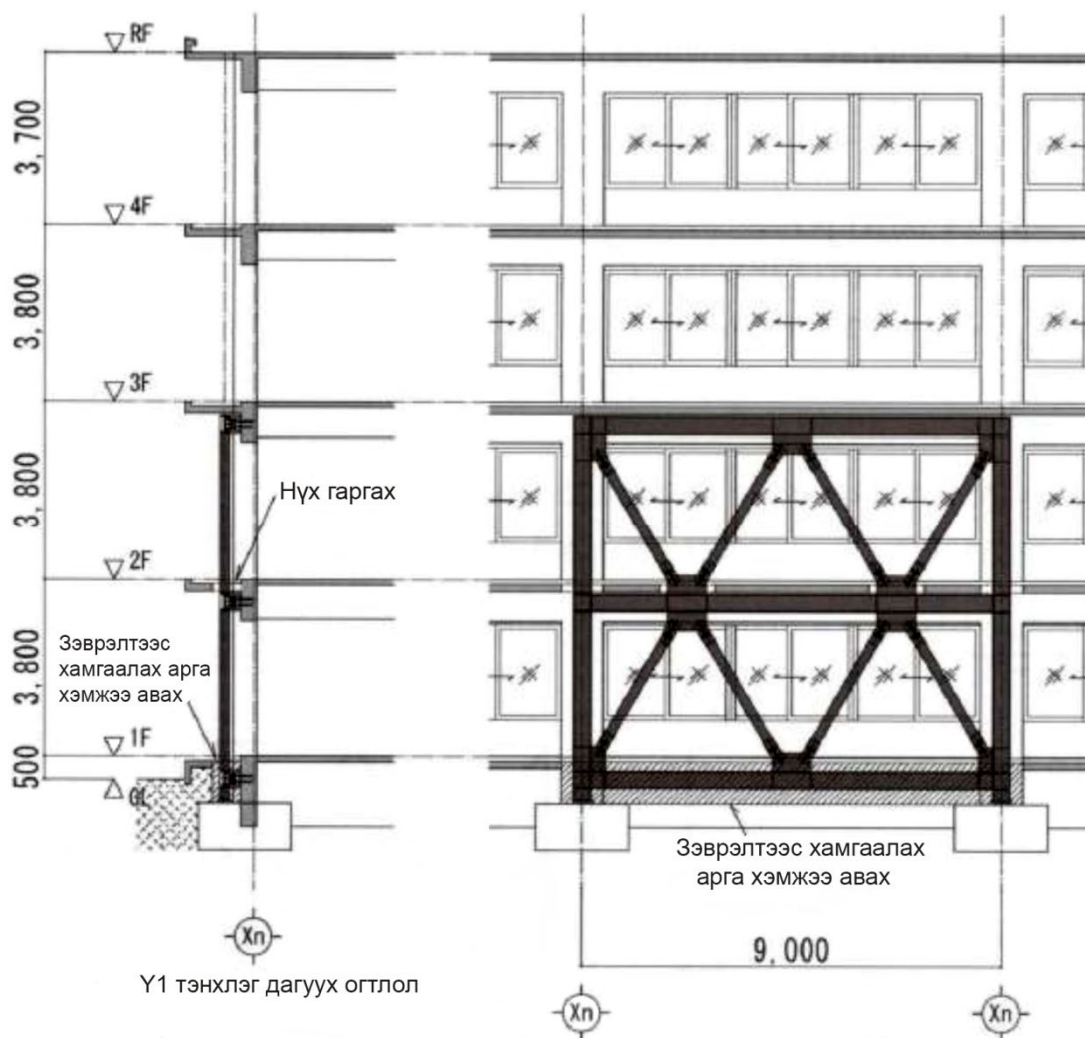
Хүчитгэлийн жишээ 2

Барилгын гадна талд ган рамтай хэрээсэн холбоос суурилуулах

Д.1. Угсралтын ажлыг гүйцэтгэх дараалал:

- хэрээсэн холбоос суурилуулах гадна ханын болон хучилтын хавтанг анкерлана;
- хэрээсэн холбоосны ачааг хүлээж авах суурийг бэлдэж байрлуулна. Холбоосны тээг боолт болон анкерыг ороомог арматураар холбоно;
- гадна ханын хавтан болон ган холбоосны залгаас хэсэгт агшилтгүй зуурмагийг цутгаж нэг цул болгоно.

Д.2. Ерөнхий өгөгдөл:



Д.1-р зураг. Гадна талд суурилуулсан ган рамтай хэрээсэн холбоос

Материалын бат бэх:

Ган рам:

Гангийн нэрлэсэн бат бэх:

$$F = 1.1 \times 235 = 258 \text{ Н/мм}^2 \text{ (SS400)}$$

Агшилтгүй зуурмагийн төслийн бат бэх:

$$\sigma_m = 29.4 \text{ Н/мм}^2$$

Тээг боолтын суналтын бат бэх:

$$\sigma_{max} = 402 \text{ Н/мм}^2$$

Анкерын урсалтын хязгаар:

$$\alpha \sigma_y = 343 \text{ Н/мм}^2 \text{ (SD345)}$$

Ган рамын огтлол: Н380×200×12×19

Хэрээсэн холбоос: квадрат 200×200×9

Д.3. Ган холбоосны бат бэхийн тооцоо

Хэрээсэн холбоосны хөндлөн огтлолын талбай болон инерцийн радиус болон хэрээсэн холбоосны өнцөг:

$$A_B = 6667 \text{ мм}^2, i_{xy} = 77.3 \text{ мм}, \theta = 59.37^\circ$$

Холбоосны тооцооны урт:

$$l_b = \sqrt{2250^2 + 3800^2} = 4416 \text{ мм}$$

Туяншил:

$$\lambda = l_b / i_{xy} = 4416 / 77.3 = 57.1$$

Хязгаарын туяншил:

$$\lambda_u = \sqrt{\pi^2 E / (0.6 F)} = \sqrt{(\pi^2 \cdot 2.06 \cdot 10^5) / (0.6 \cdot 258)} = 114.5 > \lambda = 57.1$$

Шахагдах тулаасны зөвшөөрөгдөх хүчдэл:

$$\sigma_{cr} = (1 - 0.4(\lambda / \lambda_u)) \cdot F = (1 - 0.4(57.1 / 114.5)) \cdot 258 = 232.7 \text{ Н/мм}^2$$

Холбоосны хүлээж авах шахалт (N_C) болон суналтын (N_O) хүч:

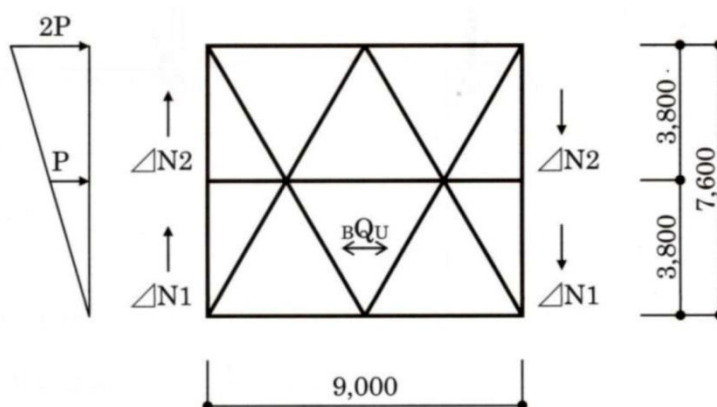
$$N_C = \sigma_{cr} \cdot A_B = 232.7 \cdot 6667 = 1551 \text{ кН}$$

$$N_O = F \cdot A_B = 258 \cdot 6667 = 1723 \text{ кН}$$

Тулаасны хүлээж авах хөндлөн хүч:

$${}_B Q_U = 2 \times (N_C + N_O) \cos \theta = 2(1551 + 1723) \cdot \cos 59.37 = 3336 \text{ кН}$$

Д.4. Ган рамтай хэрээсэн холбоос суурилуулснаар нэмэгдэх дагуу хүч



Д.2-р зураг. Гадна талд суурилуулсан ган рамтай холбоосны бүдүүвч

$$2P + P = {}_B Q_U \quad P = \frac{{}_B Q_U}{3} = \frac{1836}{3} = 612 \text{ кН}$$

$$\Delta N_1 = (2 \cdot 612) \cdot \frac{3.8}{9.0} = \pm 517 \text{ кН}$$

БД 22-107-18

$$\Delta N_2 = (2 \cdot 612) \cdot \frac{7.6}{9.0} + 612 \cdot 3.8/9 = \pm 1292 \text{ кН}$$

Д.5. Ган рамн босоо шилбэний тооцоо

Ган рамн огтлол: H380×200×12×19

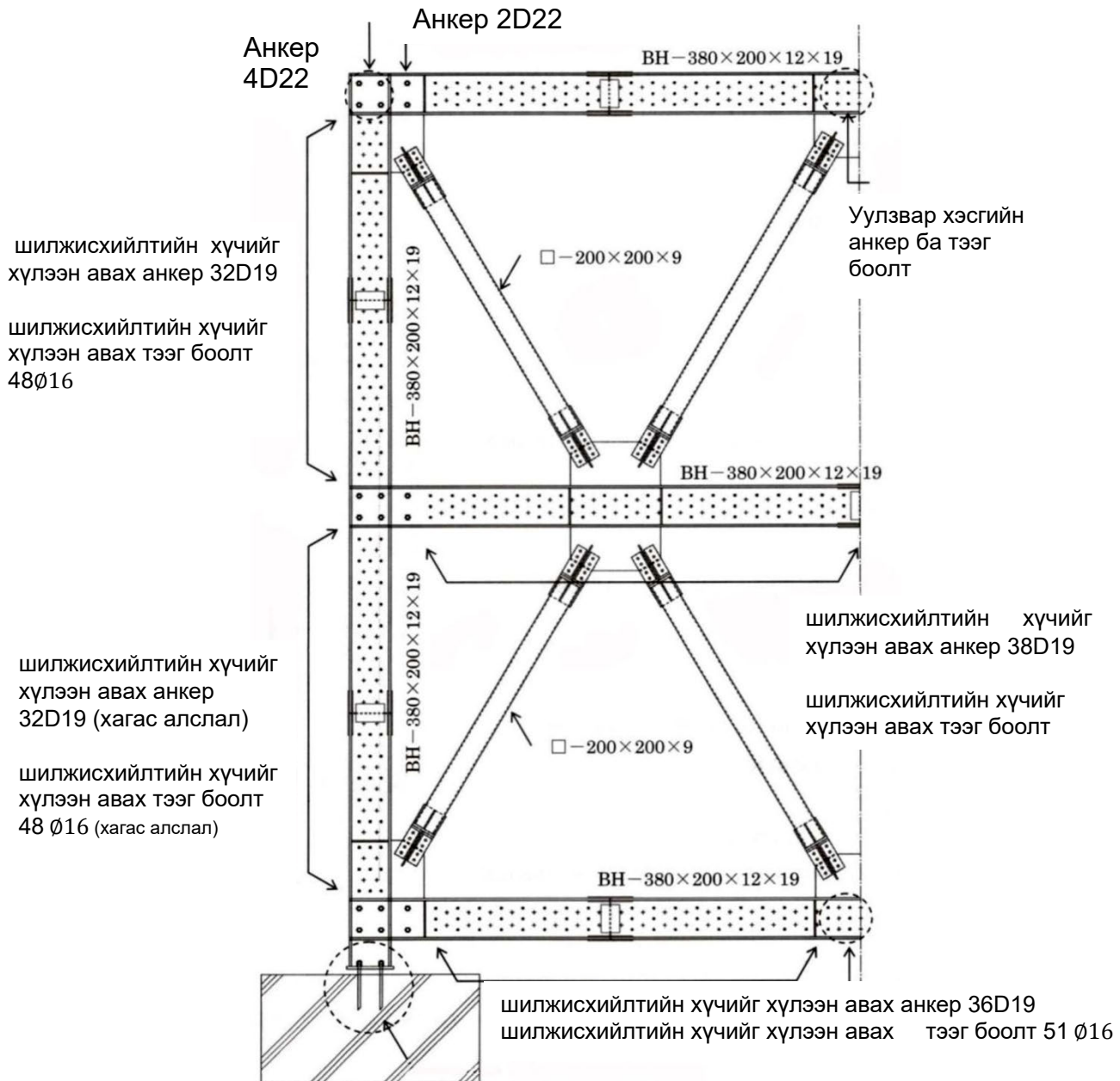
Хөндлөн огтлолын талбай: $A_c = 11704 \text{ мм}^2$

Хүлээж авч чадах дагуу хүч: $N_y = A_c \times F = 11704 \times 258 = 3025 \text{ кН}$

Хэрээсэн холбоосны шахалтын болон суналтын хүчтэй харьцуулбал:

Шахалт: $N_c \sin \theta = 1551 \times \sin 59.37 = 1335 \text{ кН} < 3025 \text{ кН}$

Суналт: $N_o \cos \theta = 1723 \times \sin 59.37 = 1438 \text{ кН} < 3025 \text{ кН}$



Д.3-р зураг. Гадна талд суурилуулсан ган рамтай холбоосны огтлол

Хавсралт Е (мэдээллийн)**Е.1-р хүснэгт.** Барилгын хувийн хэлбэлзлийн хэлбэрийн үндсэн үе

	Давхрын тоо	Хувийн хэлбэлзлийн үндсэн үе, Т
Том хавтгаалжин сууцны барилга	5	0.18-0.27 сек
	9	0.28-0.44 сек
	12	0.36-0.57 сек

ГАРЧИГ

1.	Нийтлэг үндэслэл	3
1.1	Ерөнхий зүйл.....	3
1.2	Хэрэглэх хүрээ	3
1.3	Норматив эшлэл	3
1.4	Нэр томъёо ба тодорхойлолт	4
2.	Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээний дараалал	6
3.	Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг тогтоох	7
3.1	Ерөнхий зүйл.....	7
3.2	Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс	7
4.	Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S	8
4.1	Ерөнхий зүйл.....	8
4.2	Барилгад хийх биет судалгаа.....	8
4.3	Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0	8
4.3.1	Суурь индекс E_0 -ийг тодорхойлох.....	8
4.3.2	Бат бэхийн индекс	8
4.3.3	Налархайн индекс	10
4.4	Хэлбэрийн индекс.....	10
4.5	Насжилтын индекс.....	12
5.	Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S	14
5.1	Ерөнхий зүйл.....	14
5.2	Барилгад хийх биет судалгаа.....	14
5.3	Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс	14
5.3.1	Суурь индекс E_0 -ийг тодорхойлох.....	14
5.3.2	Бат бэхийн индекс	15
5.3.3	Налархайн индекс	19
5.4	Хэлбэрийн индекс.....	19
5.5	Насжилтын индекс.....	21
6.	Хүчитгэл	23
6.1	Ерөнхий зүйл.....	23
6.2	Хүчитгэсний дараах бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн шаардлагатай утгыг тогтоох	24
6.3	Хүчитгэлийг төлөвлөх ба зураг төсөл боловсруулах.....	25
6.3.1	Ерөнхий зүйл.....	25
6.3.2	Хүчитгэлийн төрөл.....	26
6.3.3	Шаардлагатай хүчитгэлийн хэмжээг тогтоох	27
6.4	Хүчитгэлийн зураг төсөл	27
6.4.1	Хүчитгэх аргачлал 1.....	27

6.4.2 Хүчитгэх аргачлал 2.....	30
6.4.3 Хүчитгэх аргачлал 3.....	31
Хавсралт А (зөвлөмжийн) Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хялбарчилсан үнэлгээний тооцооны жишээ.....	33
Хавсралт Б (зөвлөмжийн) Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн нарийвчилсан үнэлгээний тооцооны жишээ.....	37
Хавсралт В (зөвлөмжийн)	39
Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээний карт	41
Хавсралт Г (зөвлөмжийн) Хүчитгэлийн жишээ 1. Булан төмөрөөр уулзварыг хүчитгэх	43
Хавсралт Д (зөвлөмжийн) Хүчитгэлийн жишээ 2	43
Хавсралт Е (зөвлөмжийн) Барилгын хувийн хэлбэлзлийн үндсэн үе	47

МОНГОЛ УЛСЫН БАРИЛГЫН ДҮРЭМ

ӨРӨГТ БҮТЭЭЦТЭЙ БАРИЛГЫН ГАЗАР ХӨДЛӨЛТ ТЭСВЭРЛЭЛТИЙГ
ҮНЭЛЭХ БОЛОН ХҮЧИТГЭХ АРГАЧЛАЛSEISMIC EVALUATION AND RETROFITTING METHOD OF
EXISTING MASONRY BUILDINGS**1. НИЙТЛЭГ ҮНДЭСЛЭЛ****1.1. Ерөнхий зүйл**

Энэ дүрмийг тоосгон өрөгт бүтээцтэй барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг үнэлэх, хүчитгэхэд ашиглана. Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварыг бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн I_S индексийн тоон утгаар илэрхийлнэ. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн I_S индексийг хязгаарын индекс I_{S0} -той харьцуулж барилгын газар хөдлөлтөд тэсвэртэй эсэхийг тогтооно. Энэ дүрэмд барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг үнэлэх талаар заасан тул төсөллөлтийн норм дүрмийн шаардлагаас зөрүүтэй байж болно.

1.2. Хэрэглэх хүрээ

- (1) Энэ дүрмийг тоосгон өрөгт бүтээцтэй барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг үнэлэхэд ашиглана.
- (2) Барилгын давхар нь тав ба түүнээс цөөн давхар барилгад хамаарна.
- (3) Хучилт нь газар хөдлөлтийн үйлчлэлээс үүсэх хүчлэлийг хүлээж авч чадахааргүй хангалттай хөшүүн биш тохиолдолд хэлбэрийн индекс S_d -ээр бууруулж тооцно.
- (4) Барилга нь байгуулалт болон өндрийн дагуу аль болох зөв хэлбэртэй байх.
- (5) Модон шувуу нуруутай барилгын дээврийн үнэлгээг зайлшгүй хийх шаардлагатай гэж үзвэл газар хөдлөлтийн үйлчлэлийг бодолцон модон бүтээц БНБД-54-01-07-н дагуу шалгана.
- (6) Өрөгт хана хоорондын болон хана, хучилт хоорондын холбоос нь газар хөдлөлтийн үйлчлэлээс үүсэх хүчлэлийг хүлээж авч чадахуйц хангалттай бат бэхтэй байх шаардлагатай. Холбоос хэсгийн бат бэх хангалтгүй тохиолдолд холбоос хэсгийг хүчитгэснээр хангалттай бат бэхтэй болно гэж үзсэний үндсэн дээр тус дүрмийн аргачлалыг хэрэглэнэ.
- (7) Буурь хөрсний жигд биш суулт болон газрын хөлдөлт гэсэлтийн нөлөөгөөр суурь нь эвдрэл гэмтэлд ороогүй барилгын сууриас дээш хэсэг хамаарна. Эвдрэл гэмтэлд орсон суурийг хүчитгэснээр хангалттай бат бэхтэй болно гэж үзсэний үндсэн дээр тус дүрмийн аргачлалыг хэрэглэнэ.

Өрөгт бүтээцтэй барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээ хийх болон хүчитгэлийн зураг төсөл боловсруулахад энэ аргачлалаас гадна Монголд Улсад ашиглагдаж буй бусад аргачлалыг ашиглах, хослуулан хэрэглэж болно.

1.3. Норматив эшлэл

Энэ барилгын дүрэмд дараах норм, норматив баримт бичгээс эш татав. Үүнд:

- БНБД 22-01-01*/2006 “Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм”
- БНБД 2.03.02-90 Өрөгт ба арматурласан өрөгт бүтээц.
- БД 31-106-03 “Өрөгт бүтээцийг төмөр бетон ба гангаар хүчитгэж барьцалдалтыг сайжруулах аргачилсан зөвлөмж”
- Guidelines for Seismic Evaluation of Existing Brick Masonry Buildings /Hokkaido Building Engineering Association of Japan/

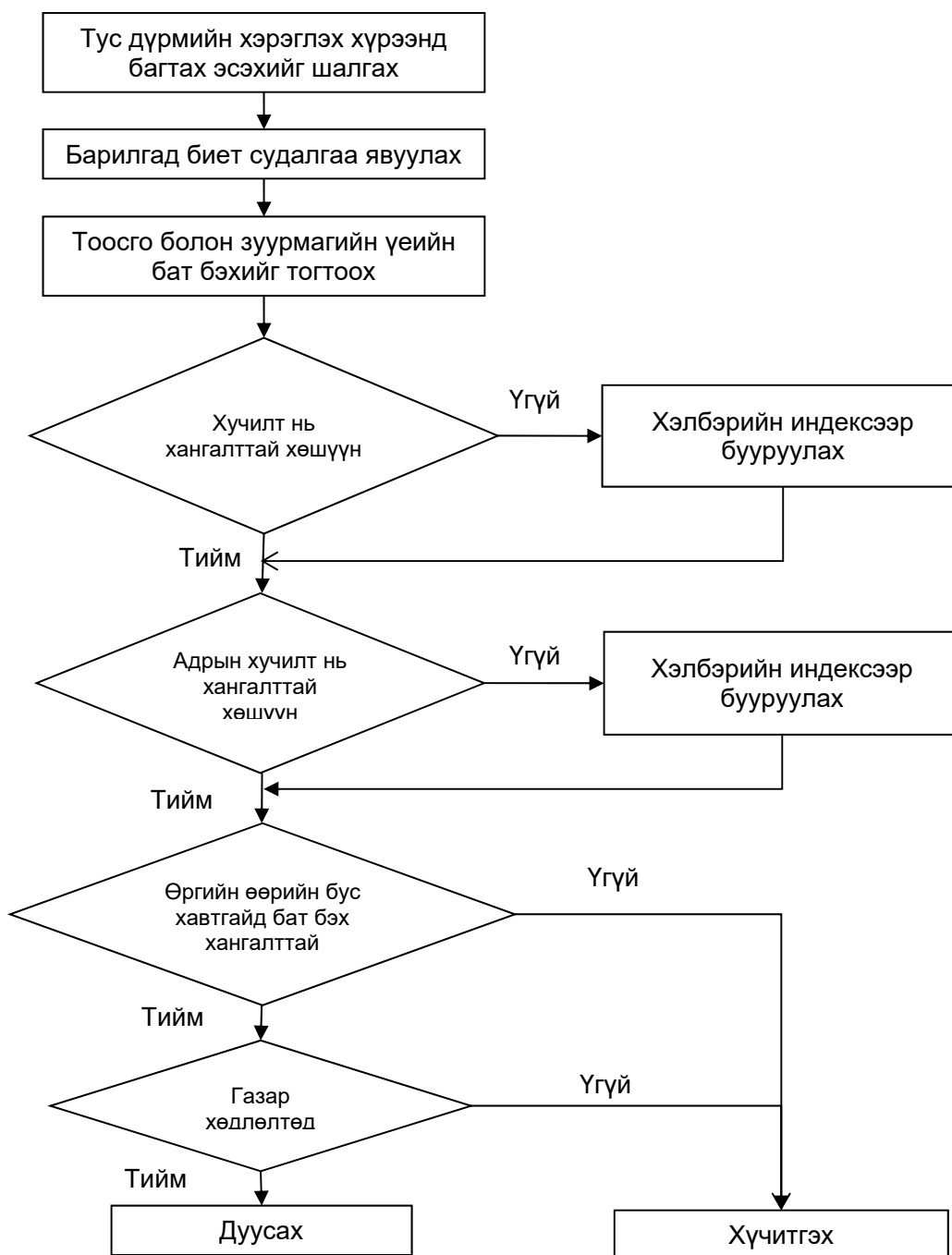
Энэхүү дүрэм батлагдаж гарснаас хойш эшлэл авсан баримт бичгүүд шинэчлэгдсэн, нэмэлт өөрчлөлт орсон тохиолдолд тэдгээр нэмэлт өөрчлөлт хийсэн буюу шинэчилсэн баримт бичгүүдийг мөрдөнө.

1.4. Нэр томъёо ба тодорхойлолт

Энэ дүрэмд холбогдох норм дүрэм, стандартад заасан болон дараах нэр томъёог ашиглана. Үүнд:

- 1.4.1. бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S** : өргийн өөрийн хавтгайд үйлчлэх газар хөдлөлтийн ачааг тэсвэрлэх чадварыг илэрхийлэх индекс.
- 1.4.2. бүтээцийг хүчитгэсний дараах газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс ${}_R I_S$** : бүтээцийг хүчитгэсний дараах газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварын шаардлагатай утгыг илэрхийлнэ.
- 1.4.3. бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0** : барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг илэрхийлэх бөгөөд бат бэхийн индекс C , налархайн индекс F болон хэвтээ хүчийг хуваарилах илтгэлцүүрүүдээр илэрхийлэгдэнэ.
- 1.4.4. хэвтээ хүчийг хуваарилах илтгэлцүүр $\frac{n+i}{n+1}$** : барилгад үйлчлэх газар хөдлөлтийн хэвтээ хүчийг түүний өндрийн дагуу хуваарилах илтгэлцүүр.
- 1.4.5. бат бэхийн индекс C** : барилгын ижил давхарт байрлах бүтээцийн элементүүдийн эсвэл тухайн давхрын газар хөдлөлтийн хэвтээ ачааг даах чадварыг илэрхийлэх индекс.
- 1.4.6. налархайн индекс F** : барилгын ижил давхарт байрлах бүтээцийн элементүүдийн хэв гажилтад орох чадварыг илэрхийлэх индекс.
- 1.4.7. хэлбэрийн индекс S_D** : барилгын геометр хэмжээ, байгуулалт, өндрийн дагуух хэлбэр, хэвтээ болон босоо тэнхлэгийн дагуух хөшүүншил, элементийн байршил зэргийг бодолцсон индекс бөгөөд бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -ийг засварлах үүрэгтэй.
- 1.4.8. насжилтын индекс T** : барилгын насжилт болон элэгдлээс хамаарсан индекс бөгөөд бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 -ийг засварлах үүрэгтэй.
- 1.4.9. уян давхар:** нэг ба цөөн хэдээс бусад давхарт хөшүүн ханатай систем. Нэгдүгээр давхартаа ханагүй араг бүтээц мөн орно.
- 1.4.10. динамик илтгэлцүүр β_1** : барилга байгууламжийн хувийн хэлбэлзлийн нэгдүгээр буюу үндсэн хэлбэрт харгалзах динамик илтгэлцүүр. БНБД 22.01.01*/2006-н 2.6-д заасны дагуу авна.
- 1.4.11. бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс I_{S0}** : барилгыг аюулгүй байхад шаардлагатай бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг үнэлэх дүрэмд заасан индекс.
- 1.4.12. А илтгэлцүүр:** “Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм /БНБД 22.01.01*/2006/”-ийн 2.5 дугаарын заалтын А илтгэлцүүр.

2. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТ ТЭСВЭРЛЭЛТИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ДАРААЛАЛ

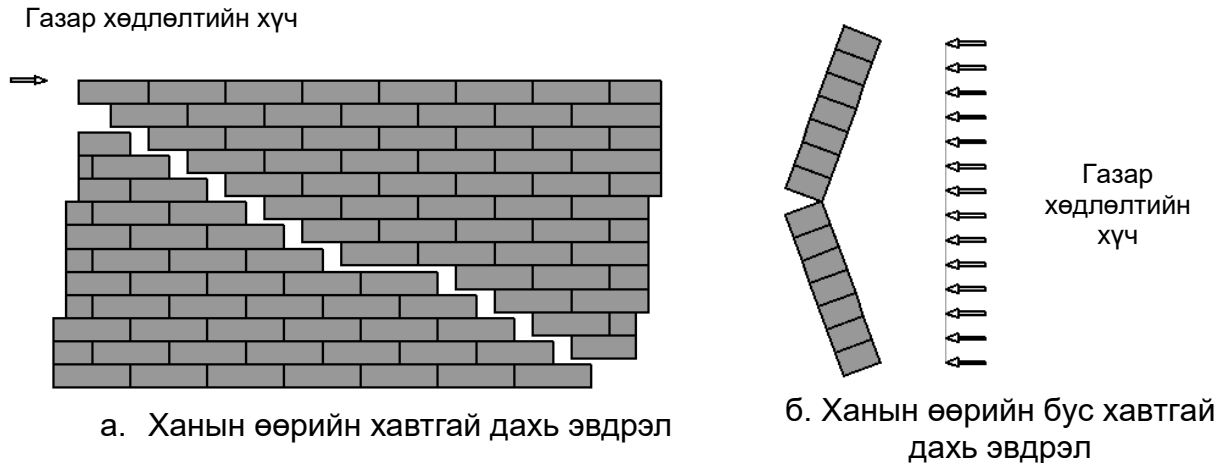


2.1-р зураг. Үнэлгээ хийх дараалал

3. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТ ТЭСВЭРЛЭХ ЧАДВАРЫГ ТОГТООХ

3.1. Ерөнхий зүйл

Өрөгт бүтээцтэй барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг ханын өөрийн ба өөрийн бус хавтгайд шалгана.



3.1-р зураг. Өргийн эвдрэлийн төрөл

3.2. Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг ханын өөрийн хавтгайд шалгах

Ханын өөрийн хавтгайд газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварыг дараах (3.1) нөхцөлийг шалгаж тогтооно.

$$I_S \geq I_{S0} \quad (3.1)$$

Энд:

I_S - бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс;

I_{S0} - бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс.

Бүтээц нь (3.1) нөхцөлийг хангаж байвал тооцоот газар хөдлөлтийг тэсвэрлэх чадвар ханын өөрийн хавтгайд “Хангалттай” гэж үзнэ.

3.2.1. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс

Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс I_{S0} -ийг тусгайлан тооцохоос бусад тохиолдолд “Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм /БНБД 22.01.01*/2006/”-ийн 2.5 дугаарын заалтын А илтгэлцүүрийн утгаар авна.

3.3. Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг ханын өөрийн бус хавтгайд шалгах

Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварыг ханын өөрийн бус хавтгайд дараах (3.2) нөхцөлийг шалгаж тогтооно.

$$\frac{N}{A_w} \geq \frac{M}{Z_w} \quad \text{үед} \quad \frac{N}{A_w} + \frac{M}{Z_w} \leq R_{ш} \quad (3.2)$$

$$\frac{N}{A_w} < \frac{M}{Z_w} \text{ үед}$$

$$\frac{M}{Z_w} - \frac{N}{A_w} \leq R_{\text{сун}}$$

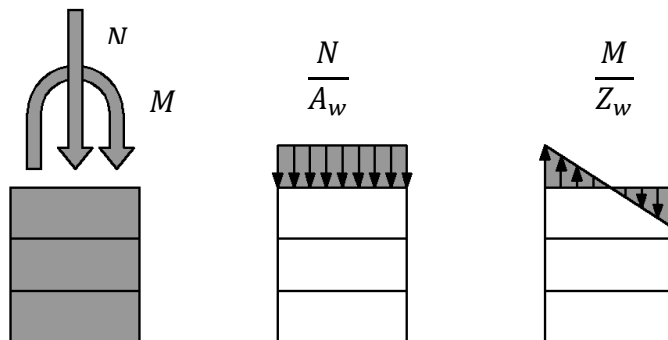
Энд:

N – ханын дагуу хүч (Н);

A_w – ханын хөндлөн огтлолын талбай (мм^2);

M – газар хөдлөлтийн үйлчлэлээс ханын өөрийн бус хавтгайд үүсэх момент (Н·мм);

Z_w – ханын хөндлөн огтлолын эсэргүүцлийн момент (мм^3).



3.2-р зураг. Ханын өөрийн бус хавтгайд үүсэх хүчдэл

3.3.1. Газар хөдлөлтийн үйлчлэлээс ханын өөрийн бус хавтгайд үүсэх моментыг тодорхойлох

Ханын өөрийн бус хавтгайд үүсэх моментыг (3.3) томъёогоор тодорхойлно. Ханын бэхэлгээнээс хамааран доорх нөхцөлөөр шалгана.

$$\begin{aligned} \text{Нугасан бэхэлгээтэй үед:} \quad M &= \left(A \cdot \beta \cdot \frac{n+i}{n+1} \right) \cdot \frac{W_w \cdot H_w}{8} \\ \text{Хөшүүн бэхэлгээтэй үед:} \quad M &= \left(A \cdot \beta \cdot \frac{n+i}{n+1} \right) \cdot \frac{W_w \cdot H_w}{12} \end{aligned} \quad (3.3)$$

Энд:

A – “Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм /БНБД 22.01.01*/2006”-ийн 2.5 дугаарын заалтын A илтгэлцүүр;

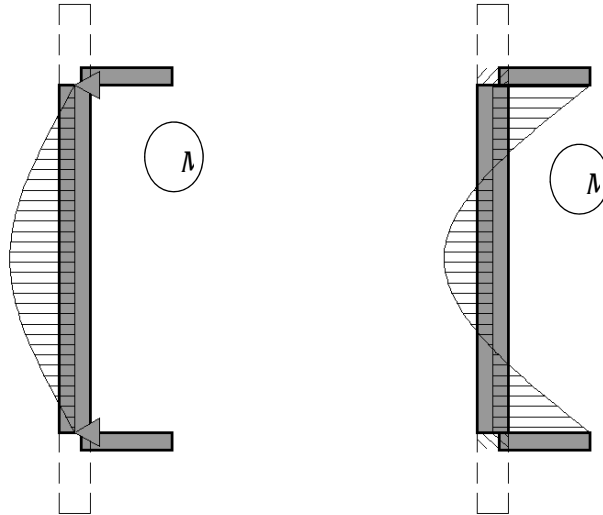
$\beta_1 = 2.5$ – динамик илтгэлцүүр гэж авна;

n – барилгын нийт давхрын тоо;

i – тооцож буй давхрын тоо;

W_w – ханын жин;

H_w – ханын өндөр.



а. Нугасан тулгууртай үед

б. Хөшүүн тулгууртай үед

3.3-р зураг. Ханын өөрийн бус хавтгайд үүсэх гулзайлтын момент

4. БҮТЭЭЦИЙН ГАЗАР ХӨДЛӨЛТ ТЭСВЭРЛЭЛТИЙН ИНДЕКСИЙГ ТООЦОХ (Ханын өөрийн хавтгай дахь үнэлгээ)

4.1. Ерөнхий зүйл

Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_s -ийг дараах (4.1) томъёогоор тодорхойлно.

$$I_s = E_0 \cdot S_D \cdot T \cdot \left(\frac{1}{\beta_1} \right) \quad (4.1)$$

Энд :

E_0 - бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс;

S_D - хэлбэрийн индекс;

T - насжилтын индекс;

β_1 - барилгын хувийн хэлбэлзлийн нэгдүгээр буюу үндсэн хэлбэрт харгалзах динамик илтгэлцүүр бөгөөд БНБД 22.01.01*/2006-д заасны дагуу авах, эсвэл 5 хүртэлх давхар тоосгон өрөгт бүтээцтэй барилгад $\beta_1=2.5$ гэж авч болно.

4.2. Барилгад биет судалгаа хийх

Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээг хийхээс өмнө дараах биет судалгааг явуулна.

- зуурмагийн үеийн зузаан болон босоо хэвтээ заадасны зуурмаг дүүргэлт;
- өргийн гадаргуун хагарал, ан цав болон элэгдэл;
- өргийн зуурмагийн үеийн суналтын бат бэх, тоосго болон зуурмагийн үеийн шахалтын бат бэх;
- төмөр бетон бүсний бетоны шахалтын бат бэх, карбонизацийн гүн болон

арматурлагдсан эсэх;

- барилгын хэлбэр, хэмжээ гэх мэт үнэлгээний тооцоонд шаардлагатай үзүүлэлтүүд.

4.3. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0

4.3.1. Суурь индекс E_0 -ийг тодорхойлох

Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0 нь барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг илэрхийлэх суурь индекс бөгөөд энэ индексийг барилгын давхар бүрд, дагуу ба хөндлөн чиглэлд (4.2) томъёогоор тодорхойлно.

$$E_0 = \frac{n+1}{n+i} \cdot C \cdot F \quad (4.2)$$

Энд:

n – барилгын нийт давхрын тоо;

i – үнэлгээ хийж буй давхрын дугаар. 1-р давхар бол 1 гэж авах бөгөөд хамгийн дээд давхарт n гэж авна;

C – ханын өөрийн хавтгай дахь бат бэхийн индекс;

F - налархайн индекс.

4.3.2. Бат бэхийн индекс

- а) Ханын өөрийн хавтгай дахь бат бэхийн индекс C -г (4.3) томъёогоор тодорхойлно.

$$C = \frac{Q_u}{\sum W} \quad (4.3)$$

Энд:

$\sum W$ – тухайн давхраас дээш давхруудаас ирэх нийт босоо ачаа.

Q_u - ханын хүлээж авах хөндлөн хүч бөгөөд доорх томъёогоор тодорхойлно.

$$Q_u = \alpha \cdot A_w \cdot \tau_w$$

A_w - давхар тус бүрийн тооцож буй чиглэлтэй параллель байрлалтай хануудын хөндлөн огтлолын нийт талбай. (мм²);

$\tau_w = (0.7 \cdot R_{\text{сун}} + 0.56\sigma_0)$ - өргийн шилжисхийлтийн бат бэх (Н/мм²);

$R_{\text{сун}}$ – өргийн ам даралтгүй чиглэл дэх тэнхлэгийн дагуух суналтын түр эсэргүүцэл ($R_{\text{сун}} = 0.1 \cdot k \cdot R$ -тэй тэнцүүгээр авч болно);

k – БНБД 2.03.02-90-н 17-р хүснэгтээс авна;

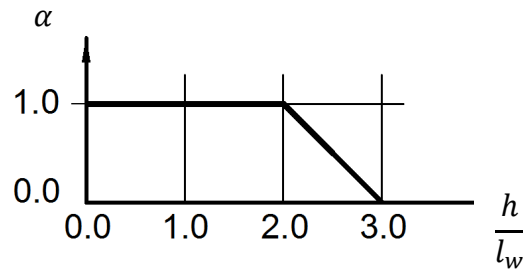
R – өргийн шахалтын эсэргүүцэлийг БНБД 2.03.02-90-н дагуу авна;

σ_0 – өргийн шахалтын босоо хүчдэл;

α - тухайн давхрын тооцож буй чиглэлийн дагуух ханын нээлхийн өндөр h болон ханын урт l_w -ийн харьцаанаас хамаарах илтгэлцүүр бөгөөд дараах байдлаар авна (4.1-р зураг);

- $h/l_w \leq 2$ үед $\alpha = 1.0$; (хоёр талдаа нээлхийтэй)
- $2 < h/l_w < 3$ үед $\alpha = 3 - \frac{h}{l_w}$. (тохиолдолд нээлхийн өндрийг өндөр талын өндрөөр авна)

– $h/l_w \geq 3$ үед $\alpha = 0$;



4.1-р зураг. α илтгэлцүүр

Өргийн бат бэхийг төслийн эсвэл биет судалгаагаар тогтоосон утгаар авах ба 4.1-р хүснэгтийн утгаас хэтэрч болохгүй.

4.1-р хүснэгт. Өргийн бат бэхийн хамгийн их утга

Шахалтын бат бэх R	Суналтын бат бэх $R_{сун}$
3.9 Н/мм ²	0.39 Н/мм ²

4.3.3. Налархайн индекс

Өрөгт бүтээцтэй барилгын налархайн индексийг $F = 1.0$ гэж тооцно.

4.4. Барилгын хэлбэрийн индекс

Барилгын хэлбэрээс хамаарах индекс S_D нь барилгын хэлбэрийн түвэгшил, геометр хэмжээс, зөв биш байдал, хөшүүншлийн жигд биш хуваарилалтаас хамааран барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтэд үзүүлэх нөлөөг тоон утгаар илэрхийлсэн индекс бөгөөд 4.2-р хүснэгтийн илтгэлцүүрүүдийг ашиглан дараах (4.4) томъёогоор тодорхойлно.

$$S_D = q_a \cdot q_b \cdot \dots \cdot q_j \quad (4.4)$$

$$\begin{aligned} \text{Энд: } q_i &= [1 - (1 - G_i) \cdot R_i]; & i &= a, b, c, d, e, f, i, j, k_1, l, n \quad i \neq h \\ q_i &= [1.2 - (1 - G_i) \cdot R_i]; & i &= h \end{aligned}$$

(4.4) томъёоны G, R -ийн утгуудыг 4.2-р хүснэгтээс авна.

4.2-р хүснэгт. Барилгын хэлбэрээс хамаарах G, R – утга

Үзүүлэлт		Итгэлцүүр	G_i			R
			1.0	0.9	0.8	R_{1i}
Байгуулалтын хэлбэр	a	Байгуулалтын зөв байдал	$a \leq 0.1$	$0.1 < a \leq 0.3$	$0.3 < a$	0.5
	b	Урт өргөний харьцаа	$b \leq 5$	$5 < b \leq 8$	$8 < b$	0.25
	c	Байгуулалтын нарийссан хэсгийн харьцаа	$0.8 \leq c$	$0.5 \leq c < 0.8$	$c < 0.5$	0.25
	d	Газар хөдлөлтийн эсрэг заадас	$\frac{1}{100} \leq d$	$\frac{1}{200} \leq d < \frac{1}{100}$	$d < \frac{1}{200}$	0.25
	e	Онгорхой талбай	$e \leq 0.1$	$0.1 < e \leq 0.3$	$0.3 < e$	0.25
	f	Онгорхойн талбайн байршил	$f_1 \leq 0.4$ болон $f_2 \leq 0.1$	$f_1 \leq 0.4$ болон $0.1 < f_2 \leq 0.3$	$0.4 < f_1$ эсвэл $0.3 < f_2$	0.00
	g_1	Хамгийн их давтагдах өрөөний талбай*	$g_1 \leq 60\text{м}^2$	$60 < g_1 \leq 100\text{м}^2$	$g_1 < 100\text{м}^2$	0.5
	g_2	Ханын зузааныг ханын уртад харьцуулсан харьцаа**	$g_2 \geq \frac{1}{30}$	$\frac{1}{30} > g_2 \geq \frac{1}{50}$	$\frac{1}{50} > g_2$	0.5
	g_3	Ханын зузааныг ханын өндөрт харьцуулсан харьцаа**	$g_3 \geq \frac{1}{12}$	$\frac{1}{12} > g_3 \geq \frac{1}{20}$	$\frac{1}{20} > g_3$	0.5
Өндрийн хэлбэр	h	Зоорийн давхар	$1.0 \leq h$	$0.5 \leq h < 1.0$	$h < 0.5$	1.0
	i	Давхрын өндрийн жигд байдал	$0.8 \leq i$	$0.7 \leq i < 0.8$	$i < 0.7$	0.25
	j	Уян давхар	Уян давхаргүй	Уян Давхартай	Тийм. Төвийн бус уян давхартай	1.0
	k_1	Хучилт нь хангалттай хөшүүн биш	$G_i = 0.8$	$G_i = 0.8$	$G_i = 0.8$	1.0
Ангид төв	l	Хүндийн төв ба хөшүүний төвийн харьцангуй ангид төв	$l \leq 0.1$	$0.1 \leq l < 0.15$	$0.15 < l$	1.0
Хөшүүншил	n	Дээд давхрын хөшүүншлийг тооцоолж буй давхрын хөшүүншилд харьцуулсан харьцаа	$n \leq 1.3$	$1.3 < n \leq 1.7$	$1.7 < n$	1.0

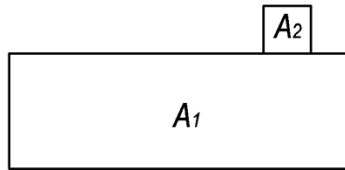
* Хамгийн их давтагдах өрөөний талбайг хучилтын хавтангүй үед 60м^2 -ийг 40м^2 -ээр, 100м^2 -ийг 60м^2 -ээр авна.

** Хамгийн их давтагдах өрөөний ханаар авна.

Байгуулалтын хэлбэр ($a - f$ хэлбэр)

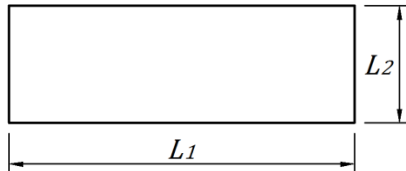
Барилга нь байгуулалтын хувьд зөв хэлбэртэй эсэхийг тодорхойлно.

a хэлбэр. Байгуулалтаас илүү гарсан хэсгийн харьцаа.



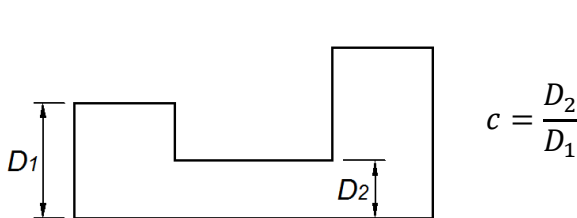
$$a = \frac{A_2}{A_1 + A_2}$$

b хэлбэр. Барилгын уртыг өргөнд харьцуулсан харьцаа.

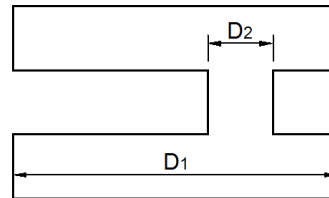


$$b = \frac{L_1}{L_2}$$

c хэлбэр. Барилгын нарийссан хэсгийн харьцаа.



$$c = \frac{D_2}{D_1}$$

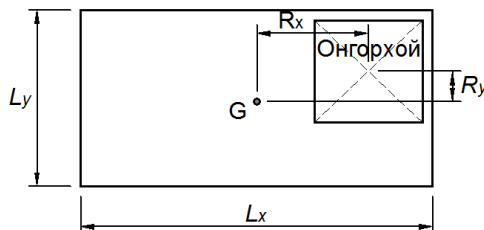


$$c = \frac{D_2}{D_1}$$

d хэлбэр. Газар хөдлөлтийн заадастай үед тооцно.

$$d = \frac{\text{Заадасны өргөн}}{\text{Заадасны өндөр}}$$

e хэлбэр. Шатны хонгилоос бусад онгорхойтой тохиолдолд онгорхой хэсгийн талбай, давхрын талбайн харьцаа.



$$e = \frac{A(\text{онгорхой})}{L_x \cdot L_y}$$

f хэлбэр. Онгорхойн байршлаас хамаарах f_1 ; f_2 илтгэлцүүрүүдийг дараах харьцаагаар тодорхойлно.

$$f_1 = \frac{R}{L_y}; \quad f_2 = \frac{R}{L_x}; \quad R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Өндрийн хэлбэр ($h - j$ хэлбэр)

h хэлбэр. Зоорийн давхрын болон барилгын талбайн харьцаа.

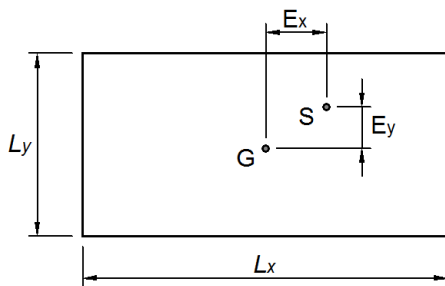
$$h = \frac{\text{Зоорийн давхрын талбай}}{\text{Барилгын талбай}}$$

i хэлбэр. Үнэлж буй давхрын дээд талын давхар ба үнэлж буй давхрын өндрийн харьцаа.

$$i = \frac{\text{Үнэлж буй давхрын дээд талын давхрын өндөр}}{\text{Үнэлж буй давхрын өндөр}}$$

j хэлбэр. Доод давхар нь даацын ханагүй, зөвхөн баганатай барилга бөгөөд доод давхар нь бусад давхраасаа харьцангуй уян үед “тийм” гэж авна.

l хэлбэр. Барилга газар хөдлөлтийн үйлчлэлээс мушгиралтад орох эсэхийг тооцсон үзүүлэлт.



Х тэнхлэгийн дагуу:

$$l = E_y / \sqrt{L_x^2 + L_y^2}$$

Ү тэнхлэгийн дагуу:

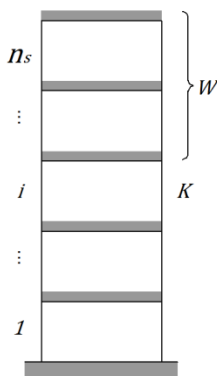
$$l = E_x / \sqrt{L_x^2 + L_y^2}$$

Үүнд:

S- хөшүүний төв

G- хүндийн төв

n хэлбэр. Тухайн давхрын хөшүүншил (K)-ыг тухайн давхрын хүлээн авч буй нийт босоо ачаалал (W)-д харьцуулсан харьцааг тус давхрын харьцангуй хөшүүншил гэнэ. Хөшүүншлээс хамааруулан n -ийн утгыг дараах томъёогоор олно.



$\frac{K}{W}$: давхрын харьцангуй хөшүүншил

i -р давхарт

$$\beta = \frac{N-1}{N} \quad \text{Энд: } N = n_s - i + 1$$

$$n = \frac{(K/W)_{i+1}}{(K/W)_i} \beta;$$

$$\text{Хамгийн дээд давхарт } \beta = 2 \text{ авах ба } n = \frac{(K/W)_{n_s-1}}{(K/W)_{n_s}} \beta.$$

Тайлбар:

Дээрх $a - j$ факторуудыг G_i -ын утга нь хамгийн бага гарах давхрын утгаар тооцох бөгөөд l болон n -ийг давхар тус бүрийн чиглэл тус бүрээр тооцно.

4.5. Барилгын насжилтын индекс

Насжилтын индексийг 4.3-р хүснэгтэд үзүүлсэн биет судалгааны үр дүнд үндэслэн (4.5) томъёогоор тодорхойлно.

$$T = (T_1 + T_2 + T_3 \dots + T_N) / N$$

$$T_i = (1 + p_1) \cdot (1 - p_2) \tag{4.5}$$

Энд:

 T_i - биет судалгааг хийсэн давхрын насжилтын индекс; N - биет судалгаа хийсэн давхрын тоо; p_1 - биет судалгаа хийсэн давхрын бүтээцийн ан цав, хэв гажилтаас хамаарсан илтгэлцүүрүүдийн нийлбэр (4.3-р хүснэгтээс авна.)
Судалгаа хийх шаардлагагүй тохиолдолд тэгээр авна; p_2 - судалгаа хийсэн давхрын элэгдэл, насжилтаас хамаарсан илтгэлцүүрүүдийн нийлбэр (4.3-р хүснэгтээс авна.)
Судалгаа хийх шаардлагагүй тохиолдолд тэгээр авна.**4.3-р хүснэгт. p_1, p_2 -н утга**

Элемент	Хамрах талбай	*Бүтээцийн ан цав, хэв гажилт*			**Насжилт, элэгдэл		
		a	b	c	a	b	c
I. Хучилт /Туслах дам нуруу/	Давхрын нийт талбайн 1/3-ээс их	0.017	0.005	0.001	0.017	0.005	0.001
	1/3-1/9-ийн хооронд	0.006	0.002	0	0.006	0.002	0
	1/9-ээс бага	0.002	0.001	0	0.002	0.001	0
	Байхгүй	0	0	0	0	0	0
II. Суурийн дам нуруу болон төмөр бетон бүс	Чиглэл тус бүр дэх нийт элементийн 1/3-ээс их	0.05	0.015	0.004	0.05	0.015	0.004
	1/3-1/9-ийн хооронд	0.017	0.005	0.001	0.017	0.005	0.001
	1/9-ээс бага	0.006	0.002	0	0.006	0.002	0
	Байхгүй.	0	0	0	0	0	0
III. Өрөгт хана	Нийт элементийн 1/3-ээс их	0.15	0.045	0.011	0.15	0.045	0.011
	1/3-1/9-ийн хооронд	0.05	0.015	0.004	0.05	0.015	0.004
	1/9-ээс бага	0.017	0.005	0.001	0.017	0.005	0.001
	Байхгүй	0	0	0	0	0	0
Хэсгүүдийн нийлбэр							
Нийлбэр		$p_1 =$			$p_2 =$		

*Бүтээцийн ан цав, хэв гажилт

а: 1. Жигд бус суултаас үүссэн ан цавтай.

2. Төмөр бетон бүсний илт харагдахуйц шилжисхийлтээс үүссэн ташуу ан цавтай.

3. Өрөгт ханын илт харагдахуйц шилжисхийлтээс үүссэн ташуу ан цавтай.

б: 1. Хучилтын хавтан, дам нуруу нь даацын бус элементэд нөлөөлөхүйц хэв гажилтад орсон.

2. Төмөр бетон бүсэнд үүссэн ойроос харагдах боловч зайнаас харагдахгүй ташуу ан цавтай.

3. Төмөр бетон бүсэнд үүссэн холоос ч харагдахаар хэвтээ ан цавтай.

4. Босоо ан цавтай.

5. Өргийн зуурмагийн үе нь эвдрэлд орсон.

с: 1. а.б-д заагаагүй бага хэмжээний бүтээцийн ан цавтай.

2. а.б-д заагаагүй хучилтын хавтан, төмөр бетон бүс нь хотойлтод орсон.

3. Өрөгт хананд хэсэгчлэн үүссэн ан цавтай.

4. Өргийн зуурмагийн үе нь хэсэгчлэн эвдэрсэн.

****Насжилт, элэгдэл**

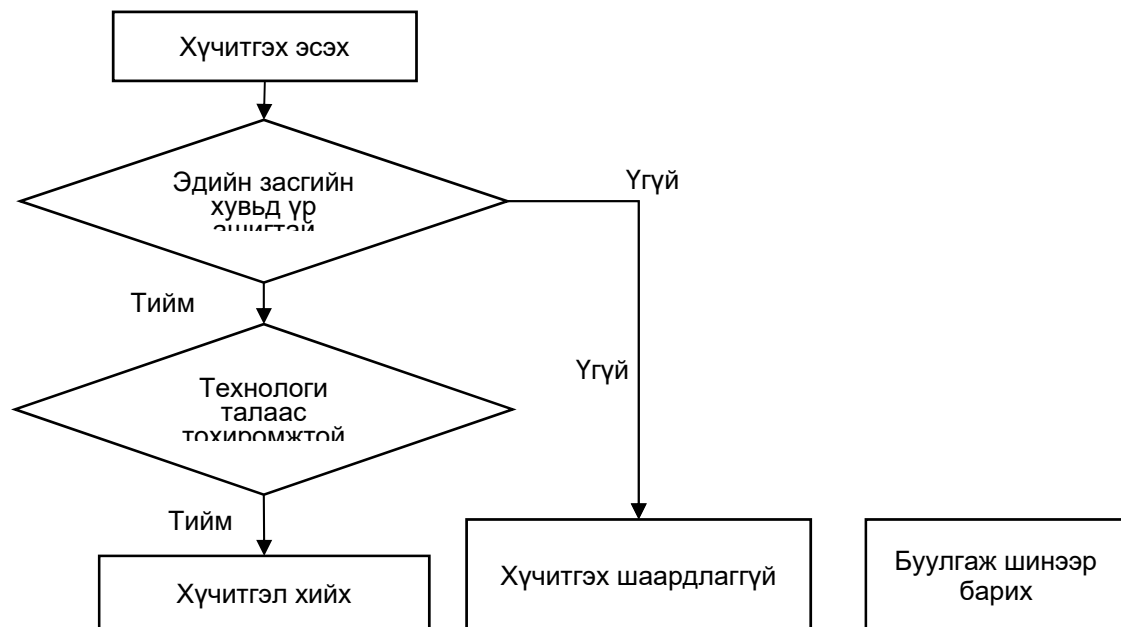
- а:
1. Арматурын зэврэлтээс үүдэлтэй бетоны ан цавтай.
 2. Арматур зэвэрсэн.
 3. Галаас үүдэж бетонд ан цав үүссэн.
 4. Химийн бодисын үйлчлэлээр бетон болон тоосго элэгдсэн.
 5. Тоосгон хананд хөлдөлтөөс үүссэн их хэмжээний эвдрэлтэй.
 6. Өргийн зуурмагийн үе нь их хэмжээгээр ховхорсон.
- б:
1. Борооны ус болон ус алдалтаас арматурын зэврэлт нь нэвчиж ил гарсан.
 2. Арматурын хамгаалалтын үе ажиллагаагүй болсон, түүнтэй адил элэгдсэн.
 3. Заслын материал их хэмжээгээр ховхорсон.
 4. Тоосгон хананд хөлдөлтөөс үүссэн бага хэмжээний эвдрэлтэй.
 5. Зуурмагийн үе үргэлжилсэн эвдрэлтэй.
- с:
1. Ус, борооны ус, химийн бодисын үйлчлэлээр бетонд толбо үүссэн.
 2. Заслын материал бага хэмжээгээр элэгдсэн эсвэл ховхорсон.
 3. Тоосгоны гадаргуу элэгдсэн.
 4. Зуурмагийн үеийн гадаргуу нь элэгдсэн.

5. ХҮЧИТГЭЛ

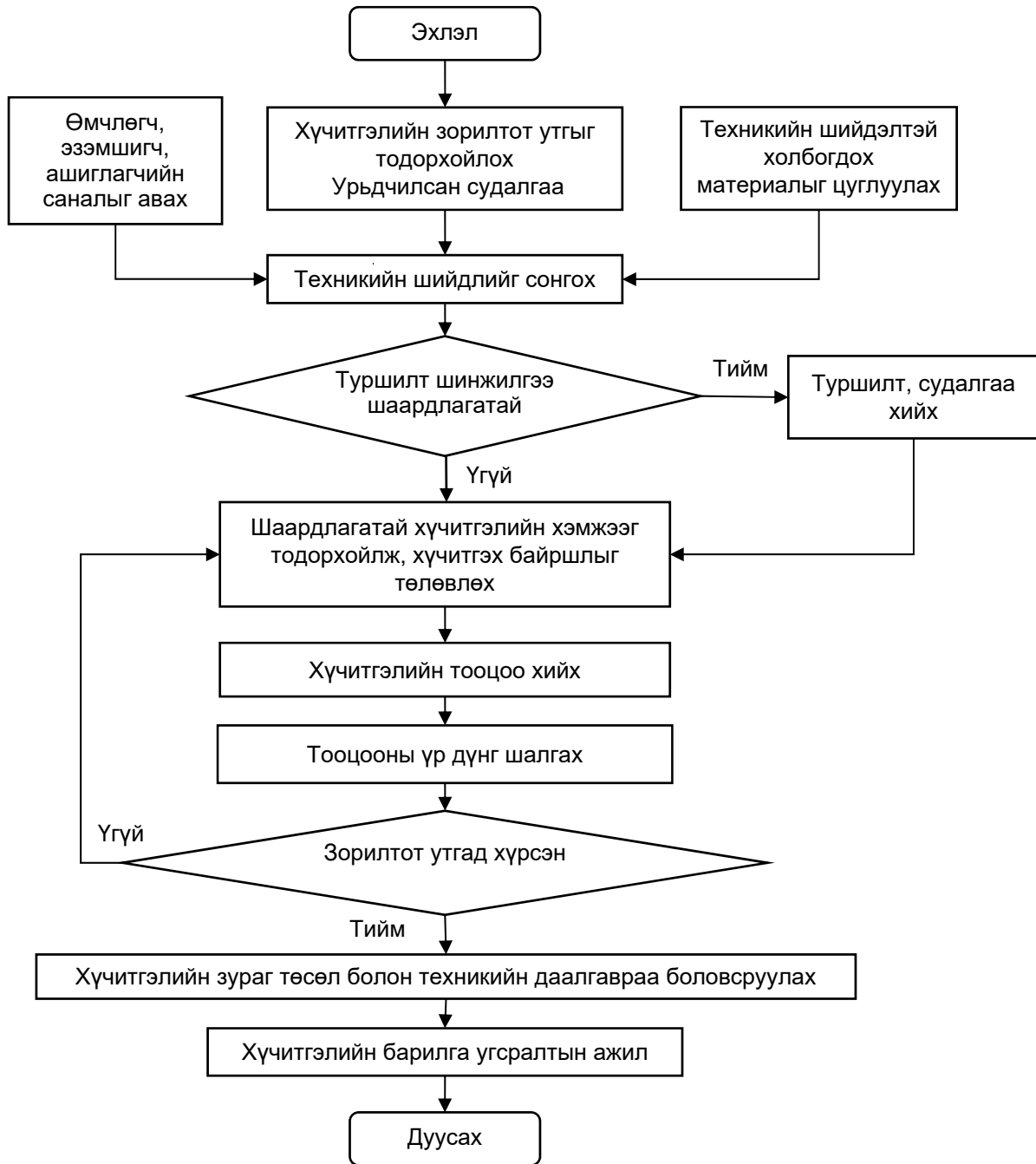
5.1. Ерөнхий зүйл

Тус бүлэгт өрөгт бүтээцтэй барилгын хүчитгэлийн тухай авч үзнэ. Харин тусгайлан хийгдсэн туршилт, судалгаанд үндэслэж хүчитгэлийн зураг төсөл боловсруулах тохиолдолд энэхүү аргачлалаас өөр аргачлал хэрэглэж болно. Тус бүлэгт дурдагдаагүй зүйлийн тухайд холбогдох бусад норм ба дүрмийг ашиглана. Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээгээр тэсвэртэй эсвэл хүчитгэх шаардлагагүй гэсэн дүгнэлт гарснаас бусад барилгуудад хүчитгэлийн зураг төслийг боловсруулах бөгөөд I_S болон I_{S0} -ийн зөрүү, тухайн барилгыг цаашид ашиглах хугацаа, эдийн засгийн үр ашгийг бодолцох шаардлагатай. Хүчитгэх шаардлагатай эсэхийг 5.1-р зурагт үзүүлсэн бүдүүвчийн дагуу тодорхойлж, хүчитгэлийг 5.2-р зурагт үзүүлсэн бүдүүвчийн дагуу боловсруулна.

Харин (3.2) нөхцөлийг хангаагүй бол ханын өөрийн бус хавтгайд газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэх шаардлагатай.



5.1-р зураг. Хүчитгэх шаардлагатай эсэхийг тогтоох бүдүүвч



5.2-р зураг. Хүчитгэл хийх бүдүүвч

5.2. Хүчитгэсний дараах бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн шаардлагатай утгыг тогтоох

Барилгын хүчитгэлийн зураг төслийг боловсруулахын өмнө хүчитгэсний дараах бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн шаардлагатай утгыг (5.1) нөхцөлөөр тогтооно.

$${}_R I_S \geq I_{S0} \quad (5.1)$$

Энд: ${}_R I_S$ - хүчитгэсний дараах бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн шаардлагатай утга;
 I_{S0} - бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн хязгаарын утга.

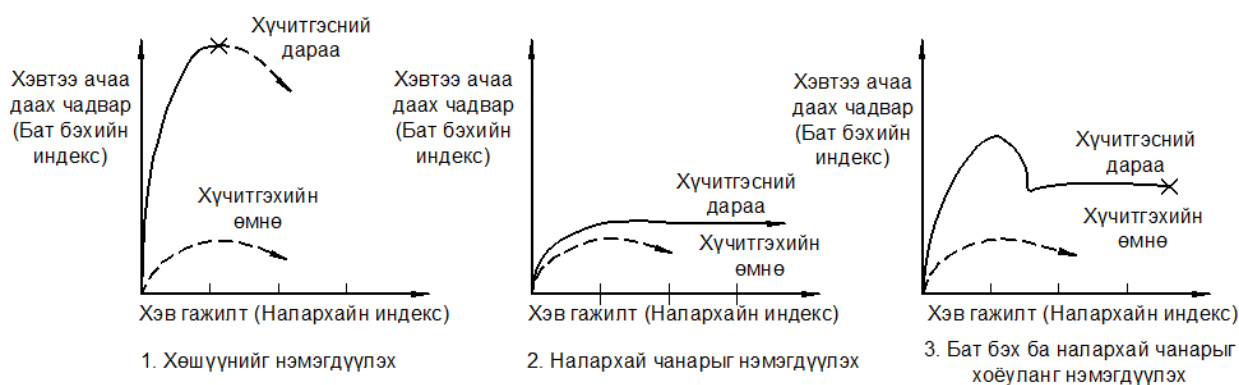
5.3. Хүчитгэлийг төлөвлөх ба зураг төсөл боловсруулах

5.3.1. Ерөнхий зүйл

Хүчитгэлийг төлөвлөхдөө бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн шаардлагатай утгыг тодорхойлж, бат бэх болон налархай чанарын одоогийн түвшинд үндэслэн зорилтот газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварыг хангахуйц хүчитгэлийн шийдлийг тогтооно. Хүчитгэлийн шийдэл нь барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэхийг гол зорилгоо болгох төдийгүй хүчитгэсний дараах барилгын ашиглалт, хүчитгэлийн угсралтын ажлын хялбар байх зэргийг бодолцсон байна.

Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэхэд 5.3-р зурагт үзүүлсэн зарчимуудаас аль нэгийг баримтална.

- бат бэхийг нэмэгдүүлэх,
- налархай чанарыг нэмэгдүүлэх,
- бат бэх ба налархай чанарыг хоёуланг нэмэгдүүлэх.

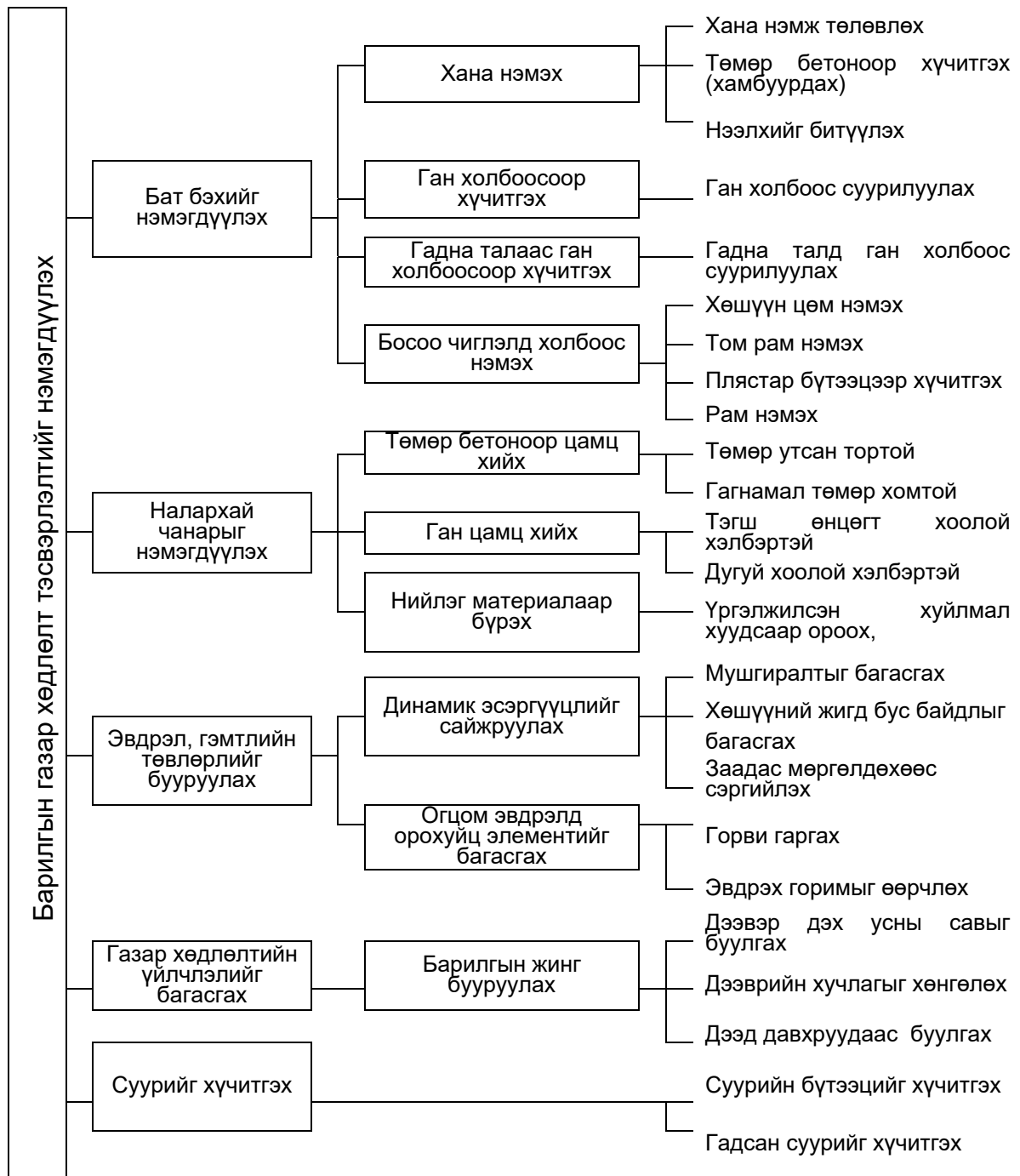


5.3-р зураг. Хүчитгэл хийх зарчим

Мөн үнэлгээний дүгнэлтээр өрөгт хана нь өөрийн бус хавтгайд эвдрэлд орохоор гарсан тохиолдолд тохирох хүчитгэлийн аргачлалыг сонгоно. Хэрэглэх хүрээний заалтыг хангаагүй тохиолдолд заалтыг хангахуйц арга хэмжээг авна.

5.3.2. Хүчитгэлийн төрлүүд

Барилгын газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэхэд 5.4-р зурагт үзүүлсэн төрлийн аргачлалуудыг ашиглана.



5.4-р зураг. Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг нэмэгдүүлэх аргын төрлүүд

5.3.3. Шаардлагатай хүчитгэлийн хэмжээг тогтоох

Барилгад шаардлагатай хүчитгэлийн хэмжээг газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээний үр дүнд үндэслэн дараах (5.2) томъёогоор олно.

$$\Delta Q_i = \left(\frac{n+i}{n+1}\right) \cdot \beta_1 \cdot \frac{1}{F} \cdot \left(\frac{R I_s}{S'_D \cdot T'} \cdot \sum W_i' - \frac{I_s}{S_D \cdot T} \cdot \sum W_i\right) \quad (5.2)$$

Энд:

ΔQ_i - i -р давхарт газар хөдлөлтийн үйлчлэлийг эсэргүүцэх шаардлагатай нэмэлт хөндлөн хүчний хэмжээ;

n, i - барилгын нийт давхрын тоо болон тооцож буй давхрын дугаар;

F - налархайн индекс;

I_S - бүтээцэд хүчитгэл хийхээс өмнөх газар хөдлөлт тэсвэрлэх индекс;

${}_R I_S$ - газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S -ийн шаардлагатай утга;

S_D, S_D' - хүчитгэхээс өмнөх болон хүчитгэсний дараах хэлбэрийн;
индексийн утга;

T, T' - хүчитгэхээс өмнөх болон хүчитгэсний дараах насжилтын индексийн
утга;

$\sum W, \sum W'$ - хүчитгэхийн өмнөх болон хүчитгэсний дараах i -р давхраас
дээших барилгаас ирэх ачаа.

Харин хүчитгэхийн өмнө ба дараа хэлбэрийн индекс, насжилтын индекс болон барилгын жин бага хэмжээгээр өөрчлөгдсөн барилгын хувьд дараах (5.3) томъёогоор тооцож болно.

$$\Delta Q_i = \left(\frac{n+i}{n+1} \right) \cdot \beta_1 \cdot \frac{1}{F} \cdot \frac{{}_R I_S - I_S}{S_D \cdot T} \cdot \sum W_i \quad (5.3)$$

Энд: F - хөндлөн хүчний үйлчлэлээс эвдрэлд орох ханын налархайн индекс.

5.4. Хүчитгэлийн зураг төсөл

5.4.1. Хүчитгэл хийх аргачлал 1 : Төмөр бетоноор хүчитгэх (хамбуурдах)

а) Ерөнхий зүйл

Газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадвар нь хангалтгүй барилгын ханын хүлээж авах хөндлөн хүчийг нэмэгдүүлэхдээ төмөр бетон хана шинээр цутгах, төмөр бетоноор өрөгт ханыг цамцлах зэрэг аргаар хүчитгэнэ.

Барилгын ханыг төмөр бетоноор хүчитгэхдээ тоосгон ханатай анкер болон шпонкоор холбож гадны ачаанаас үүсэх хүчлэлийг найдвартай хүлээн авахаар төлөвлөнө.

Төмөр бетоноор хүчитгэхэд барилгын жин нэмэгдэх, эвдрэлийн горимд өөрчлөлт орох, суурь болон буурь хөрсөнд ирэх ачаалал нэмэгдэх зэргийг тооцох шаардлагатай.

б) Төсөллөлт

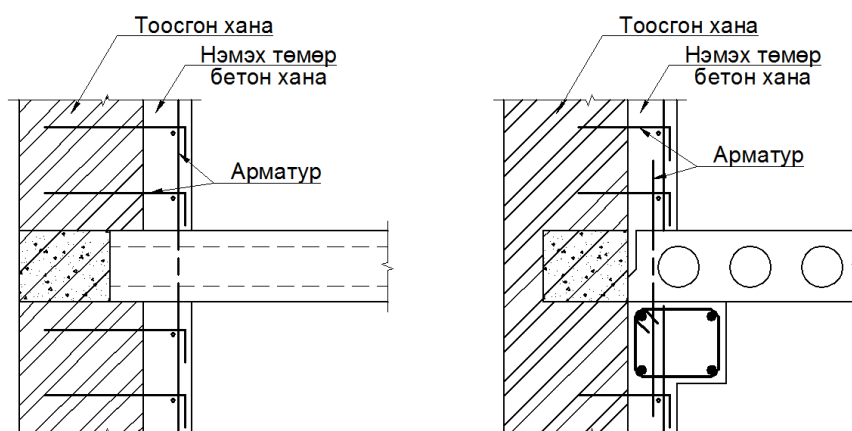
Ханыг төмөр бетоноор хүчитгэх нь барилгын хүлээж авч чадах хөндлөн хүчийг нэмэгдүүлэх зорилготой. Гэвч өрөгт бүтээцтэй барилгын хувьд өргийн хүлээж авч чадах хөндлөн хүч нь төмөр бетон хүчитгэлээс бага тул энэ төрлийн хүчитгэл хийгдсэнээр барилгад эвдрэл үүсэх эсэхийг нягталсны үндсэн дээр төсөллөнө.

Өрөгт хана болон шинээр хийх төмөр бетон хүчитгэл нь нэг цулжилттай байж хамт ажиллана гэж үзэх тул хоёр үеийн нийлбэрээр өөрийн хавтгай дахь хүлээж авч чадах хөндлөн хүчний хэмжээг тооцно.

$$Q_{ua} = Q_u + Q_D$$

Энд:

- Q_{ua} - хүчитгэсний дараах хүлээж авах хөндлөн хүчний хэмжээ;
 Q_u - хүчитгэхийн өмнөх өргийн хүлээж авах хөндлөн хүчний хэмжээ;
 Q_D - нэмэх ханын төмөр бетон хүчитгэлийн хүлээж авах хөндлөн хүчний хэмжээ.



5.5-р зураг. Тоосгон ханыг төмөр бетоноор хүчитгэх.

Нэмэх ханын хүлээж авах хөндлөн хүч Q_D -ийг тодорхойлж (5.4) томъёогоор ханын шаардлагатай зузаан t_w -ыг олно.

$$t_w \geq Q_D / (l_w \cdot \tau_w) \quad (5.4)$$

Энд:

τ_w - нэмэх хананд үүсэх шилжисхийлтийн хүчдэл (Н/мм²).

$\tau_w = 1 \text{ Н/мм}^2 \cdot \beta_C$ гэж авч болно.

$F_C \leq 20$ үед $\beta_C = \frac{F_C}{20}$

$F_C > 20$ үед $\beta_C = \sqrt{\frac{F_C}{20}}$

F_C – цутгах ханын шахалтын бат бэх;

t_w - нэмэх ханын зузаан (мм);

l_w - нэмэх ханын цэвэр урт (мм).

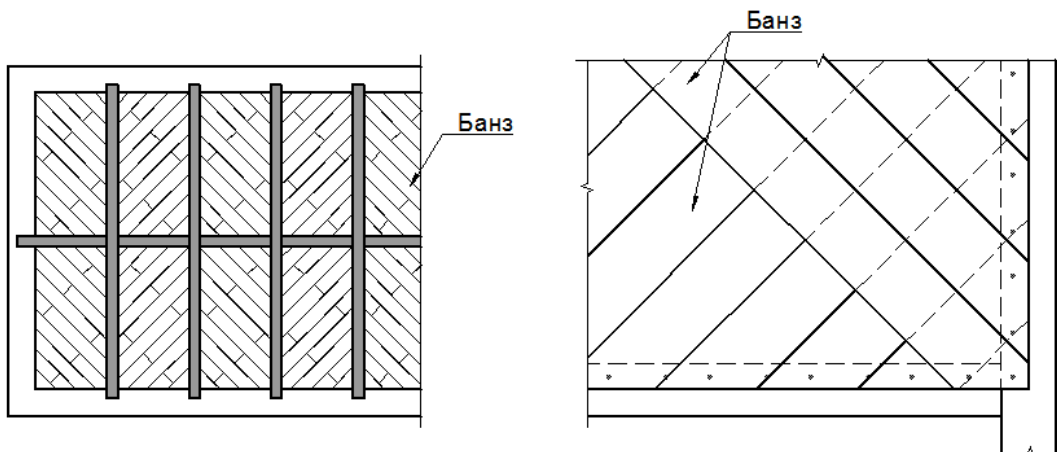
Газар хөдлөлтийн үйлчлэлд нэмэлтээр цутгасан төмөр бетон хана нь ажиллахын тулд өрөгт ханатай нэг цулжилттай байх ёстойгоос гадна хөшүүн чанар нь өрөгт ханынхаас зөрүүтэй гэдгийг анхаарч төсөллөнө.

5.4.2. Хүчитгэл хийх аргачлал 2 : Хучилт хүчитгэх

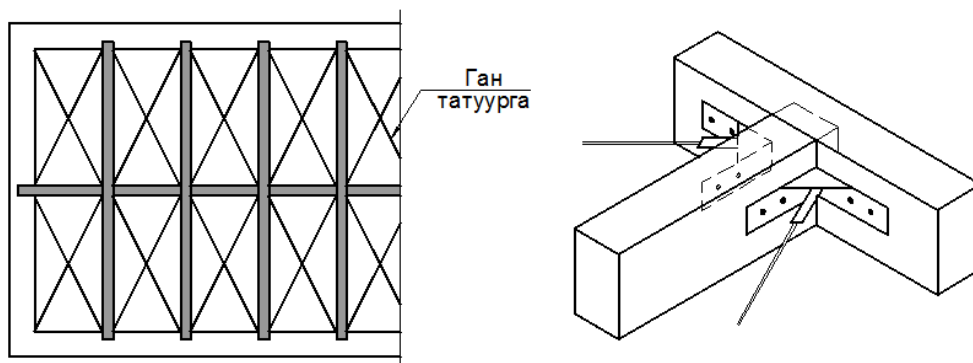
Хучилтын хэвтээ хөшүүн болон ханатай бэхлэгдсэн бэхэлгээ нь газар хөдлөлтийн үйлчлэлд үүсэх инерцийн хүчийг үндсэн өрөгт бүтээцэн хананд дамжуулахуйц байх шаардлагатай. Иймээс модон хучилт ба модон дээвэртэй барилгын хувьд хэвтээ хөшүүн чанарыг дээшлүүлэхийн тулд доорх арга хэмжээг авна. Үүнд:

- одоо байгаа модон хучилтад налуу болон хөндлөн банз нэмж хадах (5.6-р зураг).
- ган татуургаар хучилтыг хүчитгэх (5.7-р зураг).
- модон хучилтын дээр тортой төмөр бетон хучилт цутгах. Нэмж цутгах төмөр бетон хүчитгэл нь модон хучилттай тээг холбоосоор холбогдсон байна (5.8-р зураг).

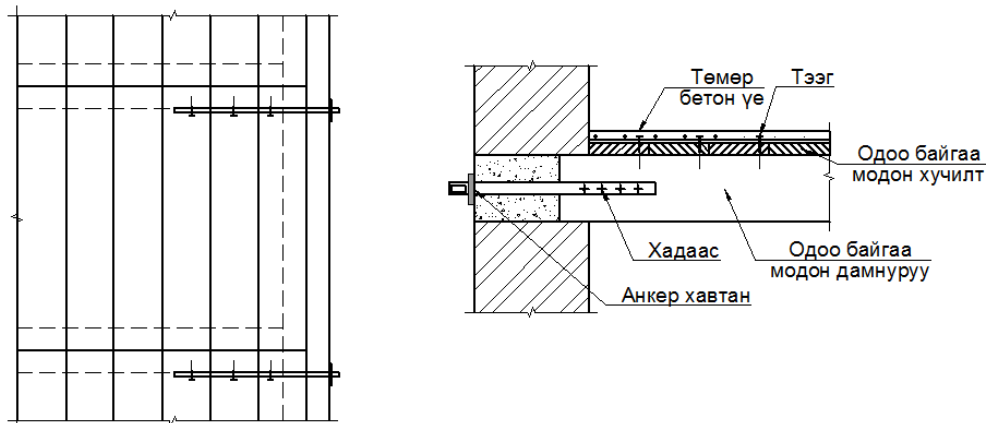
- хучилтыг түүний сууж буй ханатай бэхлэх.
- дээврийн татангын доод бүсэнд хэвтээ холбоос хийж хэвтээ хөшүүн диафрагм үүсгэх.



5.6-р зураг. Хучилтад нэмж налуу банз хадах.



5.7-р зураг. Хучилтад ган татуургаар хэвтээ холбоос нэмэх

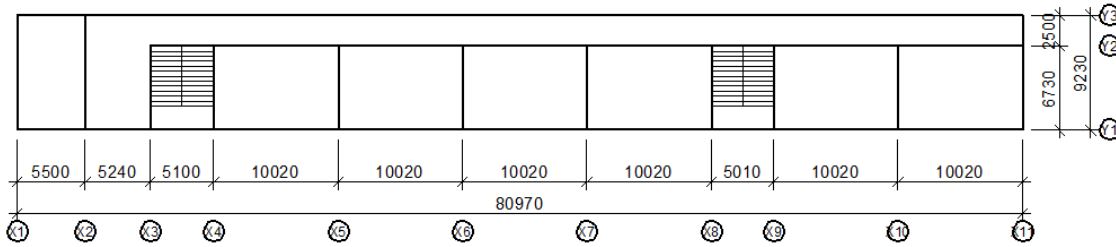


5.8-р зураг. Одоо байгаа модон хучилтын дээр бетон цутгах

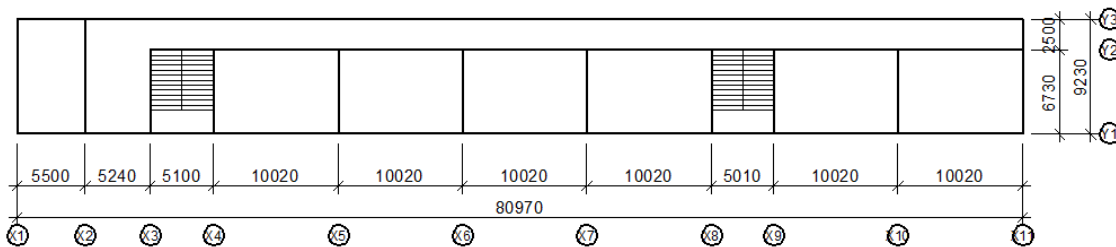
Хавсралт А (зөвлөмжийн)

Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээний тооцооны жишээ

А.1. Үнэлгээний тооцоо хийх барилгын тухай



а. 1-р давхрын байгуулалт

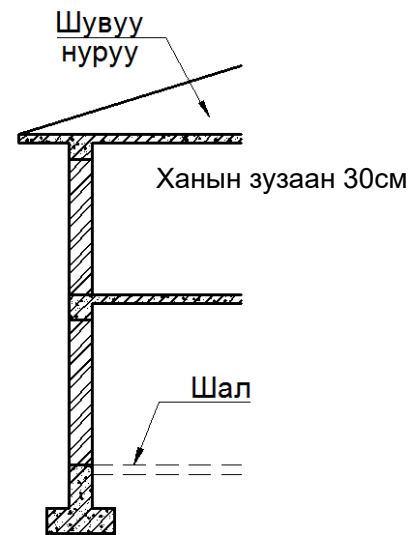


б. 2-р давхрын байгуулалт

А.1-р зураг. Давхрын байгуулалт

А.1-р хүснэгт. Барилгын үндсэн мэдээлэл

Барилгын нэр	Бага сургуулийн барилга	
Баригдсан он	1950 он	
Газар хөдлөлтийн балл	7 балл	
Бүтээцийн төрөл	Тоосгон өрөгт бүтээц 2 давхар	
Тоосгоны төрөл	Тодорхойгүй	
Тоосгон өрөг ханын зузаан	30см, (1 ба 2-р давхрын хана)	
Давхрын өндөр	2-р давхар	3.75м
	1-р давхар	3.75м
Хучилт	Дээвэр	Төмөр бетон хучилтын дээр шувуун нуруу
	1, 2-р давхрын хучилт	Төмөр бетон хучилт



А.2-р зураг. Огтлол

А.2. Бэлтгэл тооцоо

А.2-р хүснэгт. Насжилтын T индекс (4.3-р хүснэгт)

		Бүтээцийн ан цав, хэв гажилт			Насжилт, элэгдэл		
Элемент	Хамрах талбай	a	b	c	a	b	c
I. Хучилт Гуулах дам нуруу/	Давхрын нийт талбайн 1/3-ээс их	0.017	0.005	0.001	0.017	0.005	0.001
	1/3-1/9-ийн хооронд	0.006	0.002	0	0.006	0.002	0
	1/9-ээс бага	0.002	0.001	0	0.002	0.001	0
	Байхгүй	0	0	0	0	0	0
II. Суурийн дам нуруу болон төмөр бетон бүс	Чиглэл тус бүр дэх нийт элементийн 1/3-ээс их	0.05	0.015	0.004	0.05	0.015	0.004
	1/3-1/9-ийн хооронд	0.017	0.005	0.001		0.005	0.001
	1/9-ээс бага	0.006	0.002	0	0.006	0.002	0
	Байхгүй.	0	0	0	0	0	0
III. Өрөгт хана	Нийт элементийн 1/3-ээс их	0.15	0.045	0.011	0.15	0.045	0.011
	1/3-1/9-ийн хооронд	0.05	0.015	0.004	0.05	0.015	0.004
	1/9-ээс бага	0.017	0.005	0.001	0.017	0.005	0.001
	Байхгүй	0	0	0	0	0	0
Тэмдэглэсэн хэсгийн дүн		0.017	0.052	0.001	0.017	0.015	0.001
Нийлбэр		$p_1=0.07$			$p_2=0.033$		

$$p_1 = 0.017 + 0.052 + 0.001 = 0.07; \quad p_2 = 0.017 + 0.015 + 0.001 = 0.033$$

1 ба 2-р давхрын насжилт, элэгдлээс хамаарах индекс

$$T_i = (1 - p_1) \cdot (1 - p_2) = (1 - 0.07) \cdot (1 - 0.033) = 0.93 \cdot 0.967 = 0.90$$

А.3-р хүснэгт. Хэлбэрийн индекс S_D - ийн тооцоо (4.2-р хүснэгт)

		G_i			R	
		1.0	0.9	0.8	R_{ii}	
Байгуулалтын хэлбэр	a	Байгуулалтын зөв байдал	$a \leq 0.1$	$0.1 < a \leq 0.3$	$0.3 < a$	0.5
	b	Урт өргөний харьцаа	$b \leq 5$	$5 < b \leq 8$	$8 < b$	0.25
	c	Байгуулалтын нарийссан хэсгийн харьцаа	$0.8 \leq c$	$0.5 \leq c < 0.8$	$c < 0.5$	0.25
	d	Заадас	$\frac{1}{100} \leq d$	$\frac{1}{200} \leq d < \frac{1}{100}$	$d < \frac{1}{200}$	0.25
	e	Онгорхой талбай	$e \leq 0.1$	$0.1 < e \leq 0.3$	$0.3 < e$	0.25
	f	Онгорхойн талбайн байршил	$f_1 \leq 0.4$ болон $f_2 \leq 0.1$	$f_1 \leq 0.4$ болон $0.1 < f_2 \leq 0.3$	$0.4 < f_1$ эсвэл $0.3 < f_2$	0.00
	g_1	Хамгийн их давтагдах өрөөний талбай*	$g_1 \leq 60 \text{ м}^2$	$60 < g_1 \leq 100 \text{ м}^2$	$g_1 < 100 \text{ м}^2$	0.5
	g_2	Ханын зузааныг ханын уртад харьцуулсан харьцаа**	$g_2 \geq \frac{1}{30}$	$\frac{1}{30} > g_2 \geq \frac{1}{50}$	$\frac{1}{50} > g_2$	0.5

	g_3	Ханын зузааныг ханын өндөрт харьцуулсан харьцаа**	$g_3 \geq \frac{1}{12}$	$\frac{1}{12} > g_3 \geq \frac{1}{20}$	$\frac{1}{20} > g_3$	0.5
Өндрийн хэлбэр	h	Зоорийн давхар	$1.0 \leq h$	$0.5 \leq h < 1.0$	$h < 0.5$	1.0
	i	Давхрын өндрийн жигд байдал	$0.8 \leq i$	$0.7 \leq i < 0.8$	$i < 0.7$	0.25
	j	Уян давхар	Уян давхаргүй	Уян Давхартай	Тийм. Төвийн бус уян давхартай	1.0
	k_1	Хучилт нь хангалттай хөшүүн биш	$G_i = 0.8$	$G_i = 0.8$	$G_i = 0.8$	1.0
Ангид төв	l	Хүндийн төв ба хөшүүний төвийн харьцангуй ангид төв	$l \leq 0.1$	$0.1 \leq l < 0.15$	$0.15 < l$	1.0
Хөшүүншил	n	Дээд давхрын хөшүүншлийг тооцоолж буй давхрын хөшүүншилд харьцуулсан харьцаа	$n \leq 1.3$	$1.3 < n \leq 1.7$	$1.7 < n$	1.0

* Хамгийн их давтагдах өрөөний талбайг хучилтын хавтангүй үед 60м²-ийг 40м²-ээр, 100м²-ийг 60м²-ээр авна.

** Хамгийн их давтагдах өрөөний ханаар авна.

$$S_D = q_a \cdot q_b \cdot \dots \cdot q_j$$

$$q_i = [1 - (1 - G_i) \cdot R_i]; \quad i = a, b, v, d, e, f, i, j; \quad i \neq h$$

$$q_i = [1.2 - (1 - G_i) \cdot R_i]; \quad i = h$$

$$S_D = [1 - (1 - 0.8) \cdot 0.25] \cdot [1 - (1 - 0.9) \cdot 0.5] \cdot [1 - (1 - 0.8) \cdot 0.5] \cdot [1.2 - (1 - 0.8) \cdot 1.0] = 0.812$$

А.4-р хүснэгт. Өрөгт ханын бат бэх

	Шахалтын бат бэх R	Суналтын бат бэх R _{сун}
Биет судалгааны үр дүн	1.3 Н/мм ²	0.13 Н/мм ²
Өрөгт ханын бат бэхийн хамгийн их утга	3.9 Н/мм ²	0.39 Н/мм ²
Тооцоонд авах утга	1.3 Н/мм ²	0.13 Н/мм ²

А.3. Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S -г тооцох

I_{S0} - "Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм /БНБД 22.01.01*/2006/"-ийн А илтгэлцүүрийн утгаар авах бөгөөд 7 баллын эрчимтэй талбайд баригдсан барилгад харгалзуулан 0.1-оор авна.

β_1 - барилгын хувийн хэлбэлзлийн нэгдүгээр хэлбэрт харгалзах динамик илтгэлцүүр бөгөөд БНБД 22.01.01*/2006-д заасны дагуу авах, эсвэл 5 хүртэлх давхар тоосгон өрөгт бүтээцтэй барилгад $\beta_1 = 2.5$ гэж авч болно.

А.5-р хүснэгт. Суурь индекс E_0 -н тооцоо

Чиглэл	Давхар	Жин ΣW [кН]	Ханын хөндлөн огтлолын талбай	Дагуу хүчдэл	Сунал- тын бат бэх	Шилжис- хийлтийн бат бэх	Q_u кН	C	F	$\frac{n+1}{n+i}$	E_0
			A_w [м ²]	σ_0 [Н/мм ²]	$R_{сун}$ (Н/мм ²)	τ_w [Н/мм ²]					
Х	2	11030	35.7	0.19	0.13	0.20	6993	0.634	1	0.75	0.475
	1	21501	35.7	0.37	0.13	0.30	10547	0.491	1	1.00	0.491
Ү	2	11030	23.2	0.19	0.13	0.20	4544	0.412	1	0.75	0.309
	1	21501	23.2	0.37	0.13	0.30	6854	0.319	1	1.00	0.319

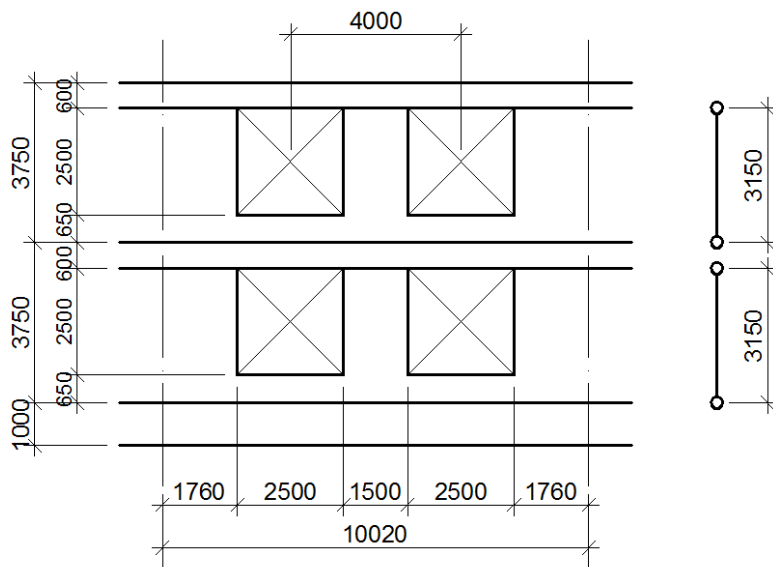
А.6-р хүснэгт. Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индекс I_S -н тооцоо

Чиглэл	Давхар	E_0	S_D	T	$1/\beta_1$	I_s
Х	2	0.475	0.812	0.9	0.4	0.139
	1	0.491	0.812	0.9	0.4	0.143
Ү	2	0.309	0.812	0.9	0.4	0.090
	1	0.319	0.812	0.9	0.4	0.093

А.4. Үнэлгээний дүгнэлт**А.7-р хүснэгт**

Чиглэл	Давхар	I_{s1}	7-н балл	Үр дүн
				$I_{s1} \geq I_{s0}$
Х	2	0.139	$I_{s0}=0.1$	Тийм
	1	0.143		Тийм
Ү	2	0.090		Үгүй
	1	0.093		Үгүй

А.5. Өрөгт ханын өөрийн бус хавтгайд эвдрэлд орох эсэхийг шалгах



А.3-р зураг. Тооцож буй ханын хэсэглэл.

А.8-р хүснэгт

Тэмдэглэгээ	Өгөгдөл ба тооцоо	Нэгж	2-р давхар	1-р давхар
t	Ханын зузаан	мм	300	300
L	Ханын урт	мм	1500	1500
H	Ханын өндөр	мм	3150	3150
N ₁	Ханын дээд хэсэгт үүсэх дагуу хүч	H	93000	213000
N ₂	Ханын дунд хэсэгт үүсэх дагуу хүч	H	122000	257000
N ₃	Ханын доод хэсэгт үүсэх дагуу хүч	H	143000	283000
W	Ханын өөрийн жин	H	38900	42960
A·β ₁	(Газар хөдлөлтийн эрчмээс хамаарах илтгэлцүүр) x (динамик илтгэлцүүр)	-	0.25	0.25
f _{c1}	Ачааны үндсэн хослол дахь хананд үүсэх шахалтын хүчдэл	H/мм ²	1.25	1.25
f _{cs}	Өргийн шахалтын бат бэх	H/мм ²	1.3	1.3
f _{ts}	Өргийн суналтын бат бэх	H/мм ²	0.13	0.13
$\frac{n+i}{n+1}$	Хэвтээ хүчийг хуваарилах илтгэлцүүр	-	1.33	1
A _w	Ханын хөндлөн огтлолын талбай	мм ²	450000	450000
Z _w	Хөндлөн огтлолын эсэргүүцлийн момент	мм ³	22500000	22500000
M _o	Ханын дунд үүсэх момент (Хоёр талдаа нугас тохиолдолд)	H·мм	5105625	4228875
M _t	Тулгуурт үүсэх момент (Хоёр талдаа хөшүүн тохиолдолд)	H·мм	3403750	2819250
M _c	Ханын дунд үүсэх момент (Хоёр талдаа хөшүүн тохиолдолд)	H·мм	1701875	1409625
Үндсэн хослолд шалгах				
σ _{L1}	N ₁ /A _w	H/мм ²	0.21	0.47
σ _{L2}	N ₂ /A _w	H/мм ²	0.27	0.57
σ _{L3}	N ₃ /A _w	H/мм ²	0.32	0.63
	σ _{L3} ≤ f _{c1} эсэх		Тийм	Тийм

Онцгой хослолд шалгах				
σ_{E1}	Хоёр тал нь нугасан M_o/Z_w	H/мм ²	0.227	0.188
	$\sigma_{L2} + \sigma_{E1}$		0.498	0.759
	$\sigma_{L2} + \sigma_{E1} \leq f_{cs}$ ЭСЭХ		Тийм	Тийм
	$\sigma_{L2} - \sigma_{E1}$		0.044	0.383
	$\sigma_{L2} - \sigma_{E1} \leq f_{ts}$ ЭСЭХ		Тийм	Тийм
σ_{E2}	Хоёр тал нь хөшүүн M_t / Z_w	H/мм ²	0.151	0.125
	$\sigma_{L3} + \sigma_{E2}$		0.469	0.754
	$\sigma_{L3} + \sigma_{E2} \leq f_{cs}$ ЭСЭХ		Тийм	Тийм
	$\sigma_{L3} - \sigma_{E2}$		0.167	0.504
	$\sigma_{L3} - \sigma_{E2} \leq f_{ts}$ ЭСЭХ		Тийм	Тийм
σ_{E3}	хоёр талдаа хөшүүн M_c / Z_w	H/мм ²	0.076	0.063
	$\sigma_{L2} + \sigma_{E3}$		0.347	0.634
	$\sigma_{L2} + \sigma_{E3} \leq f_{cs}$ ЭСЭХ		Тийм	Тийм
	$\sigma_{L2} - \sigma_{E3}$		0.195	0.508
	$\sigma_{L2} - \sigma_{E3} \leq f_{ts}$ ЭСЭХ		Тийм	Тийм

Хавсралт Б (зөвлөмжийн)

Б.1-р хүснэгт. Урьдчилсан судалгааны хүснэгт

	Судалгааны өгөгдөл	Судалгааны үр дүн	Тэмдэглэл
Барилгын ерөнхий мэдээлэл	1.Барилгын нэр		
	2.Барилгын байршил, хаяг		
	3.Барилгын зориулалт		
	4.Зураг төсөл зохиосон байгууллага		
	5.Барилгын угсралтын ажлыг хийсэн байгууллага		
	6.Зураг төсөл зохиогдсон он		
	7.Ашиглалтад орсон он		
	8.Давхрын тоо		
	9.Барилгын өндөр		
	10.Барилгын талбай м ²		
	11.Давхрын өндөр		
	12.Хэвтээ байгуулалтын хэлбэр,онцлог		
	13.Босоо байгуулалтын хэлбэр,онцлог		
	14.Барилгын гадна талын архитектурын гол элемент		
	15.Барилгын дотор заслын гол элемент		
	16.Суурийн төрөл		
	17. Хучилтын төрөл		
	18.Барилгын хөрсний зэрэг		
	19.Эдэлбэр газрын газар зүйн онцлог,хэлбэр		
Барилгын зураг, бичиг баримт бүрдэл	1.Байр зүйн дэвсгэр зураг		
	2.Барилга бүтээцийн зураг		
	3.Бүтээцийн тооцооны баримт бичиг		
	4.Зураг төслөөс өөрчлөлтийн зураг		
	5.Инженер геологийн судалгааны дүгнэлт		
Ашиглалтын талаар	1.Ашигласан жил		
	2.Өргөтгөл хийгдсэн эсэх		
	3.Том хэмжээний өөрчлөлт хийгдсэн эсэх		
	4.Хүчитгэл хийгдэж байсан эсэх		
	5.Галд өртөж байсан эсэх		
Биет судалгаа	Биет судалгаа явуулах боломжтой эсэх		

Б.2-р хүснэгт. Хялбарчилсан үнэлгээнд суурь индекс E_0 –ийг тодорхойлоход шаардлагатай судалгаа

Судалгааны өгөгдөл	Судалгааны үр дүн				Тэмдэглэл
1.Бетоны шахалтын бат бэх	Тоосгоны бат бэх				
	Биет судалгааны үр дүн утга Н/мм ²				
2. Даацын ханын урт ба зузаан	Хана	Судалж буй чиглэл		Ханатай зэргэлдээ нэлхийн өндөр	
		Урт (мм)	Зузаан (мм)	Өндөр (мм)	
	Хана1				
	Хана2				
	Хана3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
19					
20					
3. Даацын ханын өндөр	$h =$ мм				
5.Тусгайлан авч үзэх ачаа байгаа эсэх					

Б.3-р хүснэгт. Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээнд ашиглах карт

Үнэлгээ хийгчийн мэдээлэл	Албан байгууллага:					Утас:					
	Овог нэр:			Мэргэжил:			Mail:				
Барилгын талаарх мэдээлэл	(1) Барилгын нэр:										
	(2) Хаяг:					(3) Зориулалт:					
	(4) Барилга бүтээц:	Бүтээцийн хэлбэр:				Адрын давхарт техникийн давхар буй эсэх:					
		Газраас дээш:		давхар		Газраас доош:		давхар			
		Онцлох зүйлс:									
	(5) Баригдсан он:										
	(6) Талбайн хэмжээ:	Барилгын талбай:	м ²		Шалны талбай:	м ²		Судалгаанд хамрагдсан талбай:			м ²
	(7) Барилгын өндөр:	Хамгийн дээд давхрын хучилтын дээд зах			1 давхар:		Давтагдах давхрын өндөр :				м
	(8) Урт × Өргөн	Нийт урт		м × м		Алслалын тоо		×			
	(Өргөний дагуу дахь алслал × Уртын дагуу дахь алслал)		м × м								
(9) Буурь ба хөрс:	Өнгөн хөрс:		Буурь:			Газрын түвшин:				м	
(10) Суурь:											
Биег судалгааны үр дүн, материалын баг бэх	(1) Тоосго	Давхар тус бүрийн өргийн шахалтын дундаж бат бэх:				$R_m =$	N/mm^2				
		Стандарт хазайлт :				$\sigma =$	N/mm^2				
		Давхар тус бүрийн суналтын бат бэхийн шалгалтын дундаж утга :				$F_c =$	N/mm^2				
		Стандарт хазайлт :				$\sigma =$	N/mm^2				
	(2) Бетон	Зураг төслийн стандарт бэт бэх:				$F_c =$					
		Давхар тус бүрийн шахалтын бат бэхийн дундаж утга :				$\sigma_b =$	-		N/mm^2		
		Стандарт хазайлт :				$\sigma =$	-		N/mm^2		
		Үнэлгээний үеийн шалгалтын бат бэх				$F_c =$	N/mm^2				
(3) Арматур	Ажлын арматур:				Үнэлгээний үеийн урсгалтын хязгаарын бат бэх $\sigma_y =$		N/mm^2				
	Бүс арматур:				Үнэлгээний үеийн урсгалтын хязгаарын бат бэх $\sigma_y =$		N/mm^2				
(4) карбонжсан гүн	Дундаж (см)				Хамгийн гүн (см)						
Шаардлагатай индекс $R I_s$:		(1) $R I_s$									
Насжилтийн индекс		T =									
I _s индексийн утга:	Давхар	X Тэнхлэг					Y Тэнхлэг				
		ΣQ_u	S_D	I_s	Өрөгт ханын өөрийн бус хавтгайд эвдрэлд орох эсэх	Үнэлгээ	ΣQ_u	S_D	I_s	Өрөгт ханын өөрийн бус хавтгайд эвдрэлд орох эсэх	Үнэлгээ
	Техникийн давхар										
	5										
	4										
	3										
	2										
	1										
	(Анхаарах зүйл:) Үнэлгээ нь хүчний үйлчлэлийн дагуу чиглэл болон эсрэг чиглэлийн хамгийн бага утгаар авна.										
	Ашигласан программ										
Асуудалтай зүйл:	(1) Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээгээр тогтоосон асуу далтай зүйлс:										
Санал											

Хавсралт В (зөвлөмжийн)

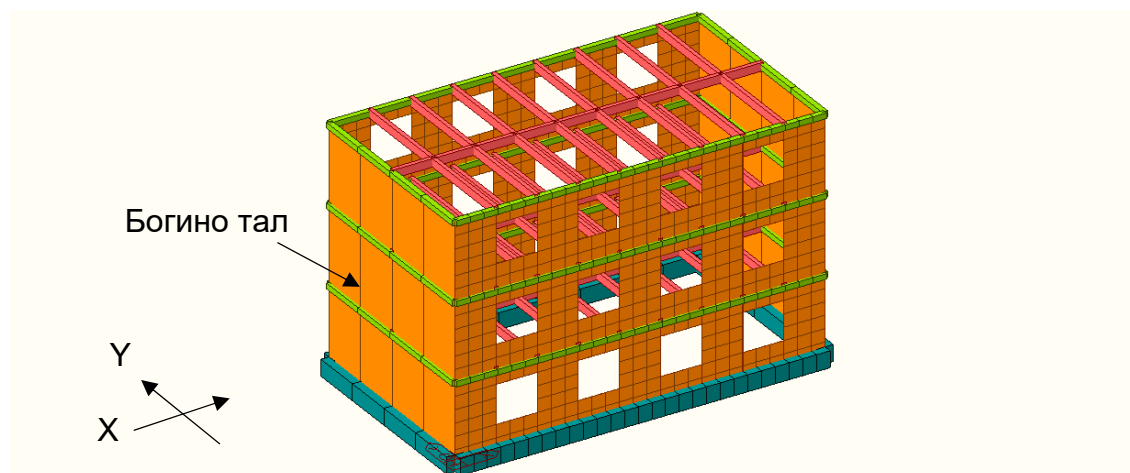
Хүчитгэлийн жишээ-1. Хучилтыг хүчитгэх

В.1. Ерөнхий зүйл

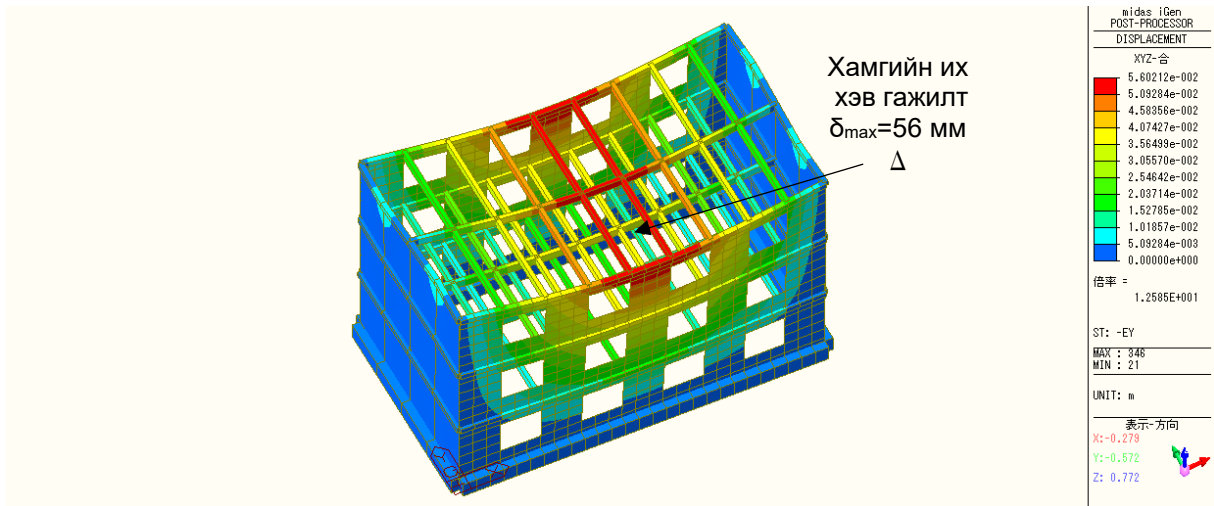
Адрын болон давхар дундын хучилт нь модон эсвэл хангалттай хөшүүн бус хийцлэлтэй тохиолдолд түүнийг хүчитгэх шаардлагатай. В.1-р зурагт 3 давхар тоосгон өрөгт бүтээцтэй модон хучилттай барилгын загварыг үзүүлэв. Барилгын Ү чиглэлийн дагуу газар хөдлөлтийн хүч үйлчлэх үед уртын дагуух өрөгт ханад үүсэх хамгийн их шилжилт, их гулзайлтын моментыг тус тус В.2, В.3-р зургуудад үзүүлэв.

Барилгын хучилтыг В.4-р зурагт үзүүлсний дагуу арматуран холбоосоор хүчитгэсэн тохиолдолд уртын дагуух өрөгт ханад үүсэх хамгийн их шилжилт, их гулзайлтын момент нь их хэмжээгээр буурсан байгааг В.5, В.6-р зургуудаас харж болно.

Давхар дундын болон адрын хучилтыг хүчитгэснээр бусад хөндлөн элементүүдэд үүсэх гулзайлтын момент, шилжилтүүд буурах боловч төмөр бетон бүс, хучилтын дам нуруунд үүсэх дагуу хүчний нөлөөгөөр тэдгээрийн холбоос хэсэгт өмнөхөөсөө илүү хүчлэл үүсэх тул холбоос хэсгүүдийн бат бэх нь хангалттай эсэхийг шалгах, хэрэв хангалтгүй байгаа тохиолдолд хүчитгэх арга хэмжээ авна.



В.1-р зураг. Гурван давхар өрөгт бүтээцтэй барилга

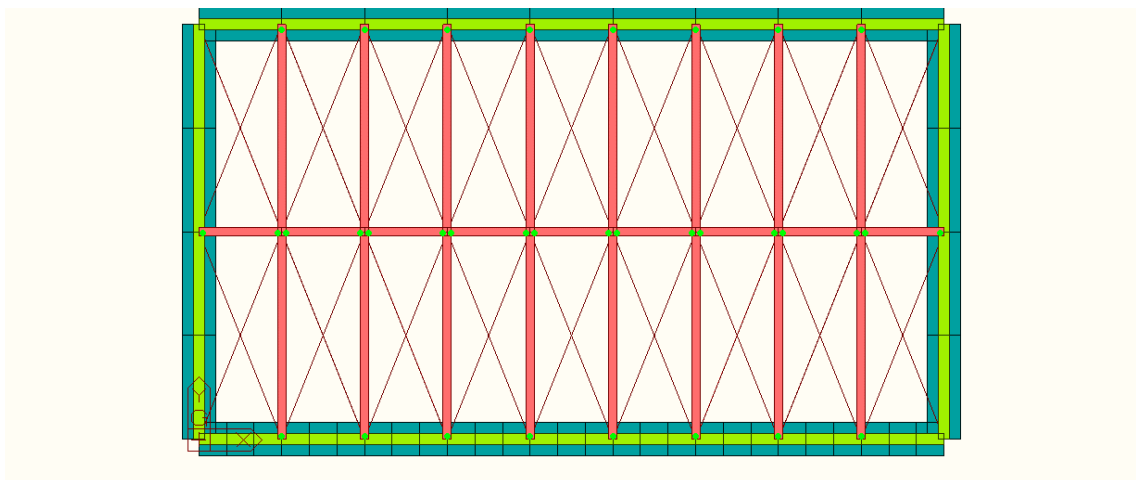


V.2-р зураг. Шилжилт (хүчитгэлийн өмнө)

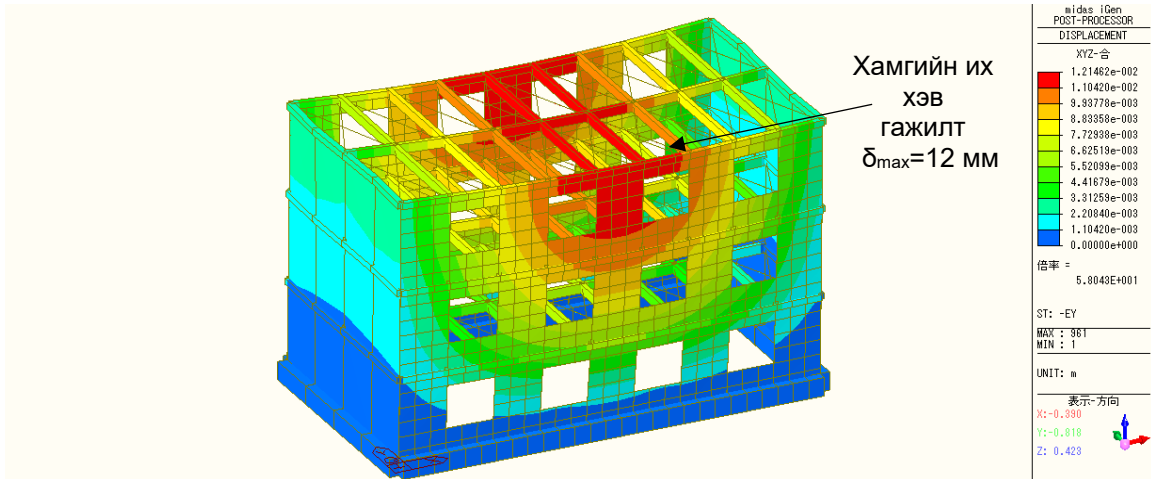
Өөрийн бус хавтгай дахь гулзайлтын момент $M=43.7 \text{ КН} \cdot \text{М}$



V.3-р зураг. Өөрийн бус хавтгай дахь гулзайлтын момент (хүчитгээгүй үед)

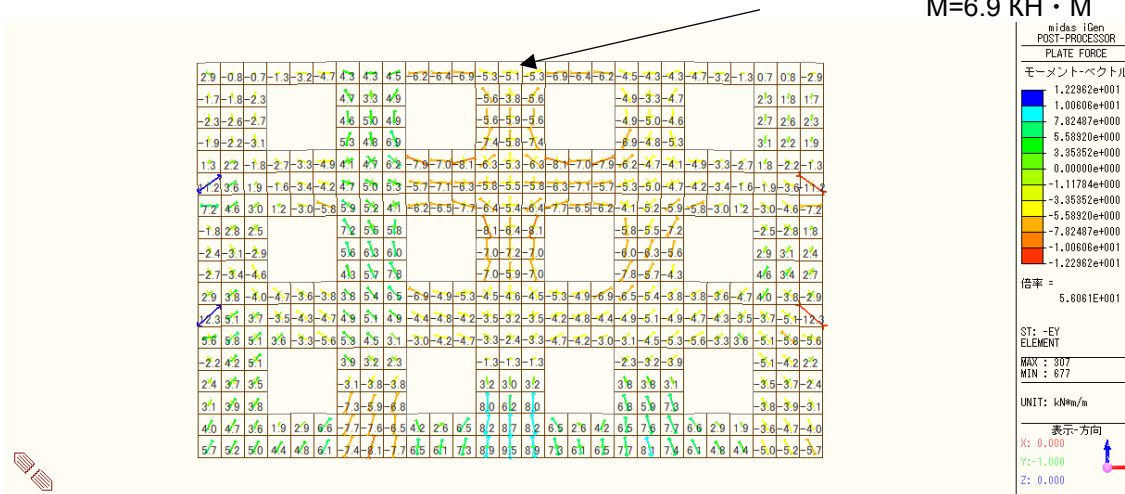


V.4-р зураг. Хучилтын метал холбоосон хүчитгэл

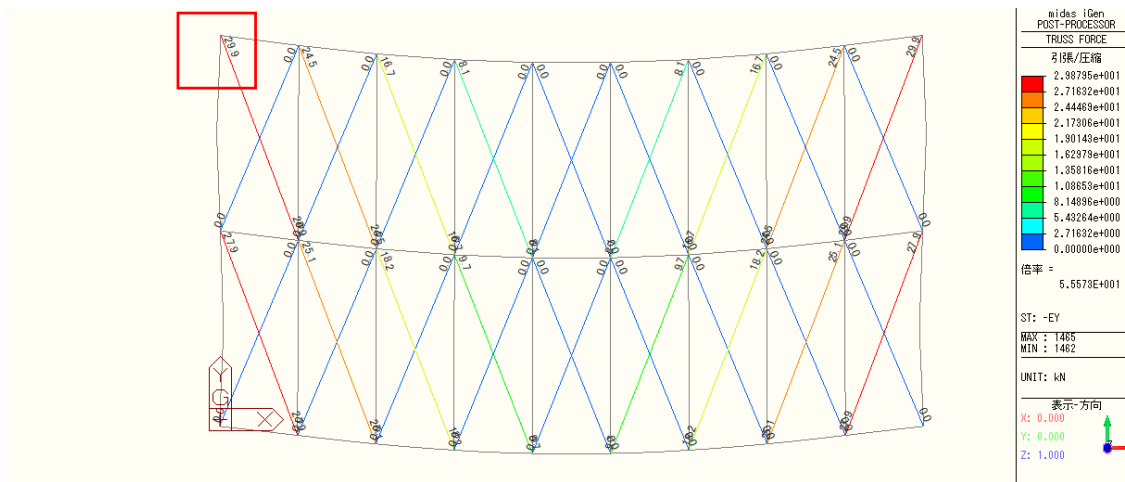


В.5-р зураг. Шилжилт (хүчитгэсний дараа)

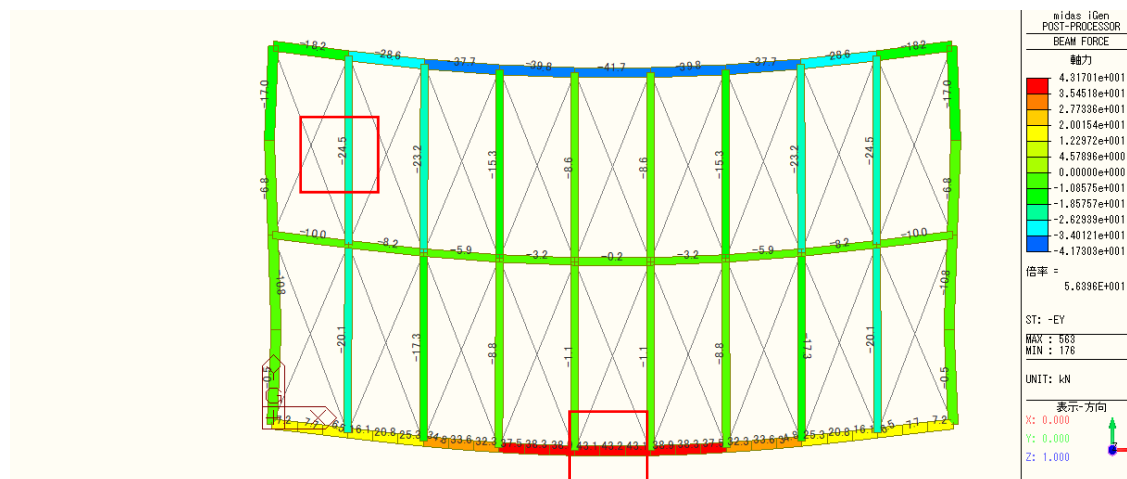
Өөрийн бус хавтгай дахь гулзайлт $M=6.9 \text{ КН} \cdot \text{М}$



В.6-р зураг. Өөрийн бус хавтгай дахь гулзайлтын момент (хүчитгэлийн дараа)



В.7-р зураг. Ган татуурга бүхий хэвтээ холбоосны дагуу хүч (29.9 КН)



В.8-р зураг. Төмөр бетон бүсний дагуу хүч (43.2 КН). Дам нурууны дагуу хүч (24.5 КН)

В.2. Төсөллөлт

Давхар дундын болон адрын хучилтыг хүчитгэснээр газар хөдлөлтийн хүчийг барилгын бусад бүтээцийн элементүүдэд дамжуулж ханын өөрийн бус хавтгайд үүсэх хэв гажилт, хүчдэлүүдийг зөвшөөрөгдөх хэмжээнд байлгах зорилготой. Хүчитгэл хийсний дараа бүтээцийн элементэд үүсэх хүчлэл ба холбоос хэсгийн бат бэх нь хангалттай эсэхийг шалгах шаардлагатай.

Ган татуурга бүхий хэвтээ холбоосон хүчитгэлийг дараах дарааллаар төсөллөнө.

- 1) Ган татуурга бүхий хэвтээ холбоос суурилуулсан барилгын загвараас элемент тус бүр дээр үүсэх хүчдэлүүдийг шалгана.
- 2) Ханын өөрийн бус хавтгайд газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварыг шалгана.

Дараах элементүүдэд үүсэх хүчдэлүүд нь бат бэхээсээ бага эсэхийг шалгана:

- барилгын төмөр бетон бүс,
- барилгын модон дам нуруу ба ханын уулзвар хэсгүүд,

Хавсралт Г (зөвлөмжийн)

Хүчитгэлийн жишээ-2

Г.1. Цахилгааны дэд станцын барилга:

Барилгын тухай товч танилцуулга:

Бүтээцийн төрөл: Тоосгон өрөгт бүтээц

Давхрын тоо: 1 давхар

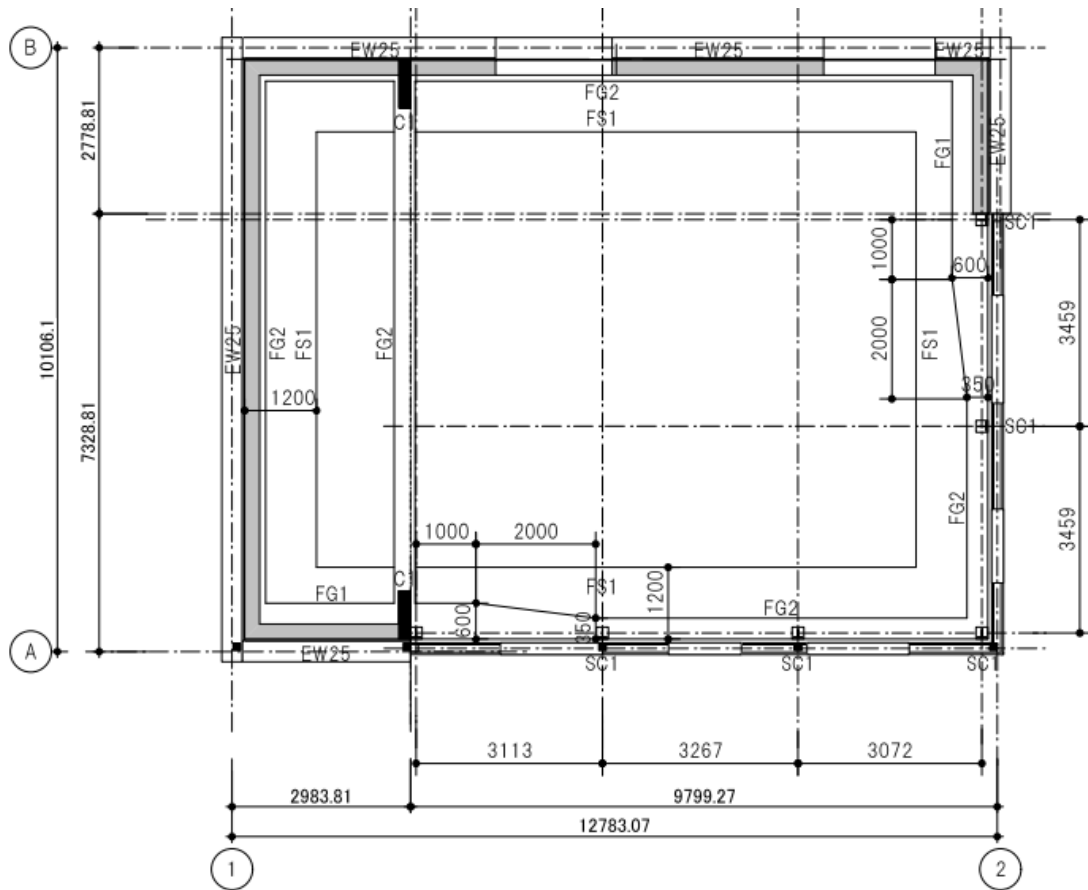
Барилгын нийт талбай: 129 м²

Хүчитгэхээс өмнөх байдал:

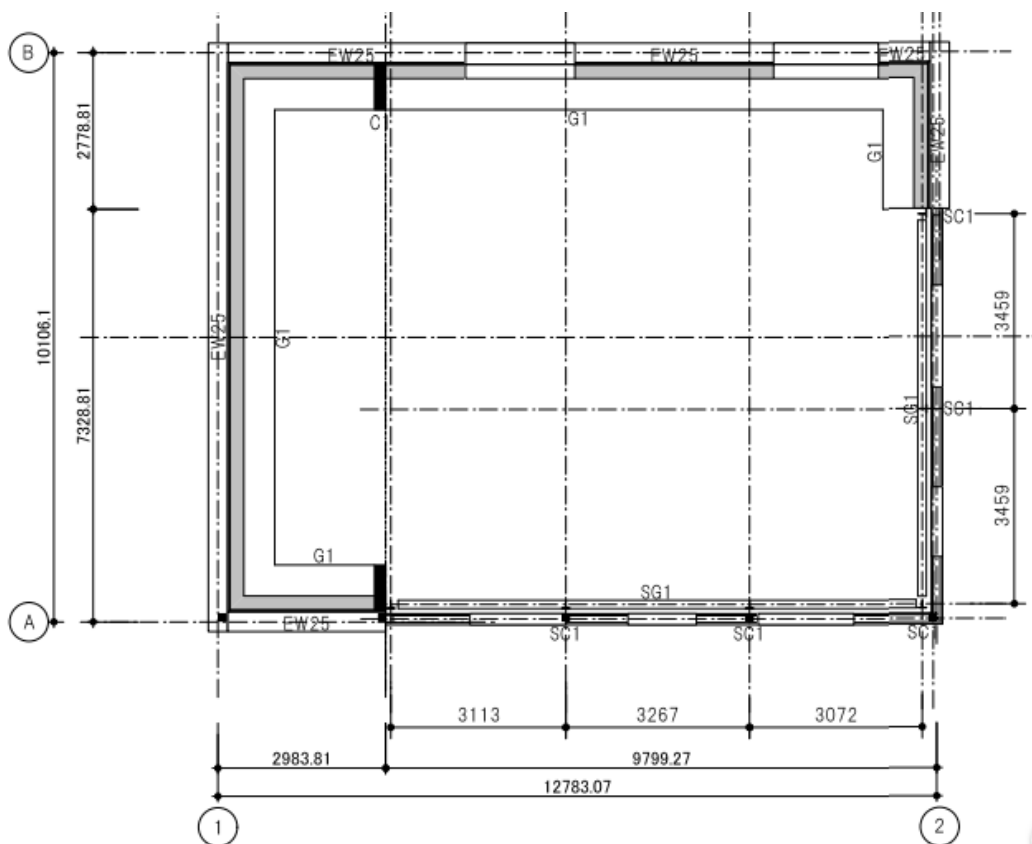
- тоосгон өрөгт ба модон хосолмол бүтээцтэйн улмаас мушгиралт үүсэх магадлал өндөр,
- адрын болон давхар дундын хучилтын хөшүүншил болон бат бэх бага,
- биет судалгаагаар авсан дээжийн шинжилгээгээр өргийн зурмагийн үеийн барьцалдах чадвар муу гарсан.

Г.2. Хүчитгэлд хэрэглэсэн аргачлал:

- өрөгт ханыг дотор талаас нь төмөр бетон ханаар цамцалсан,
- төмөр бетон ханын дээд хэсэгт төмөр бетон бүс хийж тоосгон ханатай нэг цулжилттай болгож өгснөөр өөрийн бус хавтгайн чиглэл дэх хэв гажилтыг хязгаарласан,
- модон баганын харалдаа ган багана шинээр суурилуулсан,
- төмөр бетон ханыг хүлээж авах суурийг шинээр цутгасан,
- өмнө гарсан ан цавыг эпоксидийн цавуугаар дүүргэсэн.



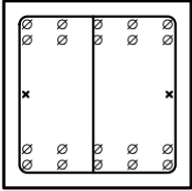
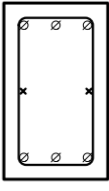
Г.1-р зураг. Суурийн байгуулалт



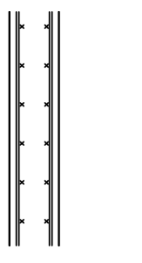
Г.2-р зураг. Ханын байгуулалт

Г.3. Хүчитгэсэн элементийн тодорхойлолт

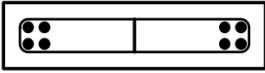
Суурийн дам нуруу

Марк	FG1	FG2
Огтлол		
	600x600	350x600
Дээд бүсний арматур	5D22 / 5D22	3D22
Доод бүсний арматур	5D22 / 5D22	3D22
Хом	D13@150	D13@200
Хажуу талын арматур	2D13	2D13

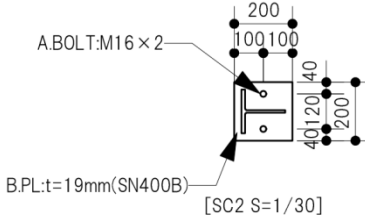
Тодруулсан хэсэг (Г.1, Г.2-р зураг) нь шинээр цутгасан төмөр бетон хана

Марк	EW25		
Зузаан (мм)	250		
Босоо арматур	D16@200		
Хөндлөн арматур	D16@200		
Нээлхий хүчитгэл арматур	Босоо	2D19	
	Хэвтээ	2D19	
	Ташуу	2D19	

Төмөр бетон дам нуруу

Марк	G1	
Огтлол	800x200	
Арматур	4D19	
Арматур	4D19	
Хом	D13@200	

Ган багана

Марк	SC1	
Огтлол	T-150x150x6.5x9	
Гангийн марк	SN400B	

Ган дам нуруу

Марк	SG1
Огтлол	L150x150x12
Гангийн марк	SS400
Анкер боолт	M16@1000 (нэг анкерын даац 30кН)

ГАРЧИГ

1.	Нийтлэг үндэслэл	1
1.1.	Ерөнхий зүйл.....	1
1.2.	Хэрэглэх хүрээ	1
1.3.	Норматив эшлэл	2
1.4.	Нэр томьёо ба тодорхойлолт.....	2
2.	Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээний дараалал.....	4
3.	Газар хөдлөлт тэсвэрлэх чадварыг тогтоох.....	5
3.1.	Ерөнхий зүйл.....	5
3.2.	Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг ханын өөрийн хавтгайд шалгах	5
3.2.1.	Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн хязгаарын индекс	5
3.3.	Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийг ханын өөрийн бус хавтгайд шалгах.....	5
3.3.1.	Газар хөдлөлтийн үйлчлэлээс ханын өөрийн бус хавгайд үүсэх моментыг тодорхойлох	6
4.	Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийг тооцох (ханын өөрийн хавтгай дахь үнэлгээ)	7
4.1.	Ерөнхий зүйл.....	7
4.2.	Барилгад биет судалгаа хийх	7
4.3.	Бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн суурь индекс E_0	8
4.3.1.	Суурь индекс E_0 -ийг тодорхойлох.....	8
4.3.2.	Бат бэхийн индекс	8
4.3.3.	Налархайн индекс.....	9
4.4.	Барилгын хэлбэрийн индекс	9
4.5.	Барилгын насжилтын индекс	12
5.	Хүчитгэл	15
5.1.	Ерөнхий зүйл.....	15
5.2.	Хүчитгэсний дараах бүтээцийн газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн индексийн шаардлагатай утгыг тогтоох.....	16
5.3.	Хүчитгэлийг төлөвлөх ба зураг төсөл боловсруулах	17
5.3.1.	Ерөнхий зүйл.....	17
5.3.2.	Хүчитгэлийн төрлүүд	17
5.3.3.	Шаардлагатай хүчитгэлийн хэмжээг тогтоох	18
5.4.	Хүчитгэлийн зураг төсөл	19
5.4.1.	Хүчитгэл хийх аргачлал 1 : төмөр бетоноор хүчитгэх (хамбуурдах).....	19
5.4.2.	Хүчитгэл хийх аргачлал 2 : хучилт хүчитгэх.....	20

Хавсралт А (зөвлөмжийн) Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээний тооцооны жишээ	22
Хавсралт Б (зөвлөмжийн)	
Газар хөдлөлт тэсвэрлэлтийн үнэлгээнд ашиглах карт	30
Хавсралт В (зөвлөмжийн) Хүчитгэлийн жишээ-1. Хучилтыг хүчитгэх.....	31
Хавсралт Г (зөвлөмжийн) Хүчитгэлийн жишээ-2	35

МОНГОЛ УЛСЫН БАРИЛГЫН ДҮРЭМ**АВТОЗАМ, ГҮҮР, ИНЖЕНЕРИЙН ХАНГАМЖИЙН СҮЛЖЭЭНД ГАЗАР
ХӨДЛӨЛТИЙН ЭРСДЛИЙГ ҮНЭЛЭХ АРГАЧЛАЛ****METHODOLOGY OF SEISMIC RISK ANALYSES EVALUATION OF ROAD, BRIDGE
AND ENGINEERING SUPPLY SYSTEM****1. ХЭРЭГЛЭХ ХҮРЭЭ**

Энэхүү барилгын дүрмийг одоо байгаа авто зам, гүүр, инженерийн шугам сүлжээний найдвартай ажиллагаа, насжилт, технологийн шинэчлэлт, хөрсний шинж чанарын өөрчлөлт (суулт, хөөлт, овойлт, ус шингээлт, хөлдөлт, лагжилт гэх мэт), материалын шинж чанар, угсралтын ажлын чанар, өмнө тохиолдож байсан гамшгийн мэдээлэл зэрэгт үндэслэн газар хөдлөлтийн хүч ба хохирлын хэмжээний хамаарлыг үзүүлэх эмзэг байдлын муруйг байгуулах замаар газар хөдлөлтийн үед эмзэг цэгүүдийг тогтоох, эрсдлийг үнэлэхэд хэрэглэнэ.

Мөн энэхүү барилгын дүрмийг ашиглан гамшгийн үеийн эрсдлийг зураглал боловсруулахад хэрэглэх боломжтой бөгөөд газар хөдлөлтийн хүч, хөрсний шугаман хурдатгалыг шугаман байгууламжийн урттай уялдуулан тухайн шугаман байгууламжийн нэгж урт тутамд учрах хохирол эвдрэлийг гарах магадлалыг тоогоор илэрхийлж нэгж талбарын хэмжээ дэх эрсдлийг тогтооход хэрэглэнэ.

Эрсдлийг үнэлэх үнэлгээний зорилго нь тухайн автозам, гүүр, инженерийн хангамжийн сүлжээ, түүний бүрэлдэхүүн хэсэг газар хөдлөлтийн тухайн байгууламжийн газар хөдлөлтийн үед үүсэх эвдрэл эрсдлийг тооцож гамшгаас урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээ авах, нөөц бүрдүүлэх, төлөвлөх явдал юм.

Энэхүү барилгын дүрэмд “Монгол Улсын Улаанбаатар хотын газар хөдлөлтийн гамшгийн эрсдэлээс хамгаалах чадавхийг бэхжүүлэх төсөл”-ийн судалгааны материал, итгэлцүүрүүдийг ашигласан бөгөөд өөр аргачлалаар эрсдлийн үнэлгээ хийх үйл ажиллагаа нь нээлттэй болно.

1.1 Үндсэн зарчим

Олон улсын түвшинд барилга байгууламжид газар хөдлөлтийн үед учрах эвдрэл, тухайн нэгж талбарын эмзэг байдлыг тогтоох, эрсдлийг тооцох, үнэлэх олон арга байдаг бөгөөд энэхүү барилгын дүрэмд газар хөдлөлтийн үеийн эрсдлийг “Эмзэг байдлын муруй” (Fragility curve) –г ашиглан үнэлэх аргачлалыг тусгасан болно.

Автозам, гүүр, инженерийн хангамжийн сүлжээнд газар хөдлөлтийн эрсдлийг үнэлэх “Эмзэг байдлын муруй”-н үндсэн зарчим нь одоо ашиглагдаж байгаа автозам, гүүр, инженерийн шугам сүлжээнд тодорхой судалгаа хийсний үндсэн

дээр газар хөдлөлтийн хүч ба хохирлын хэмжээний хамаарлыг үзүүлэх эмзэг байдлын муруйг байгуулах зарчмаар нэгж талбарын эрсдлийг үнэлэхэд оршино.

2. НОРМАТИВ ИШЛЭЛ

Энэхүү барилгын дүрэмд дараах хууль, тогтоомж, норм, норматив баримт бичгээс иш татсан бөгөөд эдгээрт өөрчлөлт орсон тохиолдолд хамгийн сүүлийн үеийн албан ёсны эх материалаас иш татна.

- Гамшгаас хамгаалах тухай хууль (2017) бүлэг 8. Гамшгийн үнэлгээ
- Барилгын тухай хууль (2016)
- “Ус хангамж. Гадна сүлжээ ба байгууламж” /БНБД 40-02-16/
- “Дулааны сүлжээ” /БНБД 41-02-13/
- “Ариутгах татуурга. Гадна сүлжээ ба байгууламж” /БНБД 40-01-14/
- “Барилга байгууламж, инженерийн шугам сүлжээний засвар ашиглалтын хугацааны жишиг норм” /БНБД 13-04-03/
- “Гүүрийн үзлэгийн гарын авлага”
- “Автозам, замын байгууламжийн техник ашиглалтын түвшинг тогтоох, үнэлэх аргачлал” MNS 6441 : 2014

3. НЭР ТОМЪЁО, ТОДОРХОЙЛОЛТ

Энэхүү барилгын дүрэмд холбогдох норм, нормативын баримт бичгийн нэр томъёоноос гадна доорх нэр томъёог ашигласан болно.

Барилга, байгууламж ¹	“Барилгын тухай” хуулийн 4.1.1 заалт
Инженерийн дэд бүтэц ²	“Барилгын тухай” хуулийн 4.1.33 заалт
Инженерийн шугам сүлжээ ³	“Барилгын тухай” хуулийн 4.1.35 заалт
Гамшгийн эрсдэл ⁴	“Гамшгаас хамгаалах тухай” хуулийн 4.1.4 заалт
Эмзэг байдлын муруй	Автозам, инженерийн шугам сүлжээнд газар хөдлөлтийн үеийн хөрсний хурдатгал болон нийт уртын хоорондын уялдаанд тулгуурлан нэгж уртад ноогдох эвдрэлийг илэрхийлсэн график үзүүлэлт
Газар хөдлөлтийн гамшгийн эрсдлийн	Газар хөдлөлтийн аюул, гүүр, автозам, инженерийн шугам сүлжээний одоогийн байдал, эрсдлийн хүчин зүйл зэрэг

¹ 4.1.1. “барилга байгууламж” гэж орон сууц, иргэн, үйлдвэр, эрчим хүч, харилцаа холбоо, ус, нефтийн барилга, ус суваг, далан хаалт зэрэг байгууламж түүний инженерийн шугам сүлжээг; /Энэ заалтад 2017 оны 5 дугаар сарын 12-ны өдрийн хуулиар өөрчлөлт оруулсан/

² 4.1.33. “инженерийн дэд бүтэц” гэж авто зам, төмөр зам, дүүжин зам, газрын доор, дээр байрлах замын байгууламж, бүх төрлийн инженерийн шугам сүлжээ, гамшиг, ослоос урьдчилан сэргийлэх энгийн болон инженерийн хийц, бүтээц бүхий байгууламжийг;

³ 4.1.35. “инженерийн шугам сүлжээ” гэж ус хангамж, цахилгаан, дулаан, ариутгах татуурга, цэвэрлэх байгууламж, газрын тос болон төрөл бүрийн хий дамжуулах хоолой, харилцаа холбооны төвлөрсөн байгууламжийг;

⁴ 4.1.4. “гамшгийн эрсдэл” гэж гамшгийн улмаас хүн ам, мал, амьтан, эд хөрөнгө, хүрээлэн байгаа орчинд учирч болзошгүй хохирлын магадлалыг;

зураглал	тодорхой ач холбогдолтой мэдээллийг нэгж талбар бүрт давхарлан үзүүлж тухайн байршлын аюул эрсдлийн хэм хэмжээг мэдэх боломжтой зураглал
Ашиглалтын төлөв байдал	тухайн цаг хугацаанд тухайн инженерийн хангамжийн сүлжээ нь холбогдох норм, норматив баримт бичгийн шаардлага хангаж байгааг эсэх. ⁵

4. ЕРӨНХИЙ ЗҮЙЛ

Газар хөдлөлтийн эрсдлийг үнэлэх “Эмзэг байдлын муруй” байгуулах аргачлал нь зөвхөн тухайн газар нутагт сонгосон нэг инженерийн шугам сүлжээнд хийгдэх онцлогтой. Энэ нь маш хялбар арга бөгөөд газар хөдлөлтийн эрсдлийг богино хугацаанд харуулахад хэрэглэдэг. Иймд нийслэл, хот суурин газрын бүрт тус тусад нь авто зам, гүүр, инженерийн шугам сүлжээ тус бүрт нь эрсдлийн үнэлгээ хийх шаардлагатай.

Авто зам, гүүр, инженерийн шугам сүлжээний газар хөдлөлтийн эрсдлийн үнэлэх аргачлалыг дэд бүтэц, инженерийн шугам сүлжээ тус бүрт өөр өөр аргачлалаар тодорхойлох бөгөөд аргачлалын үндсэн агуулгыг хүснэгт 1-ээс үзнэ үү.

Хүснэгт 1

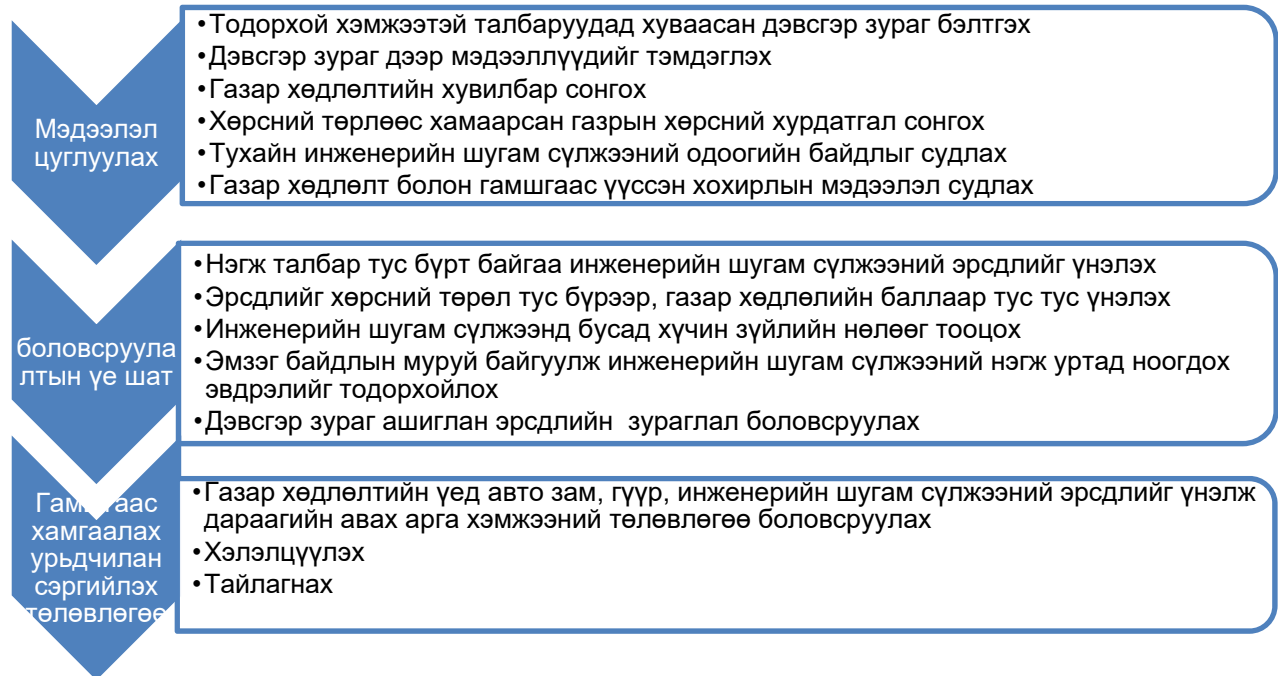
№	Авто зам, гүүр, инженерийн шугам сүлжээний төрөл	Эрсдлийн үнэлгээний аргачлал
1	Гүүр	Кубо, Катаяамагийн зохиосон хөрсний зэрэг, газар хөдлөлийн эрчмийн үндсэн хамааралд тулгуурласан хохирлын зэргийг тодорхойлох арга
2	Авто зам	Хөрсний шинж чанар болон газар хөдлөлтийн эрчмээс хамаарсан “Эмзэг байдлын муруй”-н арга
3	Ус хангамжийн шугам сүлжээ	ХАЗУС (HAZUS ⁶) программчлал дээр материалын төрөл, газар хөдлөлтийн эрчмээс хамаарсан стандарт эвдрэлийн хувь хэмжээнд тулгуурласан “Эмзэг байдлын муруй”-н арга
4	Ариутгах татуургын шугам сүлжээ	
5	Дулаан хангамжийн шугам сүлжээ	
6	Цахилгаан хангамжийн шугам сүлжээ	Цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын тулгуурын 100 ширхэг тутамд эвдрэх эвдрэлийн хувь хэмжээг шонгийн материалтай уялдуулж, газар хөдлөлтийн эрчмээс хамаарсан цахилгаан дамжуулах агаарын болон газар доорх шугамын хамгийн их болон дундаж эвдрэлийн хувь хэмжээнд тулгуурласан “Эмзэг байдлын муруй”-н арга

⁵ ЗГ-ын 2009 оны 74 дүгээр тогтоол. “Барилга, байгууламжийн норм, норматив баримт бичгийн ерөнхий тогтолцоо” 8.6. Ашиглагдаж байгаа барилга байгууламжийн хийц бүтээц, чанар, аюулгүй байдлын төлөвийг тогтоохдоо мөрдөгдөж байгаа норматив баримт бичгийг баримтална.

⁶ Гамшигын эрсдлийн үнэлгээний программ хангамж бөгөөд гамшигт нэрвээгдэх сонгогдсон талбайн өртөлт, аюулын түвшин буюу эрчим, эдийн засгийн болон бүтээцийн хохиролын эрсдлийг тодорхойлно.

Монгол улсын газар хөдлөлтийн гамшгийн эрсдлийн судалгааны баримт бичиг хангалттай байхгүй тул жишээ болгож бусад орны судалгааны материалыг өөрийн орны нөхцөлтэй уялдуулан дүйцүүлэн авч үзэж болно.

■ **Үйл ажиллагааны дарааллын тойм**



■ **Нөлөөлөх хүчин зүйлс**

Автозам, гүүр, инженерийн шугам сүлжээнд “Эмзэг байдлын муруй”-г ашиглан газар хөдлөлтийн эрсдлийг үнэлэх аргачлал нь дараахь үндсэн хүчин зүйл дээр тулгуурлана. Үүнд:

- Таамаглаж байгаа газар хөдлөлтийн хүч, хөрсний хурдатгал, хувилбарууд
- Тухайн шугаман байгууламжийн сууж байгаа хөрсний үндсэн шинж чанар, (төлөвлөлтийн үеийнхээс өөрчлөгдсөн байдал, хөөлт, суулт, эвдрэл, хөлдөлт, лагжилт, температур гэх мэт)
- Инженерийн шугам сүлжээний найдваршил, хамрах хүрээ, онцгой объектын зэрэглэл, ач холбогдол, насжилт, ашиглалтын байдал
- Өмнөх үеийн гамшгийн мэдээлэл, хохиролын хэмжээ
- Автозам, гүүрийн үндсэн хийц, бүтээц, инженерийн шугам сүлжээнд хэрэглэгдсэн материалын төрөл, ашиглалтын хугацаа, урт, бусад хүчин зүйлүүд
- Нэгж талбарт хувааж, тодорхой байршил, мэдээлэл агуулсан

Дээрх хүчин зүйлүүдэд тухайн цаг хугацаанаас өмнөх үеийн гамшгийн хохирлын хэмжээний мэдээлэл чухал болно. Манай орны хувьд эдгээр мэдээлэл нь байхгүй

тул бусад улсад тохиолдож байсан мэдээлэлд тулгуурлан судалгааны үндсэн дээр харьцуулж авч болно.

▪ Газар хөдлөлтийн үе авто зам, инженерийн шугам сүлжээний эмзэг байдлын муруй

Монгол улсын хувьд газар хөдлөлтийн бүртгэл, хохирлын хэмжээний талаарх мэдээлэл нь “эмзэг байдлын муруй”-г гаргахад хангалтгүй юм. Иймд Монгол Улсад хэрэглэгдэх муруйг гамшигт нэрвэгдэх сонгогдсон талбайн өртөлт, аюулын түвшин буюу эрчим, эдийн засгийн болон бүтээцийн хохирлын эрсдлийг тодорхойлох ХАЗУС (HAZUS⁷) программчлалд үндэслэсэн АНУ болон Япон улсад хэрэглэгддэг “эмзэг байдлын муруй”-д дээр тулгуурлан Монгол улсад хэрэглэгдэх муруйг гаргах шаардлагатай.

“Эмзэг байдлын муруй”-г байгуулахдаа дараах зүйлүүдийг харгалзан үзнэ.

- Газар хөдлөлтийн үед эвдэрсэн хохирлын хэмжээ;
- Муруйг байгуулахдаа эх үүсвэр буюу аль орны ямар муруйг авсан нь тодорхой байх;
- Өнөөгийн бодит байдлын судалгааг үндэслэн нэгж эвдрэлийн хэмжээг тодорхойлох;
- Хүчин зүйлүүд нь манай орны нөхцөл байдалтай тохирч байх;
- Газар хөдлөлтийн эрчмүүдийн үндсэн хамаарал;
- Байрзүйн зураглалын нэгж талбар тус бүрт тодорхойлох

гэх мэт болно.

“Эмзэг байдлын муруй” нь тухайн нутаг дэвсгэрийн сонгосон инженерийн шугам сүлжээний газар хөдлөлтийн үед үүсэх нөхцөл байдлыг харуулна.

Автозам, инженерийн шугам сүлжээний “Эмзэг байдлын муруй” байгуулах загварчлалыг хавсралт Б-гээс үзнэ үү.

“Эмзэг байдлын муруй”-г үндэслэн гамшгийн эрсдлийн зураглал гаргах боломжтой. Шугаман байгууламжийн одоогийн нөхцөл байдалд судалгааг үндэслэн нэгж талбарын талбайн хэмжээг тодорхойлно. Жишээ нь: 250х250 метр гэх мэт. Энэ нь тухай шугам сүлжээний нягтралаас хамаарна.

“Эмзэг байдлын муруй”-гаас нэгж талбарт байх шугам сүлжээний эвдрэлийн хэмжээнээс хамааруулан өнгөн тэмдэглэгээ хийж болно. Энэ нь нийт зураглалын хэмжээнд аль их эвдрэлтэй хэсгийг харж болох бөгөөд дараагийн шатны арга хэмжээ авах үндсэн баримт бичиг болно. Мөн газар хөдлөлт гамшиг болсны дараа хаана аль цэг дээр ажиллах, хэдий хэмжээний нөөц, хүн хүч, машин механизм, зохион байгуулалтын арга хэмжээг тодорхойлж болно.

⁷ Гамшгийн эрсдлийн үнэлгээний программ хангамж бөгөөд гамшигт нэрвэгдэх сонгогдсон талбайн өртөлт, аюулын түвшин буюу эрчим, эдийн засгийн болон бүтээцийн хохиролын эрсдлийг тодорхойлно.

5. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ҮЕД ГҮҮРЭНД ЭВДРЭЛ ҮҮСЭХ ЭРСДЛИЙН ҮНЭЛГЭЭ

Газар хөдлөлтийн үед гүүрэнд эвдрэл үүсэх эрсдлийн үнэлгээг гүүрийн гн лөлтийн үед гүүрэнд эвдрэл үүсэх г биет туршилтад тулгуурласан үнэлгээний модуль (Кубо, Катаяамагийн аргачлал⁸)-ийг ашиглан гүүрэнд эвдрэл үүсэх цаашлаад унах магадлалыг үнэлж эрсдлийн үнэлгээн длалыг үнэлшд тулгуурласан болно.

Гүүр нурах магадлалыг үнэлэхдээ хэд хэдэн гүүрэнд хийсэн статистик ба динамик шинжилгээний үр дүнг үндэслэн хохирлын зэргийг тогтоох аргыг хэрэглэн үнэлнэ. Үнэлгээг тухайн гүүр байгаа орчны хөрсний ангилал, хөрсний эвдрэл, гүүрний хэлбэр, тулаасын төрөл, газар хөдлөлтийн хүчний шаталбар, материал, судалгааны аргачлал, загварчлал, бодит байдал зэргээс хамаарч онооны зарчмаар үнэлж хохирлын зэргийг доорх байдлаар тогтооно.

А - Нурах, эсвэл бүтцэд их хэмжээний хэв гажилт, хэлбэрийн өөрчлөлттэй.

В - Хэсэгчилсэн хэв гажилт, хэлбэрийн өөрчлөлттэй.

С - Хохиролгүй, бага хэмжээний өөрчлөлттэй ба нөлөөлөхгүй.

Тайлбар: Гүүр унах магадлалын тухайд, С зэргийн хохирол нь гүүр унах магадлалгүй гэж үзэх ба В зэргийг унах магадлал бага, А зэргийг унах магадлал өндөртэй гэж үзнэ.

Үнэлгээний үзүүлэлт, ангилал, үнэлгээний тоон утгыг хүснэгт 2. үзүүлэв.

Хүснэгт 2

№	Үзүүлэлтүүд	Ангилал	Үзүүлэлтийн тоон утга
1	Хөрсний газар хөдлөлтийн шинж чанараар ангилсан зэрэг ⁹	I	0.5
		II	1.0
		III	1.5
2	Хөрсний суулт (хөрсний усанд автах байдал)	Байхгүй	1.0
		Байх магадлалтай	1.5
		үүссэн	2.0
3	Гүүрийн хэлбэр (дамнурууны төрлөөр)	Арк эсвэл хөшүүн (консол)	1.0
		Үргэлж дам нуруут	2.0
		Энгийн	3.0
4	Тулгуур	Газар хөдлөлтийн арга хэмжээ авсан	0.6
		Уламжлалт	1.0
		Энгийн	1.15
5	Тулгуурын өндөр	5 метрээс бага	1.0
		5 метрээс 10 метр хүртэл	Интерполяцийн аргаар тодорхойлно.

⁸ Кубо ба Катаяама нарын 1997 онд зохиосон аргачлал

⁹ "Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм" БНБД 22-01-01*/2006-гийн тайлбар /БД 22-101-07/ -ын 1.4 дүгээр заалт 1-р хүснэгт

		10 метрээс их	1.7
6	Тулгуурын алгаслалын тоо	1	1.0
		2 болон түүнээс их	1.75
7	Дээд хэсгийн өргөн	өргөн	0.8
		хязгаарлагдмал	1.2
8	Газар хөдлөлтийн эрчим ¹⁰	7 баллаас бага	0.7
		7-8	1.0
		8-9	1.7
		9-9.5	2.4
		9.5-10	3.0
9	Суурь	10 баллаас их	3.5
		Бусад	1.0
9	Суурь	хүчитгэсэн шон	1.4
		Тоосго эсвэл төмөр бетон	1.4
10	Материал	бусад	1.0

Тайлбар:

1. Одоогийн байдлын судалгааны үндсэн дээр үндэслэлтэй бол тоон үзүүлэлтүүдийг өөрчилж болно.
2. Кубо, Катаяамагийн аргачлалд үндэслэж гаргасан мэдээлэл болно.

Гүүр нурах (эрсдэлийн) магадлалын үнэлгээ ба хохирлын зэргийг тодорхойлолтыг хүснэгт 3-оос үзнэ үү.

Хүснэгт 3

№	Хохирлын зэрэг	Үзүүлэлтүүдийн нийлбэр
1	A	55-аас дээш тоон үзүүлэлт
2	B	35-аас 55 хүртэл тоон үзүүлэлт
3	C	35-аас доош тоон үзүүлэлт

¹⁰ МСК-64 шаталбараар

6. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ҮЕД АВТО ЗАМД ЭВДРЭЛ ҮҮСЭХ ЭРСДЛИЙН ҮНЭЛГЭЭ

Газар хөдлөлтийн үед авто замд эвдрэл үүсэх эрсдлийн үнэлгээг хөрсний төрлийг харгалзсан нийт замын уртад эвдрэх магадлалыг ашиглан тодорхойлно. Энэ аргачлал нь газар хөдлөлийн эрчим ба хөрсний оргил хурд ашиглан тооцсон байна.

Монгол орны хувьд мөрдөгддөг газар хөдлөлтийн MSK-64 шатлалыг хөрсний оргил хурдтай уялдуулсан хамаарлыг Хавсралт А-гаас үзнэ үү.

Замын эвдрэлийн магадлалын итгэлцүүр¹¹-ийг хөрсний газар хөдлөлтийн шинж чанараар ангилсан зэрэг, хөрсний оргил хурдтай уялдуулан хүснэгт 4-т харуулав.

Хүснэгт 4

Хөрсний оргил хурд V_{max} (cm/s)	Хөрсний газар хөдлөлтийн шинж чанараар ангилсан зэрэг		
	I	II	III
$116 \leq V_{max} \leq 171$	0.11	0.16	0.25
$64 \leq V_{max} < 116$	0.09	0.13	0.20
$35 \leq V_{max} < 64$	0.07	0.10	0.16
$20 \leq V_{max} < 35$	0.05	0.07	0.12
$11 \leq V_{max} < 20$	0.03	0.04	0.06

Тайлбар:

1. Авто замын биет судалгаагаар 1км замд 100 м хүртэлх эвдрэлтэй бол эвдрэлтийн магадлалын итгэлцүүрийг 50%-иар, 200 м хүртэлх – 75%-иар, 300 м-ээс дээш бол 100%-иар нэмэгдүүлж авна.
2. Авто замын техник ашиглалтын түвшин нь “Автозам, замын байгууламжийн техник ашиглалтын түвшинг тогтоох, үнэлэх аргачлал” MNS 6441:2014 стандартын хүснэгт 8-д заасны дагуу түвшин нь 59 хүртэл бол 25%-иар, 40 хүртэл бол 50%-иар нэмэгдүүлж авна.
3. Авто замын даац хэтрүүлэлт, цэвдэг хөрсний нөлөөллийг тооцож үндэслэлтэй бол нэмэгдүүлж авч болно.

Зам эвдрэх хэсгийг доорхи томъёогоор тооцно.

$$\text{зам эвдрэх хэсэг} = \text{замын урт} \cdot \text{эвдрэлийн магадлал} \quad (2)$$

Энд: *замын урт* – эрсдлийн үнэлгээ хийж байгаа замын нийт урт /км/
эвдрэлийн магадлал – нэгж уртад эвдрэх замын урт /км/ эмзэг байдлын муруйгаас авна.

Улаанбаатар хотын Автозамын эмзэг байдлын муруйн жишээг Хавсралт В-гээс үзнэ үү.

¹¹ “Монгол Улсын Улаанбаатар хотын газар хөдлөлтийн гамшгийн эрсдлээс хамгаалах чадавхийг бэхжүүлэх төсөл”-ийн судалгааны ажлын тайлангаас авав.

7. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ҮЕД УС ХАНГАМЖИЙН СҮЛЖЭЭНД ЭВДРЭЛ ҮҮСЭХ ЭРСДЛИЙН ҮНЭЛГЭЭ

Ус хангамжийн шугам сүлжээний эрсдлийн үнэлгээний нөлөөлөх хүчин зүйлүүдэд:

- Газар хөдлөлтийн эрчим
- Зураг төслийн дагуу барилга угсралтын ажил гүйцэтгэсэн эсэх
- Материалын төрөл
- Дамжуулах хоолойн насжилт
- Ашиглалтын төлөв байдал
- Дамжуулах хоолойн голч
- Өмнө дамжуулах хоолойд гамшгийн үед гарч байсан хохирол, гэмтлийн мэдээлэл зэрэг болно.

Ус хангамжийн шугам сүлжээний дамжуулах хоолойн трассын дагуу газар хөдлөлтийн үед тохиолдох хохирлын хэмжээг (3) томъёогоор тодорхойлно.

$$\text{Дамжуулах хоолой эвдрэх хэсэг} = \text{дамжуулах хоолойн урт} \cdot Rsm \quad (3)$$

Энд: дамжуулах хоолойн урт – эрсдлийн үнэлгээ хийж байгаа дамжуулах хоолойн нийт урт /км/
Rsm - Хохирлын хувь /км/, доорх томъёогоор тодорхойлно.

$$Rsm = Cl \cdot Cpd \cdot Rs \quad (4)$$

Энд: Cl – хөрс нь усаар ханах, шингэрэлтийг (liquefaction) тооцсон итгэлцүүр, Улаанбаатар хотын хувьд Cl=1.0 байна.

Cpd : Хоолойн төрөл ба голчоос хамаарсан итгэлцүүр¹².
хүснэгт 5-өөс авна.

Хүснэгт 5

Дамжуулах хоолойн материалын төрөл	Дамжуулах хоолойн голч				
	100 мм хүртэл	100 мм-ээс 250 мм хүртэл	300 мм-ээс 450 мм хүртэл	500 мм-ээс 900 мм хүртэл	1000 мм-ээс дээш
Цувих аргаар үйлдвэрлэсэн ган хоолой Ductile iron	0.6	0.3		0.09	0.05
Ширэм Cast iron	1.7	1.2	0.4		0.15
Ган хоолой	0.84	0.42	0.24		
Хуванцар	1.5				
Асбест цементэн хоолой	6.9	2.7	1.2		

Тайлбар:

1. Одоогийн нөхцөл байдалд дүн шинжилгээ хийсний үндсэн дээр үндэслэлтэй бол тодорхой хувиар нэмэгдүүлж болно.

¹² “Монгол Улсын Улаанбаатар хотын газар хөдлөлтийн гамшгийн эрсдлээс хамгаалах чадавхийг бэхжүүлэх төсөл”-ийн судалгааны ажлын тайлангаас авав.

R_s - стандарт хохирлын хувь,

$$R_s = 2.24 \cdot 10^{-3} \cdot (V_{max} - 20)^{1.51} \quad (5)$$

Энд: V_{max} – Хөрсний оргил хурд.

Стандарт хохирлын хувь (R_s , цэг/км) болон аюулын зэрэг, хоолойн төрөл, голчийг тооцоолон засварлах бичилт хийж, тооцно.

Улаанбаатар хотын ус хангамжийн шугам сүлжээний эмзэг байдлын муруйн жишээг Хавсралт Г-гээс үзнэ үү.

8. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ҮЕД АРИУТГАХ ТАТУУРГЫН СҮЛЖЭЭНД ЭВДРЭЛ ҮҮСЭХ ЭРСДЛИЙН ҮНЭЛГЭЭ

Ариутгах татуургын шугам сүлжээний эрсдлийн үнэлгээ нь тухайн шугам сүлжээний насжилт, материалын төрөл, дамжуулах хоолойн голч, суулгалтын гүн, ашиглалтын төлөв байдал, шугам сүлжээний хамгаалалтын бүсийн зөрчил, бусад шугам сүлжээтэй огтлолцсон байдал болон зэрэгцээ байршлын хол ойр хөрсний төрөл, хөдлөлтийн эрчим, эвдрэл хохирлын мэдээлэл зэргээс хамаарна.

Ариутгах татуургын шугам сүлжээний дамжуулах хоолойн трассын дагуу газар хөдлөлийн үед тохиолдох хохирлын хэмжээг (6) томъёогоор тодорхойлно.

$$\text{Дамжуулах хоолой эвдрэх хэсэг} = \text{дамжуулах хоолойн урт} \cdot R_{sm} \quad (6)$$

Энд: дамжуулах хоолойн урт – эрсдлийн үнэлгээ хийж байгаа дамжуулах хоолойн нийт урт /км/

R_{sm} - Хохирлын хувь /км/, дамжуулах хоолойн төрөл ба газар хөдлөлтийн эрчмээс хамаарсан итгэлцүүр¹³ хүснэгт 6-аас авна.

Хүснэгт 6

№	Дамжуулах хоолойн материалын төрөл	Газар хөдлөлтийн эрчим V_{max}				
		$11 \leq V_{max} < 20$	$20 \leq V_{max} < 35$	$35 \leq V_{max} < 64$	$64 \leq V_{max} < 116$	$116 \leq V_{max}$
1	Керамик	20.9	33.8	43.2	53.5	62.7
2	Хуванцар	19.0	30.8	39.3	48.6	57.0
3	Бусад	7.6	12.1	14.6	18.1	21.2

Тайлбар:

- Энд хөрсний шингэрэлт явагдахгүй гэж тооцсон бөгөөд БНБД 22-01-01*/2006/2013 барилгын норм ба дүрмийн 5.37 заасны дагуу усны барилга, байгууламжийн ул хөрс нь усаар ханасан барьцалдалгаагүй хөрс байгаа тохиолдолд газар хөдлөлтийн үед шингэрэлт үүсэж болох эсэхэд үнэлэлт дүгнэлт өгнө.
- Дамжуулах хоолойн төрлийг голчлон хэрэглэгдэх төрлөөр ангилсан бөгөөд ган, цутгамал төмөр бетон хоолойг бусад төрлийн гэж авав.
- Одоогийн нөхцөл байдалд дүн шинжилгээ хийсний үндсэн дээр үндэслэлтэй бол тодорхой хувиар нэмэгдүүлж болно.

Улаанбаатар хотын ариутгах татуургын шугам сүлжээний эмзэг байдлын муруйн жишээг Хавсралт Д-гээс үзнэ үү.

¹³ “Монгол Улсын Улаанбаатар хотын газар хөдлөлтийн гамшгийн эрсдлээс хамгаалах чадавхийг бэхжүүлэх төсөл”-ийн судалгааны ажлын тайлангаас авав.

9. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ҮЕД ЦАХИЛГААН ШУГАМ СҮЛЖЭЭНД ЭВДРЭЛ ҮҮСЭХ ЭРСДЛИЙН ҮНЭЛГЭЭ

Цахилгаан дамжуулах сүлжээний хувьд газар хөдлөлтийн үед эвдрэл үүсэх эрсдлийн үнэлгээг:

- цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын шонгийн материалын төрөл (модон, төмөр бетон, төмөр), газар хөдлөлтийн үед үүсэх хөрсний оргил хурдатгалаас хамаарч 100 ширхэг шон тутамд хэдэн шон эвдрэх магадлал дээр,
- цахилгаан дамжуулах шугамын хувьд газар хөдлөлтөд эвдрэл үүсэх эрсдлийг газар хөдлөлтийн үеийн хөрсний оргил хурдатгал болон цахилгаан дамжуулах шугамын байрлал (агаарын эсвэл газар доорх)-аас хамаарч эмзэг байдлын муруй байгуулах замаар эрсдлийн үнэлгээг хийсэн болно.

Газар хөдлөлтийн үед цахилгаан шугам сүлжээнд эвдрэл үүсэх магадлалыг доорх томъёогоор тооцно.

$$\text{Эвдрэх шонгийн тоо} = \text{шонгийн тоо} \cdot \text{хохирлын хувь} \quad (7)$$

- Энд: - Шонгийн тоо-эрсдлийн үнэлгээ хийж буй цахилгааны шугам сүлжээний хэсэгт байх шонгийн тоо
 - 100 ширхэг шон тутамд эвдрэх эвдрэлийн хэмжээ,

1) Цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын шон

Газар хөдлөлийн үед үүсэх хөрсний оргил хурдатгалын хэмжээг шонгийн материалын төрлөөс хамааруулан тооцох аргачлалыг ашигласан болно.

Хүснэгт 7

Цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын 100 ширхэг шон тутамд эвдрэх эвдрэлийн хэмжээ

№	Шонгийн материалын төрөл	Хөрсний оргил хурдатгал PGA /gal/					
		PGA≤150	151<PGA≤300	301<PGA≤400	401<PGA≤600	601<PGA≤800	801<PGA
1	Төмөр бетон	0.0	0.0	0.04	0.13	1.0	3.2
2	Мод	0.0	0.0	0.02	0.05	0.4	1.3
3	Төмөр	0.0	0.0	0.02	0,07	0,5	1.6

Тайлбар:

1. Монгол Улсын хэмжээнд газар хөдлөлтөөс үүссэн эвдрэл, хохирлын мэдээлэл байхгүй тул Японы Кобэ, Нийгата, Мияагийн газар хөдлөлтийн мэдээлэл тулгуурласан болно.
2. Хөрсний оргил хурдатгал, MSK-64 шаталбарын хоорондын хамаарлыг Хавсралт А-аас үзнэ үү.
3. Одоогийн нөхцөл байдалд дүн шинжилгээ хийсний үндсэн дээр үндэслэлтэй бол тодорхой хувиар нэмэгдүүлж болно.

2). Цахилгаан дамжуулах агаарын шугам

Газар хөдлөлтийн үед цахилгаан дамжуулах агаарын шугамд эвдрэл үүсэх эрсдлийн үнэлгээнд ХАЗУС (HAZUS) программчлалын хамгийн их эвдрэлийн болон дундаж эвдрэлийн үзүүлэлт дээр тулгуурлан эмзэг байдлын муруйг байгуулан тодорхойлно.

Цахилгаан дамжуулах агаарын шугамд газар хөдлөлтийн үед хамгийн их эвдрэлийн хувь хэмжээ (100 метр тутамд)

Хүснэгт 8

Хөрсний оргил хурдатгал PGA (cm/s ²)	Эвдрэлийн хувь хэмжээ ¹⁴ (%)
196	0.5
245	1.5
294	3.0
343	5.1
392	7.5
441	9.6
490	11.1
539	12.9
588	16.1
637	21.3
686	28.2
735	35.2
784	41.3
833	46.2
882	50.1
931	53.7
980	57.3
1029	61.1
1078	64.9
1127	68.5
1176	71.6
1225	74.1
1274	76.0
1323	77.4
1372	78.4

Тайлбар:

1. Одоогийн нөхцөл байдалд дүн шинжилгээ хийсний үндсэн дээр үндэслэлтэй бол тодорхой хувиар нэмэгдүүлж болно.
2. Хөрсний оргил хурдатгал, MSK-64 шаталбарын хоорондын хамаарлыг Хавсралт А-аас үзнэ үү.

Цахилгаан дамжуулах агаарын шугамд газар хөдлөлтийн үед үүсэх дундаж эвдрэлийн хувь хэмжээ (100 метр тутамд)

Хүснэгт 9

Хөрсний оргил хурдатгал PGA (cm/сек ²)	225	350	500	700	1000	1500
Эвдрэлийн хувь хэмжээ ¹² (%)	0.01	0.3	1.2	8.5	27.0	27.0

¹⁴ Газар хөдлөлтийн үед цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын хохирлын мэдээлэл Монгол Улсад байхгүй тул гамшгийн мэдээллийг ХАЗУС (HAZUS) болон Япон улсын Токио хотын захиргаа, Онцгой байдлын газар, Сайтама мужын хохирлын мэдээлэлд тулгуурласан болно.

Тайлбар:

1. Одоогийн нөхцөл байдалд дүн шинжилгээ хийсний үндсэн дээр үндэслэлтэй бол тодорхой хувиар нэмэгдүүлж болно.
2. Хөрсний оргил хурдатгал, MSK-64 шаталбарын хоорондын хамаарлыг Хавсралт А-гаас үзнэ үү.

3) Цахилгаан дамжуулах газар доорх шугам

Цахилгаан дамжуулах газар доорх шугамд эвдрэл үүсэх эрсдлийн үнэлгээнд ХАЗУС (HAZUS) программчлалын хамгийн их эвдрэлийн болон дундаж эвдрэлийн үзүүлэлт дээр тулгуурлан эмзэг байдлын муруйг байгуулан тодорхойлно.

Цахилгаан дамжуулах газар доорх шугамд газар хөдлөлтийн үед хамгийн их эвдрэл үүсэх хувь хэмжээ (100 метр тутамд)

Хүснэгт 10

Хөрсний оргил хурдатгал PGA (см/сек ²)	400	500	738.6	2481.6
Эвдрэлийн хувь хэмжээ ¹⁵ (%)	0.001	0.8	6.0	16.0

Тайлбар:

1. Одоогийн нөхцөл байдалд дүн шинжилгээ хийсний үндсэн дээр үндэслэлтэй бол тодорхой хувиар нэмэгдүүлж болно.
2. Хөрсний оргил хурдатгал MSK-64 шаталбарыг хоорондын хамаарлыг Хавсралт А-аас үзнэ үү.

Цахилгаан дамжуулах газар доорх шугамд газар хөдлөлтийн үед үүсэх дундаж эвдрэлийн хувь хэмжээ (100 метр тутамд)

Хүснэгт 11

Хөрсний оргил хурдатгал PGA (см/с ²)	400	500	738.6	2481.6
Эвдрэлийн хувь Хэмжээ ¹³ (%)	0.001	0.04	0.3	4.7

Тайлбар:

1. Одоогийн нөхцөл байдалд дүн шинжилгээ хийсний үндсэн дээр үндэслэлтэй бол тодорхой хувиар нэмэгдүүлж болно.
2. Хөрсний оргил хурдатгал, MSK-64 шаталбарыг хоорондын хамаарлыг Хавсралт А-аас үзнэ үү.

Улаанбаатар хотын цахилгаан шугам сүлжээний эмзэг байдлын муруйн жишээг Хавсралт Е-гээс үзнэ үү.

¹⁵ Газар хөдлөлтийн үед цахилгаан дамжуулах газар доорх шугамын хохирлын мэдээлэл Монгол Улсад байхгүй тул гамшигийн мэдээллийг ХАЗУС (HAZUS) болон Япон улсын Токио хотын захиргааны гаргасан хохирлын мэдээнд тулгуурласан болно. (1997)

10. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ҮЕД ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН ШУГАМ СҮЛЖЭЭНД ЭВДРЭЛ ҮҮСЭХ ЭРСДЛИЙН ҮНЭЛГЭЭ

Дулаан хангамжийн сүлжээний эрсдлийн үнэлгээний нөлөөлөх хүчин зүйлүүдэд газар хөдлөлтийн эрчим, дамжуулах хоолойн насжилт, сувагт эсвэл ил угсрагдсан эсэх зэргээс хамаарна.

Мөн зураг төслийн дагуу барилга угсралтын ажил гүйцэтгэсэн эсэх, материалын төрөл, ашиглалтын төлөв байдал, дамжуулах хоолойн голч, өмнө дамжуулах хоолойд газар хөдлөлтийн гамшгийн үед үүсч байсан хохирлын мэдээлэлтэй уялдуулан эмзэг байдлын мурйг байгуулна.

Дулаан хангамжийн шугам сүлжээний дамжуулах хоолойн трассын дагуу газар хөдлөлтийн үед тохиолдох хохирлын хэмжээг ус хангамжийн шугам сүлжээнд хэрэглэсэн аргачлалаар тодорхойлсон болно.

$$\text{Дамжуулах хоолой эвдрэх хэсэг} = \text{дамжуулах хоолойн урт} \cdot R_{sm} \quad (8)$$

Энд: дамжуулах хоолойн урт – эрсдлийн үнэлгээ хийж байгаа дамжуулах хоолойн нийт урт /км/

R_{sm} - Хохирлын хувь /км/, (4) томъёотой ижил

C_{pd} : Хоолойн төрөл ба голчоос хамаарсан итгэлцүүр¹⁶. хүснэгт 12-оос авна.

Хүснэгт 12

Дамжуулах хоолойн материалын төрөл	Дамжуулах хоолойн голч				
	100 мм хүртэл	100 мм-ээс 250 мм хүртэл	300 мм-ээс 450 мм хүртэл	500 мм-ээс 900 мм хүртэл	1000 мм-ээс дээш
Цувих аргаар үйлдвэрлэсэн ган хоолой Ductile iron	0.6	0.3		0.09	0.05
Ган хоолой	0.84	0.42	0.24		

Тайлбар:

1. Одоогийн нөхцөл байдалд ашиглалтын байгууллага дүн шинжилгээ хийсний үндсэн дээр үндэслэлтэй бол тодорхой хувиар нэмэгдүүлж болно.
2. Стандарт хохирлын хувь (R_s , цэг/км) болон аюулын зэрэг, хоолойн төрөл, голчийг тооцоолон засварлах бичилт хийж байж тооцно.

¹⁶ “Монгол Улсын Улаанбаатар хотын газар хөдлөлтийн гамшгийн эрсдлээс хамгаалах чадавхийг бэхжүүлэх төсөл”-ийн судалгааны ажлын тайлангаас авав.

Газар хөдлөлтийн эрчмийн хамаарал

Энэхүү барилгын дүрэмд газар хөдлөлтийн эрчмийг MSK-64 шаталбар, Япон улсад хэрэглэгддэг шаталбар, газрын хөрсний оргил хурд болон хурдатгал зэрэгт үндэслэсэн бөгөөд Монгол улсад хэрэглэгдэх MSK-64 шаталбарыг Японы газар хөдлөлтийн шаталбарт доорх томъёогоор хөрвүүлнэ.

$$MSK - 64 = 1.5 \cdot I_{JMA} + 0.75 \quad (9)$$

Энд: I_{JMA} - Японд хэрэглэгддэг газар хөдлөлтийн шаталбар

$$I_{JMA} = 1.1931 \cdot \log(PGV) + 2.519 \quad (10)$$

Энд: PGV – Хөрсний оргил хурд

Хөрсний оргил хурдыг (10) томъёоноос тодорхойлж хүснэгтэд үзүүлэв.

Хөрсний оргил хурдатгалыг “Газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зураг ашиглах норм, дүрэм” /БНБД 22-04-16/ барилгын норм ба дүрмийн 4.7 заалтад хүснэгт 1-д заасан хамаарлын дагуу авна.

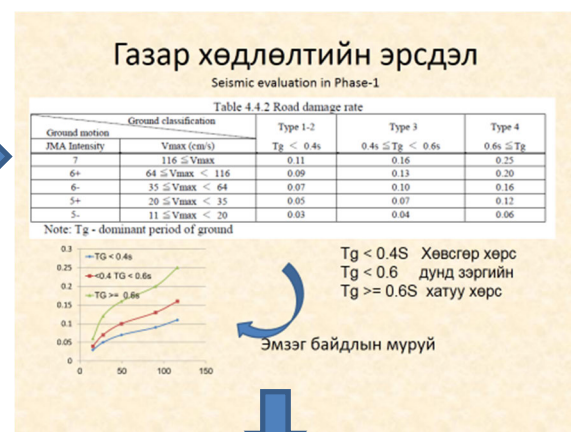
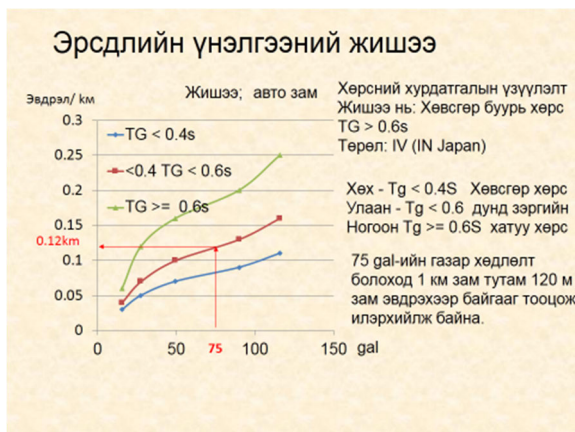
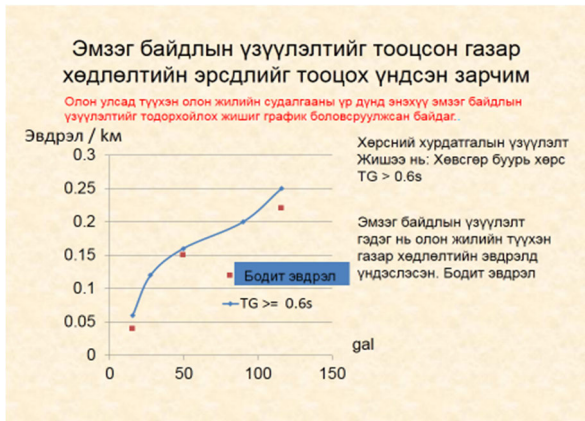
Газар хөдлөлтийн MSK-64 шаталбарын хамаарлууд

Монгол улсад хэрэглэгдэх шаталбар MSK-64	Япон улсад хэрэглэгдэх шаталбар I_{JMA}		Хөрсний оргил хурд PGV (см/с)	Хөрсний оргил хурдатгал PGA (gal буюу cm/c^2)
VI	3.50	3	3.22	35-71
VII	4.17	4	7.13	71-141
VIII	4.83	5-	15.79	141-283
IX	5.50	5+	34.98	283-566
	5.83	6-	52.05	
X	6.17	6+	77.45	566-800
X<	6.50	7	171.49	

Тайлбар

1. “Газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зураг ашиглах норм, дүрэм” /БНБД 22-04-16/ барилгын норм ба дүрмийн 4.7 заалтад заасан хэмжээгээр хөрсний оргил хурдатгалыг оруулав.

Газар хөдлөлтийн үед авто зам, инженерийн шугам сүлжээний эрсдлийн үнэлгээний загвар¹⁷



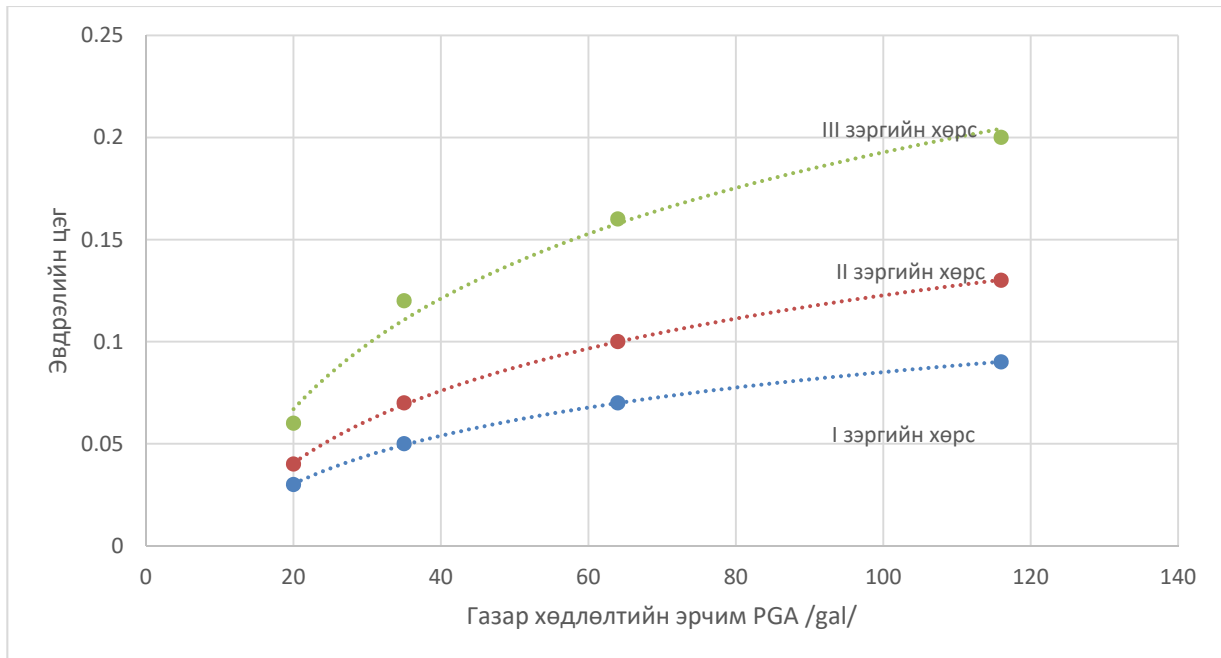
Монгол улсын хувьд газар хөдлөлтийн өртгөл, хохирлын хэмжээний талаарх мэдээлэл нь “эмзэг байдлын мууриг”-г гаргахад хангалтгүй юм.

Иймд Монгол Улсад хэрэглэгдэх “Эмзэг байдлын мууриг”-г гамшигт нэрвэгдэх сонгогдсон талбайн өртөлт, аюулын түвшин буюу эрчим, эдийн засгийн болон бүтээцийн хохирлын эрсдлийг тодорхойлох ХАЗУС (HAZUS¹⁸) программчлалд үндэслэсэн АНУ болон Япон улсад хэрэглэгддэг “эмзэг байдлын мууриг”-д тулгуурлан гаргах шаардлагатай.

¹⁷ “Монгол Улсын Улаанбаатар хотын газар хөдлөлтийн гамшигийн эрсдлээс хамгаалах чадавхийг бэхжүүлэх төсөл”-ийн судалгааны ажлыг үндэслэв.

¹⁸ Гамшигийн эрсдлийн үнэлгээний программ хангамж бөгөөд гамшигт нэрвэгдэх сонгогдсон талбайн өртөлт, аюулын түвшин буюу эрчим, эдийн засгийн болон бүтээцийн хохиролын эрсдлийг тодорхойлно.

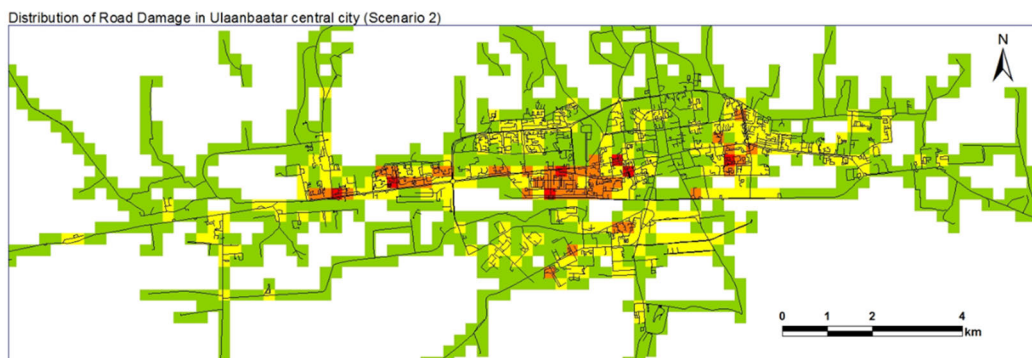
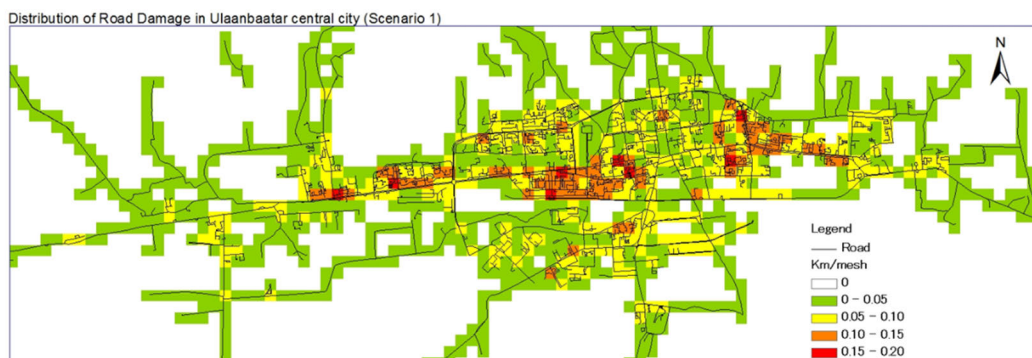
УЛААНБААТАР ХОТЫН АВТОЗАМЫН
ЭМЗЭГ БАЙДЛЫН МУРУЙ



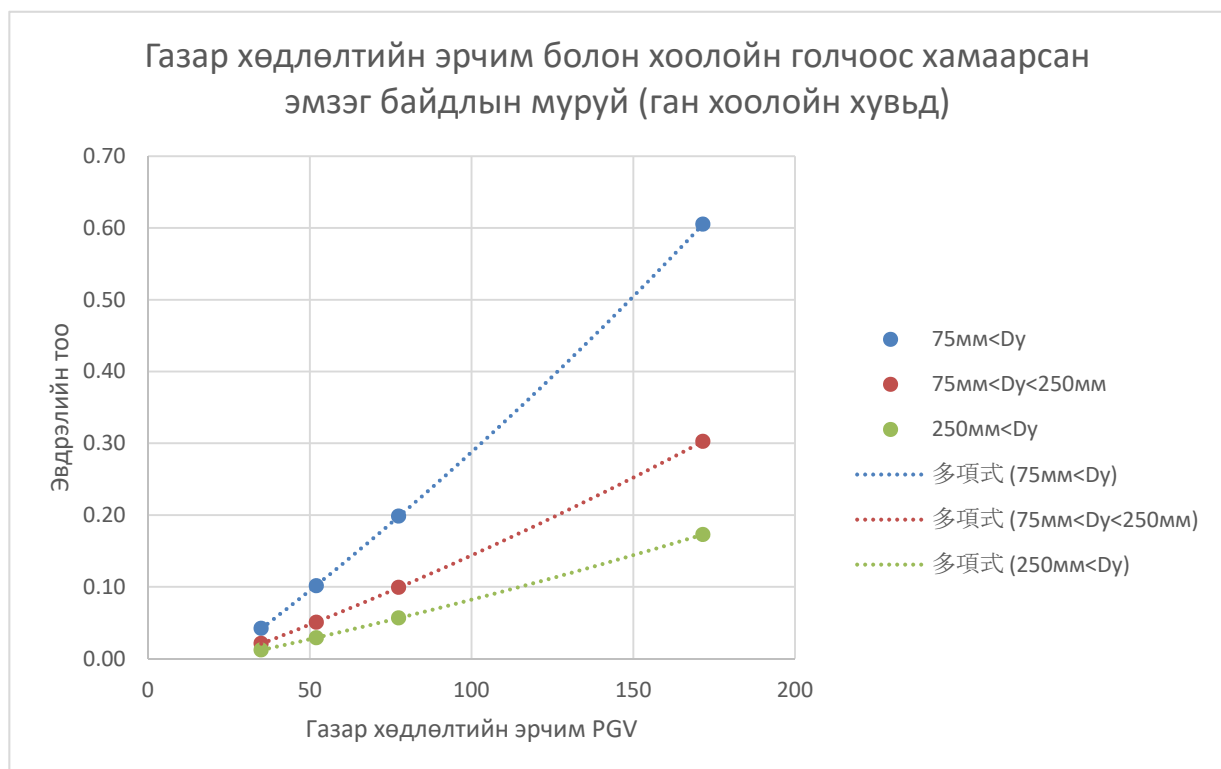
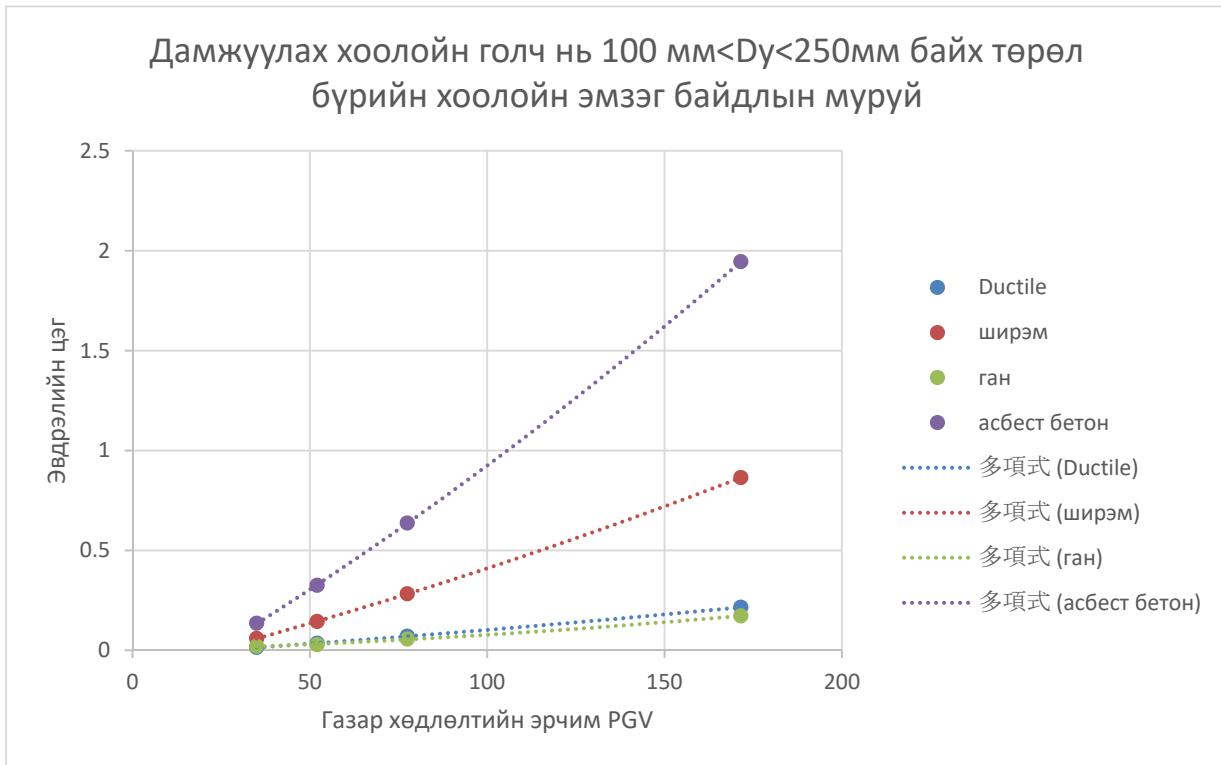
Тайлбар

УЛААНБААТАР ХОТЫН АВТО ЗАМЫН ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ГАМШГИЙН

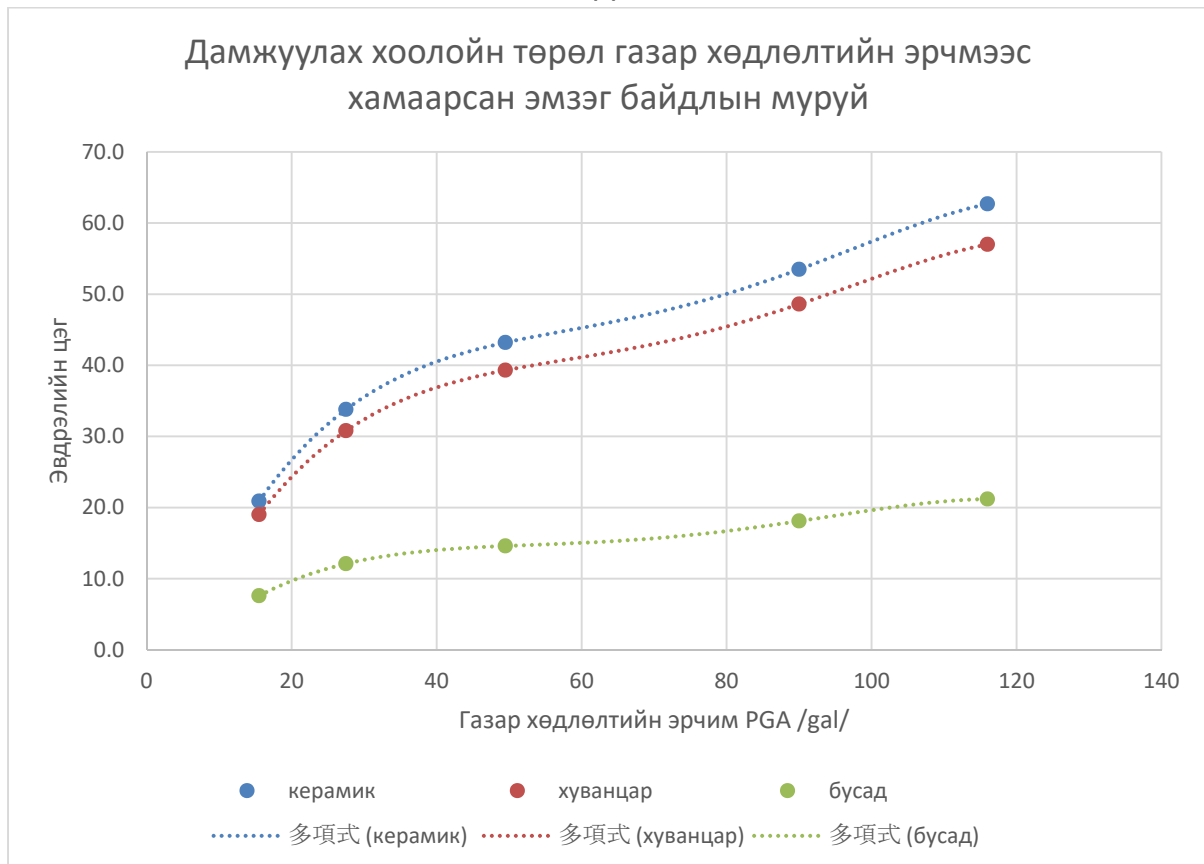
ЭРСД
ЛИЙН
ЗУРАГ
ЛАЛ



**УЛААНБААТАР ХОТЫН УС ХАНГАМЖИЙН ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ
ЭМЗЭГ БАЙДЛЫН МУРУЙ**

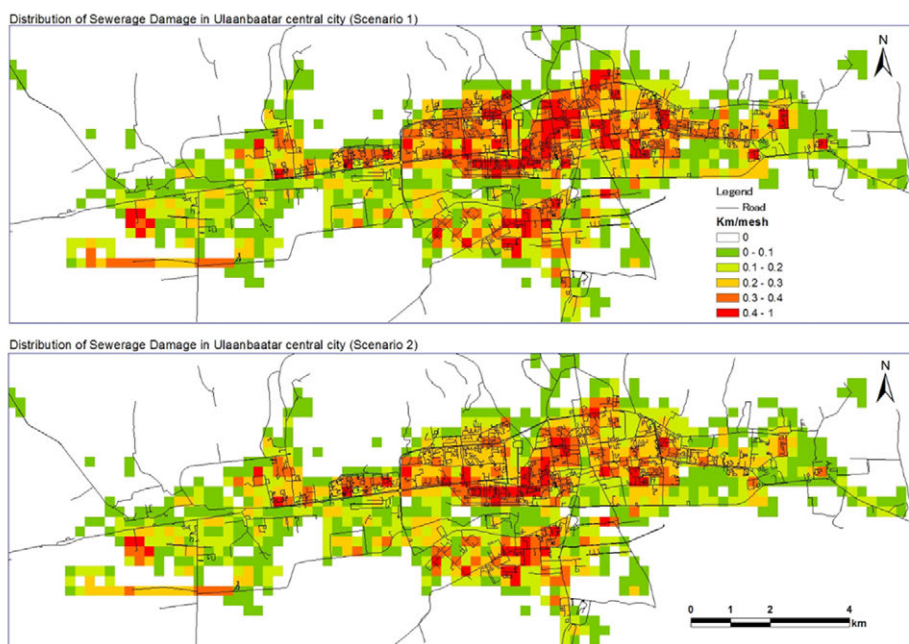


УЛААНБААТАР ХОТЫН АРИУТГАХ ТАТУУРГЫН ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ
ЭМЗЭГ БАЙДЛЫН МУРУЙ



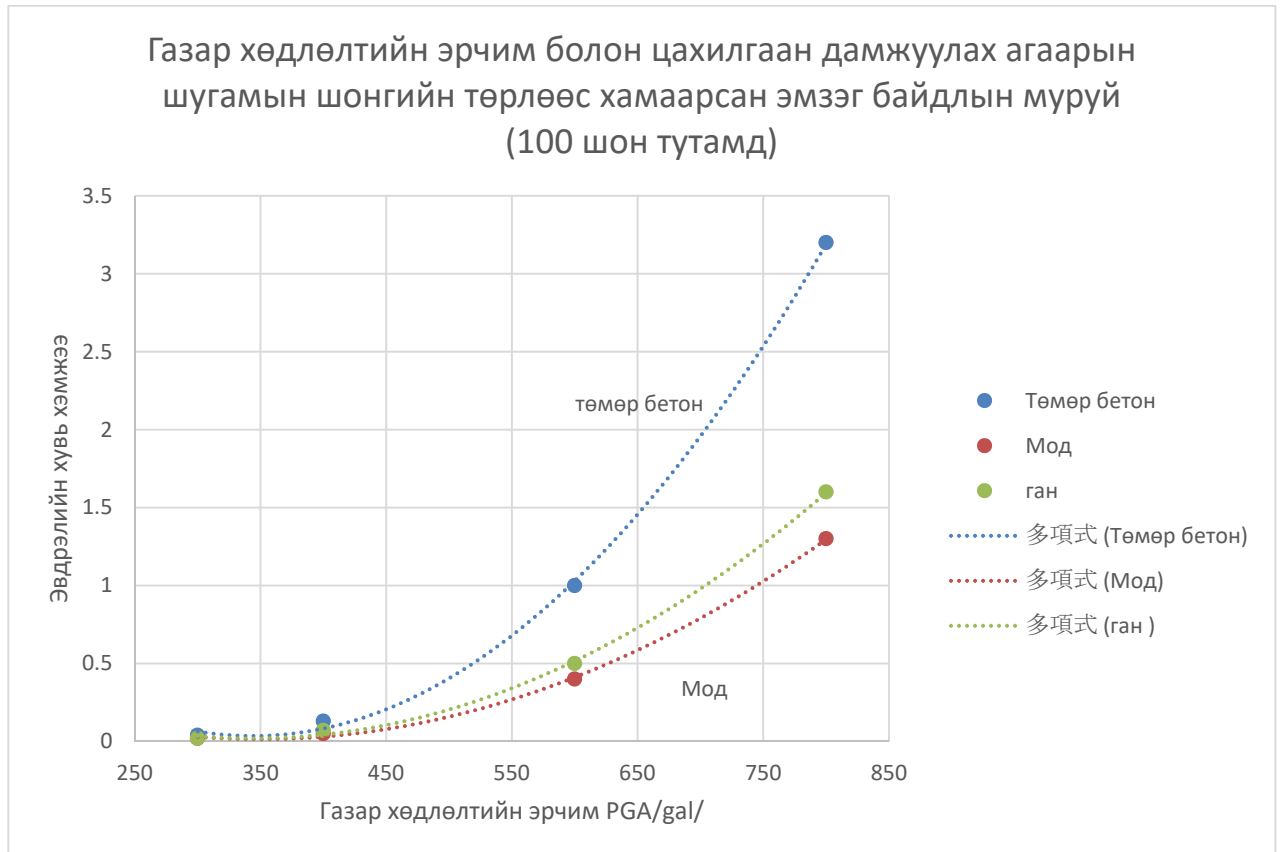
Тайлбар:

УЛААНБААТАР ХОТЫН АРИУТГАХ ТАТУУРГЫН СҮЛЖЭЭНИЙ ГАЗАР
ХӨДЛӨЛТИЙН ГАМШГИЙН ЭРСДЛИЙН ЗУРАГЛАЛ



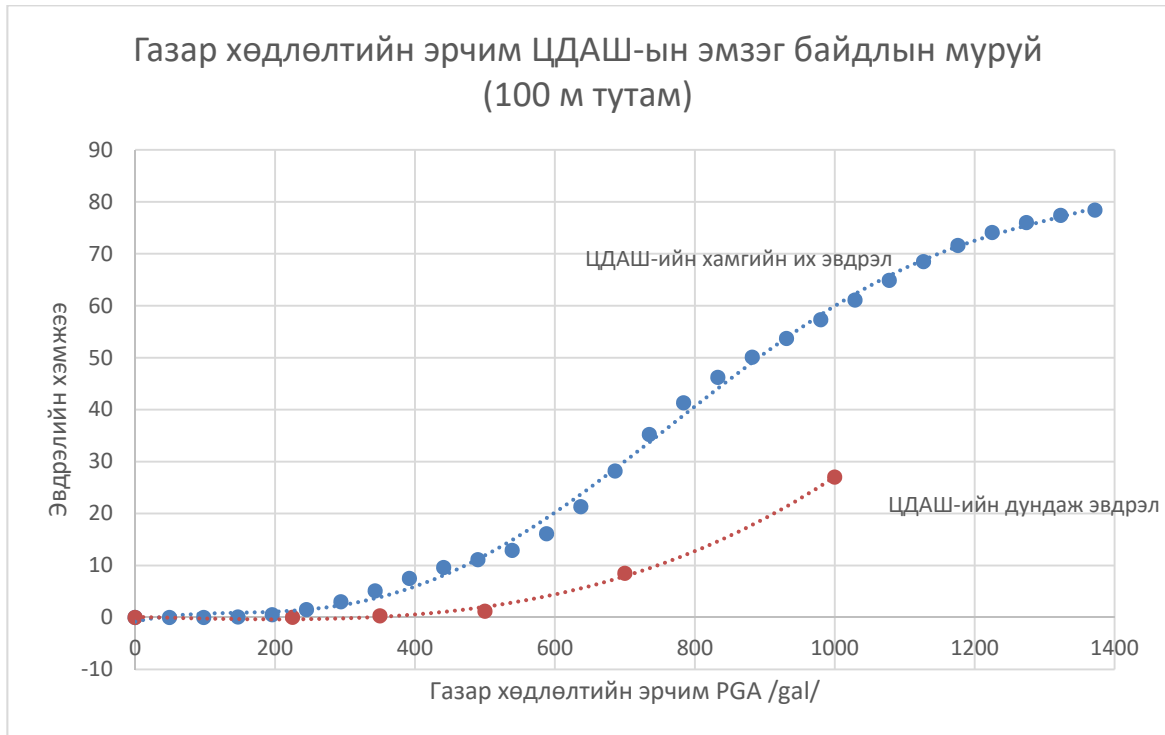
УЛААНБААТАР ХОТЫН ЦАХИЛГААН ДАМЖУУЛАХ ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ
ЭМЗЭГ БАЙДЛЫН МУРУЙ

1. Цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын шон



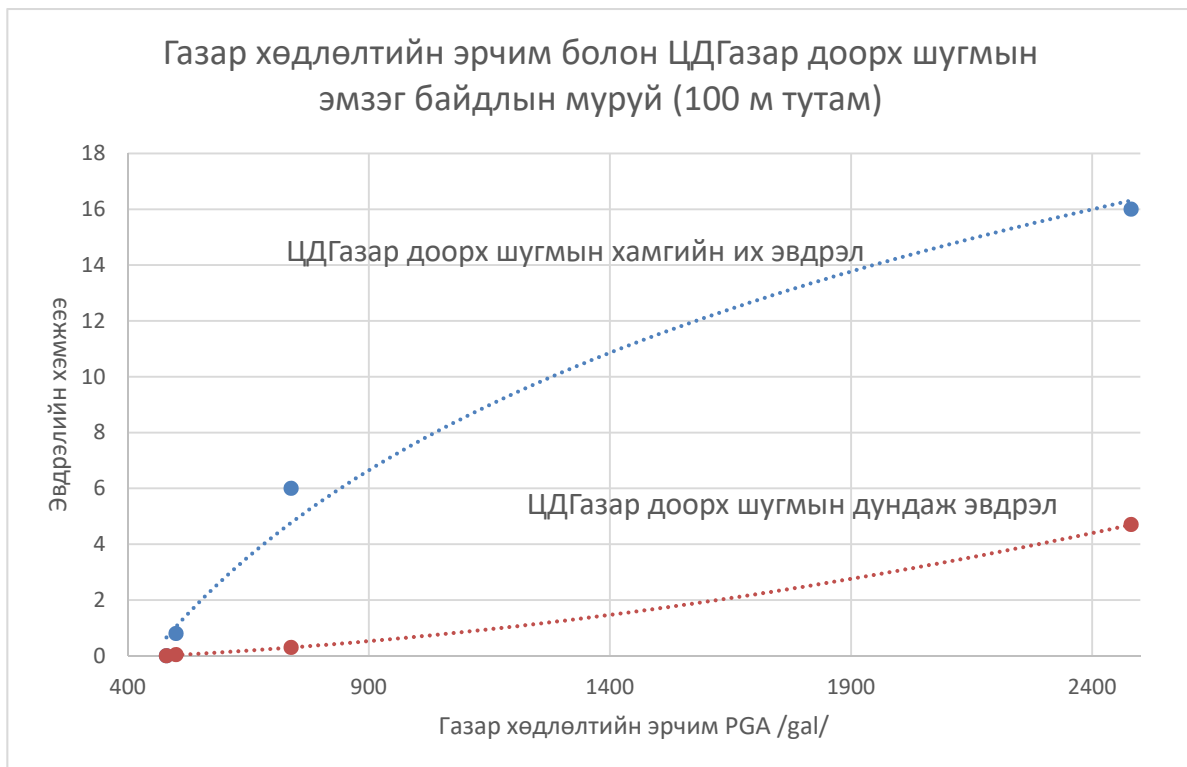
Тайлбар:

2. Цахилгаан дамжуулах агаарын шугам



Тайлбар

3. Цахилгаан дамжуулах газар доорх шугам



Тайлбар

АЛЖИР УЛСЫН ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ЭРСДЛИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ АРГАЧЛАЛ

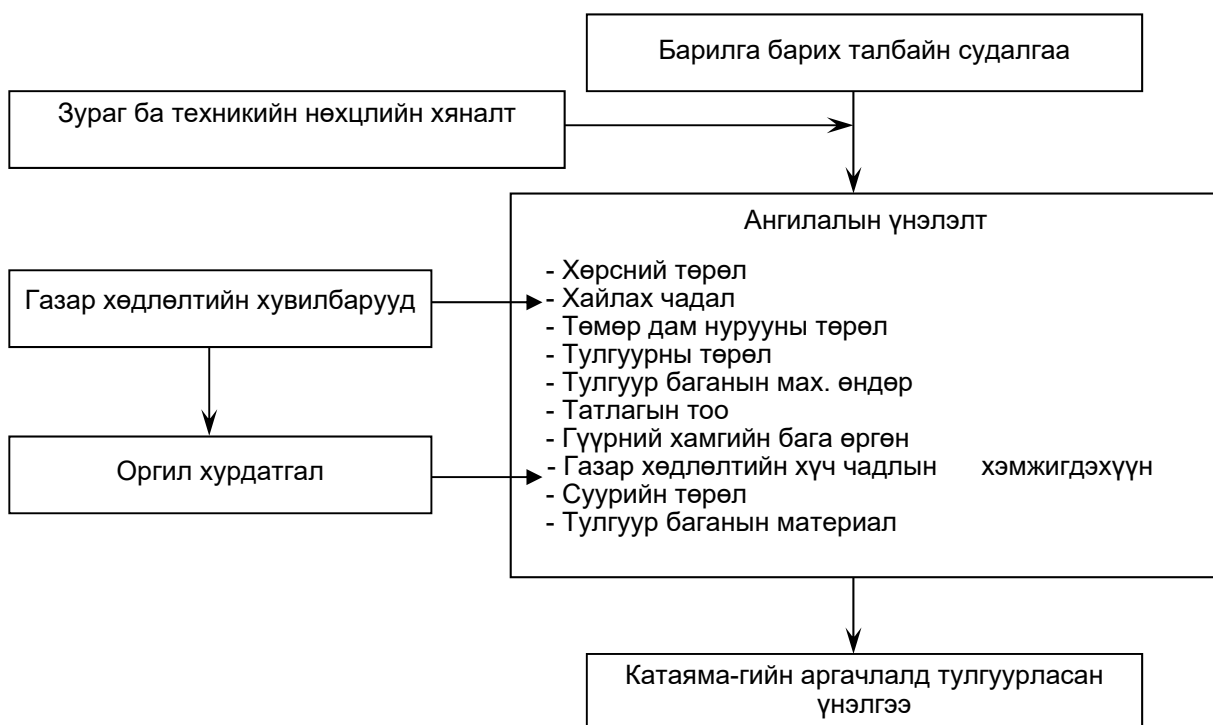
Ё.1 Гүүрийн газар хөдлөлтийн эрсдлийг үнэлэх

Гүүр нь газар хөдлөлтийн үед болон газар хөдлөлтийн дараа автозамын хэвийн үйл ажиллагаагаанд чухал үүрэг гүйцэтгэх тул гүүрний эвдрэлийн үнэлгээг аль болох үндэслэл тооцоотой хийж гүйцэтгэх шаардлагатай.

Ихэнх тохиолдолд гүүрийн эвдрэлийн үнэлгээг гүүр тус бүрт хийсэн байх ёстой. Энд гүүрийн урьдчилсан үнэлгээний аргуудаас хоёр аргачлалыг авч үзсэн болно.

Ё.1.1 Катаямагийн аргачлал (Кубо ба Катаяма нар зохиосон)

Энэ аргачлал нь зураг Ё 1.1-т үзүүлсэн зарчмын дагуу гүүрний тулгуурын дээд бүтцийн тулгуур багана унах магадлалыг тооцно.



Зураг Ё1.1. Катаямагийн аргачлалын зарчмын тойм

Аргачлалын дагуу доорх зүйлүүдийг анхаарч үзэх шаардлагатай байна. Үүнд:

- 1). Судалгааг гүүрний бүтэц, хүрээлэн буй орчны нөхцөл байдалд хийгдэх;
- 2). Гүүр барих газрын газар хөдлөлтийн эрчмийн хэмжигдэхүүн ба хөрсний шингэрэлтийг (Liquefaction potential) нарийн тооцох;
- 3). Дээрх үр дүнд тулгуурлан, бүлэг тус бүрт тохирох ангиллыг сонгож, сонгосон категорин жинлэлтийн итгэлцүүрийг бүх зүйлүүдийн өгөгдсөн ангиллын оноог үржүүлж тооцох;
- 4). Ангиллын оноог үржүүлсэн утгууд нь гүүрний дээд бүтцийн тулгуур баганыг унах эрсдлийг тооцох шаардлагатай.

Катаямагийн аргачилалд тулгуурыг унахад нөлөөлөх магадлалтай 10 бүлэгийг судалсан байдаг. Бүлэг тус бүрт судалгааны нөхцлийг харгалзан бат бэх байдлын дүн шинжилгээнд тулгуурлан тогтоосон ангиллыг Хүснэгт Ё.1-т үзүүлэв.

Хүснэгт Ё.1 Гүүрний бат бэх байдлын дүн шинжилгээний үнэлгээний хүснэгт

Үзүүлэлтүүд	Ангилал	Ангиллын оноо
Хөрсний төрөл ¹⁹	Хатуу	0.5
	Дунд зэргийн	1.0
	Зөөлөн	1.5
	Маш зөөлөн	1.8
Хөрсний шингэрэлт ²⁰ (Liquefaction potential)	Шингээдэггүй	1.0
	Шингээх магадлалтай	1.5
	Шингээдэг	2.0
Дам нурууны төрөл	Нуман эсвэл хатуу хүрээ	1.0
	Үргэлжилсэн	2.0
	Энгийн	3.0
Тулгуурын төрөл ²¹	Тусгай төхөөрөмжтэй (Тулгуур баганыг унахаас сэргийлэх)	0.6
	Тулгуур (тодорхой дизайнтай)	1.0
	Тэнхлэгийн чиглэлд шилжих боломжтой хоёр тулгуур	1.15

19

Жишиг	Өөрчлөгдсөн ангилал
Хатуу	Хатуу: Өгөр чулуу бага зэрэг / байхгүй
Дунд зэргийн	Дунд зэргийн: Өгөр чулуу дунд зэрэг
Зөөлөн	Зөөлөн: Хадгалагдсан хөрс / Дилувиум
Маш зөөлөн	Маш зөөлөн: Хадгалагдсан хөрс / Аллювиум

20

Жишиг	Өөрчлөгдсөн ангилал
Шингээдэггүй	Шингээдэггүй
Шингээх магадлалтай	Шингээх магадлалтай: $0 \leq P_L < 15$
Шингээдэг	Шингээдэг: $15 \leq P_L$

21

Жишиг		Өөрчлөгдсөн		
Ангилал	Оноо	Ангилал	Оноо	
Тусгай төхөөрөмжтэй (тулгуур баганыг унахаас сэргийлэх)	0.6	Тусгай төхөөрөмжтэй (тулгуур баганыг унахаас сэргийлэх)	0.6	
Тулгуур (тодорхой дизайнтай)	1.0	Тулгуур (тодорхой дизайнтай)	1.0	
Тэнхлэгийн чиглэлд шилжих боломжтой хоёр тулгуур	1.15	Тэнхлэгийн чиглэлд шилжих боломжтой хоёр тулгуур	1.15	
		Газар хөдлөлтийн систем	Тулгуур баганыг унахаас сэргийлэх систем	0.6
			Резинэн тулгуур	0.9

Тулгуур баганын хамгийн их өндөр	5 м-ээс бага	1.0
	5 м-ээс 10 м	1.35
	10 м-ээс их	1.7
Татлагын тоо	1 татлагатай	1.0
	2 татлагатай ба түүнээс их	1.75
Гүүрний хамгийн бага өргөн	Өргөн	0.8
	Нарийн	1.2
Газар хөдлөлтийн хүч чадлын хэмжигдэхүүн (JMA)	5 (5.0-аас бага)	1.0
	5.5 (5.0 - 5.5)	1.7
	6.0 (5.5 - 6.0)	2.4
	6.5 (6.0 - 6.5)	3.0
	7.0 (6.5 ба 6.5-аас их)	3.5
Суурийн төрөл	Овоолго	1.4
	Бусад	1.0
Тулгуур баганын материал	Энгийн бетон ба бусад	1.4
	Бэхжүүлсэн бетон	1.0

Хүснэгт Ё 1-т үзүүлсэн ангилалын оноо нь ангилал болгонд жинлэлтийн итгэлцүүр болдог. Өгөгдлийг дараах тэгшитгэлд орлуулан үр дүнг тодорхойлж болно:

$$y_i = \prod_{j=1}^N \prod_{k=1}^{M_j} X_{jk}^{\delta_i(jk)}$$

Үүнд:

y_i : i-дахь гүүрний эвдрэлийн зэргийн урьдчилсан байдал

N : бүх материалын тоо

M_j : j-дахь материалын ангиллын тоо

$\delta_i(jk)$: Хувьсах загвар ($\delta_i(jk) = 1$; i-дахь гүүрний шинж чанар нь k-дэх ангилалд тохирно, $\delta_i(jk) = 0$; өөрөөр хэлбэл)

X_{jk} : k-дэх ангилалын j-дэх зүйлийн ангиллын оноо

$\prod_{j=1}^N$: 1-с N хүртэлх утгуудыг үржүүлэх тэмдэг

Хүснэгт Ё.1-т үзүүлснээр гүүрний эвдрэлийн үнэлэлтийн хязгаарын хэмжээс нь Японд болсон гурван газар хөдлөлтийн (1923 Kanto, 1948 Fukui, 1964 Niigata) үеэр нурсан 30 гүүрний ажиглалтан дээр үндэслэгдсэн.

Хүснэгт Ё.2 Гүүрний хохирлын зэргийн тайлбар

	Хохирлын зэргийн ангилал	Урьдчилан таамагласан хязгаарын төлөв байдал
A	- Тулгуур багана унах өндөр магадлалтай - Их хэмжээний эвдрэл үүссэн - Урт хугацаанд ашиглах боломжгүй, сэргээн засварлах шаардлагатай	30 ба түүнээс их
B	- Тулгуур багана унах бага зэргийн магадлалтай - Эвдрэл үүссэн	26 – 30

	- Түр хугацаанд ашиглах боломжгүй, засварлах шаардлагатай	
C	- Тулгуур багана унах бага зэргийн магадлалтай - Бага зэргийн эвдрэл үүссэн - Техникийн үзлэгийн дараа ашиглах боломжтой	26-аас бага

Тайлбар: Энэ аргачлал нь Японд болсон томоохон газар хөдлөлтийн үр дүнд гүүрнүүдэд үүссэн төрөл бүрийн гэмтлийг нарийвчилан судалж, үр дүнг ашиглахыг санал болгосон. Энэ аргачлал нь 30 жилийн өмнө зохиогдсон тул сүүлийн үеийн хохирлын талаар мэдээлэл агуулаагүй боловч хөрвөх чадвартай учраас одоо болтол хэрэглэгддэг.

Энэ үнэлгээний аргачлалын давуу тал нь үнэлгээний үр дүнд гүүрний бүтэц, газрын шинж чанар, ялангуяа газар хөдлөлтийн микрозоляцийн үр дүнг тооцох, мөн жиллэлтийн итгэлцүүр, хязгаарын хэмжээсийг тохируулахын тулд орон нутгийн хохирлын мэдээллийг ашиглах орон нутгийн онцлог шинжүүдийг агуулсан итгэлцүүрүүдийг тодорхойлох боломжтой.

Энэ судалгаанд дараах итгэлцүүрүүдийг Boumerdes газар хөдлөлтийн улмаас үүссэн хохирлын бүртгэлийг баталгаажуулах аргаар зассан.

Ё.1.2 Японы замын холбооноос гаргасан аргачлал

Энэ аргачлал нь гүүрийн газар хөдлөлтөд тэсвэрлэлтийг гүүрний техникийн нөхцөл, үзүүлэлт болон хүчин төгөлдөр барилгын норм норматив баримт бичиг, хөрсний шинж чанар зэргийг хяналтын хуудасны дагуу үнэлгээ тогтоох зарчимд тулгуурласан болно. (Хүснэгт Ё.3)

Гүүрний засвар арчлалт хариуцсан байгууллага нь гүүрэнд хяналтын хуудасны дагуу тогтмол хяналт тавьж, үр дүнг мэдээллийн санд оруулна.

Хүснэгт Ё.3 Гүүрний хяналтын хуудас

Ерөнхий үзүүлэлт	Үзүүлэлтүүд
Гүүрийн дээд байгууламж	(1) Тухайн үед хэрэглсэн барилгын норм ба дүрэм (2) Байгууламжийн зураг төсөл/барилга угсралт (3) Байгууламжийн материал (4) Хүчитгэлийн систем
Гүүрийн доод байгууламжийн шилжилт	(5) Доод байгууламжийн төрөл (6) Гүүрийн өндөр (7) Хөрсний төрөл (8) Хөрсний шингэрэлт (Liquefaction potential)
Төмөр бетон хийцийн эвдрэлийн цэгийн бат бэх	(9) Татлагын өргөтгөлийн харьцаа (10) Эвдрэлийн цэг дээр гулзайлтаас болж хагарал үүсэх (11) Суурь ба эвдрэлийн цэгийн аюулгүй байдлын хүчин зүйл (12) Төмөр бетон бүтээцийн аюулгүйн байдлын хүчин зүйл (13) Шилжилтийн нэгжийн цуцалт
Гүүрийн доод байгууламжийн деформаци	(14) Тулгуурын деформаци (15) Доод байгууламжийн их биеийн деформаци (16) Суурийн деформаци (17) Алхамын деформаци гэх мэт (18) Гүүрийн доод байгууламжийн зураг төсөл/барилга угсралт

Тайлбар: Гүүр нь тодорхой норм, норматив баримт бичгийн дагуу баригдсан тул зааварчилгааны дагуу гүүрний сейсмик шинж чанарыг тодорхой хэмжээгээр тодорхойлдог.

Үүний зэрэгцээ, гүүр нь өөр өөр хэлбэртэй байдаг. Иймд, гүүр барих талаархи норм, норматив баримт бичиг урт хугацааны туршид хийгдсэн Япон орон зааж байгаа нь хохирлын зэрэглэлийг урьдчилан тодорхойлох чухал үзүүлэлт болдог. Тиймээс энэ арга нь удирдлагын төрлийг параметр болгон ашигладаг давуу талтай юм.

ХАЗУС-д ашигласан хохирлын үнэлгээний аргачлалын гол үзүүлэлтүүд нь гүүр баригдсан он юм. Учир нь шинэ гүүр газар хөдлөлийн эсэргүүцэх чадвар сайтай байдаг тул энэ аргыг үр дүнтэй гэж үздэг.

Японд гүүр бүрийг газар хөдлөлтийн байнгын хяналтанд хамруулж, үр дүнг нь тус тусын захиргааны оффис дээр байрлуулсан гүүр тус бүрийн техникийн хуудсан дээр тэмдэглэнэ.

Гүүрний техникийн хяналтын хуудсыг гүүрний хавтанг шинэчлэх болон засвар үйлчилгээ хийхэд ашиглана. Үүнтэй уялдан шинэ гүүрний техникийн хяналтын хуудсыг гаргахдаа төрөл бүрийн хүрээнд (олон нийтийн байгууллага, боловсролын хүрээлэн, эдийн засгийн хүрээний) зөвшилцөх шаардлагатай байдаг.

Алжир улсад одоогийн байдлаар Японд батлагдсан техникийн хуудсыг ашиглах боломжгүй тул энэ хохирлын үнэлгээний арга нь тохиромжгүй юм.

Ё.2. Ус хангамжийн сүлжээний газар хөдлөлтийн эрсдлийг үнэлэх²²

Ус хангамжийн сүлжээ Зураг Ё 2.1-д үзүүлснээр төрөл бүрийн байгууламжаас бүрдэнэ.



Зураг Ё 2.1 Ус хангамжийн системийн схем зураг

Ус хангамжийн барилга байгууламж бүрийн зориулалтыг дараах байдлаар тоймлов.

(i) Ус хадгалах, сорох, ус цэвэрлэх ба түгээх байгууламжууд

²² "Хотын байгаль орчны гамшгаас урьдчилан сэргийлэх талаархи семинар (1988): Газар хөдлөлт ба хотын амьдрал, Kyoto их сургуулийн хэвлэл"

Эдгээр байгууламжууд нь газар хөдлөлтийн холбоотой норм, норматив баримт бичигтэй нийцсэн байхаар баригдсан байдаг. Болж өнгөрсөн газар хөдлөлтийн мэдээлэлтэй ижил төстэй газар хөдлөлтийн улмаас эвдрэл үүсэхээс бус, бага зэрэг дунд зэргийн гэмтэлтэй гэж үзэж байна. Гэхдээ хуучин норм, норматив баримт бичигт нийцсэн байгууламжууд байдаг. Энэ тохиолдолд газар хөдлөлтийн эрсдлийн үнэлгээг хийхийг зөвлөдөг.

(ii) Ус цэвэрлэх байгууламж

Ихэнх тохиолдолд ус цэвэрлэх байгууламжийн тэжээллийн эх үүсвэр нь цахилгаан эрчим хүчнээс хамаардаг. Иймээс цахилгаан тасалдлын үед ажиллах нөхцлийг шалгах / тооцох шаардлагатай байдаг.

(iii) Ус тээвэрлэлт, ус хуваарилалт ба ус хангамж

Ус дамжуулах байгууламж, ус түгээх байгууламж, ус хангамжийн гол хэсэг нь газар доорх дамжуулах хоолой юм. Ус хангамжийн системийн бүх байгууламжуудаас эдгээр байгууламжууд нь газар хөдлөлтийн үеэр хамгийн хохирол амсдаг байна.

Дээр дурдсанчлан газар доорх дамжуулах хоолойг өнгөрсөн үеийн газар хөдлөлтийн үеэр хамгийн их гэмтсэн гэсэн мэдээлэл байгаа билээ. Үүнээс гадна хоолойн гэмтэл нь сүлжээний найдвартай үйл ажиллагаанд сөргөөр нөлөөлж байдаг. Тиймээс ус хангамжийн сүлжээний эвдрэлийн үнэлгээнд газар доорх дамжуулах хоолойн хохирлыг тодорхойлох шаардлагатай.

Дамжуулах хоолойн хохирол нь хоолойн нэгж уртад ноогдох гэмтлийн цэгээр тодорхойлно. Хохирлын хэмжээг өнгөрсөн хугацаанд газар хөдлөлтийн үед бүртгэгдсэн хохирлын хэмжээ, стандарт эвдрэлийн харьцаа, газар хөдлөлийн эрчим, хөрсний шингэрэлтийн итгэлцүүр, дамжуулах хоолойн материал, хоолойн голч зэргийг бие даасан сейсмик шинж чанар гэж үзнэ. Дараах гурван томъёо нь өөр өөрөөр илэрхийлэгддэг боловч зарчмын хувьд адилхан гэж үздэг.

Япон улсын хотуудад:

$$R_{fm} = R_f \cdot C_g \cdot C_p \cdot C_d \quad (\text{Ё 2.1})$$

- Үүнд: R_{fm} - Эвдрэлийн харьцаа (цэгүүд/км)
 R_f - Эвдрэлийн стандарт харьцаа (цэгүүд/км)
 C_g - Хөрсний шингэрэлтийн өөрчлөлтийн итгэлцүүр
 C_p - Дамжуулах хоолойн материалын өөрчлөлтийн итгэлцүүр
 C_d - Дамжуулах хоолойн голчоос хамаарсан итгэлцүүр

Японы усны холбоо (1998):

$$R_w = C_g * C_l * C_p * C_d * R_{sw} \quad (\text{Ё 2.2})$$

- Үүнд: R_w - Эвдрэлийн харьцаа (цэгүүд/км)
 R_{sw} - Эвдрэлийн стандарт харьцаа (points/км)
 C_g - Хөрсний төрлийн өөрчлөлтийн итгэлцүүр
 C_l - Хөрсний шингэрэлтийн өөрчлөлтийн итгэлцүүр
 C_p - Дамжуулах хоолойн материалын өөрчлөлтийн итгэлцүүр

C_d – Дамжуулах хоолойн голчоос хамаарсан итгэлцүүр

Японы ус судалгааны төв (2000):

$$(\text{Эвдрэлийн цэгүүд}) = C_p * C_d * C_l * S_d * L \quad (\text{Ё 2.3})$$

Үүнд: S_d - Эвдрэлийн харьцаа (цэгүүд/км)

C_p - Дамжуулах хоолойн материалын өөрчлөлтийн итгэлцүүр

C_d - Дамжуулах хоолойн голчоос хамаарсан итгэлцүүр

C_l - Хөрсний шингэрэлтийн өөрчлөлтийн итгэлцүүр

L - Нэгж урт дахь дамжуулах хоолойн материал ба голч /км/

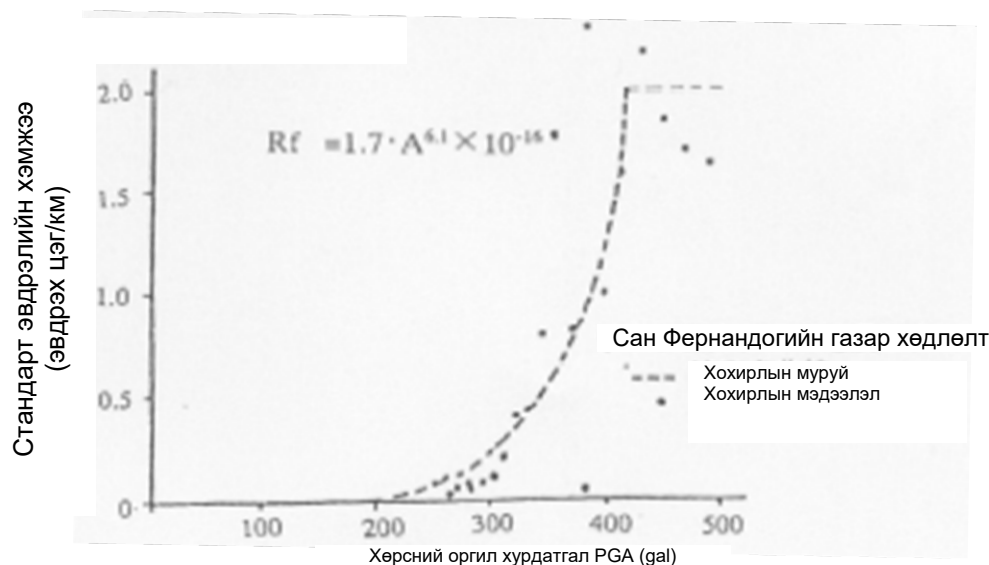
Эвдрэлийн стандарт харьцаа ба өөрчлөлтийн итгэлцүүрийг дараах байдлаар санал болгодог. Олон төрлийн аргачлалуудаас сонгохын тулд тухайн газар нутгийн одоогийн нөхцлүүдийг нэгтгэн дүгнэж, өнгөрсөн үеийн газар хөдлөлтийн эвдрэлийн үзүүлэлтийг тохируулах зэргийг харгалзан үзэж сонгох хэрэгтэй.

Эвдрэлийн тогтмол харьцаа

Стандарт эвдрэлийн харьцааг тооцоолох дараах гурван төрлийн индекс байдаг;

Хөрсний оргил хурдатгал (цаашид "PGA" гэж нэрлэсэн)

Эвдрэлийн стандарт харьцааг оргил хурдатгалаар тооцох аргыг Сан Фернандогийн газар хөдлөлтийн үеэр шатсан дамжуулах хоолойн хохирлын мэдээллээс Кубо ба Катаяма нар зураг Ё 2.2-т үзүүлснээр гаргаж авсан (1975).



Зураг Ё.2.2. Хөрсний оргил хурдатгал ба Сан Фернандогийн газар хөдлөлтийн үеэр эвдэрсэн газар доорх хоолойны хохирлын бүртгэлийн хоорондын хамаарал (1971)

Эвдрэлийн стандарт харьцааг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$R_f = 1.7 * A^{6.1} * 10^{-16} \text{ ---- (хамгийн их } R_f = 2.0) \quad (\text{Ё 2.2})$$

Үүнд: R_f - Эвдрэлийн тогтмол харьцаа (цэгүүд/км)

A - Хөрсний оргил хурдатгал (gal)

Хөрсний оргил хурд (цаашид "PGV" гэж нэрлэнэ)

Хөрсний оргил хурдаар эвдрэлийн стандарт харьцааг тооцох аргын 4 томъёо байдаг.

1) Японы Кобэ хотын газар хөдлөлт болон бусад газар хөдлөлтийн үеэр эвдэрсэн ус хангамжийн хоолойны хохирлын мэдээлэл дээр тулгуурласан.

$$R_f = 2.24 * 10^{-3} (V - 20)^{1.51} \quad (\text{Ё 2.3})$$

Үүнд: R_f - Эвдрэлийн тогтмол харьцаа (цэгүүд/км)

V - Хөрсний оргил хурд (см/сек)

2) Японы Кобэ хотын газар хөдлөлтийн үеэр Нишиномия (Nishinomiya) хотод эвдэрсэн усан хангамжийн хоолойн эвдрэлийн бүртгэл дээр тулгуурласан.

$$R_f = \begin{cases} (V - 20) * 0.0125 * 0.8 & (DIP - A, K, T) \\ (V - 70) * 0.0125 * 0.8 & (DIP - S, P) \\ (V - 20) * 0.0125 * 3.0 * (2 / 3) & (CIP - A) \\ (V - 20) * 0.0125 * 0.8 & (SP) \end{cases} \quad (\text{Ё 2.4})$$

Үүнд: R_f - Эвдрэлийн тогтмол харьцаа (цэгүүд/км)

V - Хөрсний оргил хурд (см/сек)

DIP - Ductile cast iron pipe

CIP - Цутгамал төмөр хоолой

SP - ган хоолой

A, K, T, S, P : Холболтын дүрс

3) Японы усны холбооноос гаргасан Кобэ хотын газар хөдлөлтийн үеэр эвдэрсэн ус хангамжийн дамжуулах хоолойн хохирлын бүртгэл дээр үндэслэсэн (1998).

$$R_{sw} = \begin{cases} 0 & (V_{max} < 15 \text{ см/сек}) \\ 3.11 * 10^{-3} (V_{max} - 15)^{1.30} & (V_{max} \geq 15 \text{ см/сек}) \end{cases} \quad (\text{Ё 2.5})$$

Үүнд: R_{sw} : Эвдрэлийн тогтмол харьцаа (points/km)

V_{max} : Оргил хурд (см/сек)

4) Японы ус судалгааны төвөөс гаргасан Кобэ хотын газар хөдлөлтийн үеэр эвдэрсэн ус хангамжийн дамжуулах хоолойн хохирлын бүртгэл дээр үндэслэсэн. (2000).

$$S_d = 6.33 * 10^{-5} V^{2.10} \quad (V \leq 110) \quad (\text{Ё 2.6})$$

Үүнд: S_d - Эвдрэлийн тогтмол харьцаа (цэг/км)

V - Хөрсний оргил хурд

СИ хэмжээс

СИ хэмжээсийн эвдрэлийн стандарт харьцаа нь Кобэ хотын газар хөдлөлтийн үеэр эвдэрсэн ус хангамжийн дамжуулах хоолойн хохирлын бүртгэл дээр үндэслэсэн.

$$R_f = 0.025 * SI - 0.51 \quad (\text{хамгийн их } R_f = 1.5) \quad (\text{Ё 2.7})$$

Үүнд: R_f - Эвдрэлийн стандарт харьцаа (цэгүүд/км)

SI: СИ хэмжээс (см/сек)

Хөрсний шингэрэлтээс хамаарсан итгэлцүүр (Liquefaction)

Энэ итгэлцүүр нь орон нутгийн онцлогт тулгуурладаг.

Хүснэгт Ё.2.1-т Япон улсын хотуудын хөрсний шингэрэлтийн итгэлцүүр

Хөрсний төрөл	Акита, Нийгата, Хирошима, Миязаки муж	Хөрсний төрөл	Сэндай хот	
Овоо	0.5	Овоо	0.4	
Тэгш өндөр газар	0.5	Тэгш өндөр газар	0.5	
Аллювиум тэгш газар	1.0	Аллювиум тэгш газар	1.0	
Маш зөөлөн хөрс	2.0	Маш зөөлөн хөрс, Ландфилл	2.0	
Хөрсний төрөл	Мияаги муж	Хөрсний төрөл	Фукуи муж	
Аллювиумын өмнөх	0.5	Дилувиум	0.5	
Аллювиум газар	1.0	Аллювиум	1.0	
Ялзмаг хөрс	2.0	Alluvium (Humus)	2.0	
Ландфилл	2.0	Хөрсний төрөл	Аомори муж	
Хөрсний төрөл	Сайтама муж	Дилувиум ба сайжруулсан хөрс	0.5	
Dc, Ds, Dg	0.5	Аллювиум	Шавар	0.9
Lm	0.9		Шавар, элс	1.0
Ac, As	1.0		Ялзмаг	2.0
Ap	2.0	Хөрсний төрөл	Яамагучи муж, Нирошима хот	
Хөрсний төрөл	Нигано муж	Төрөл1	0.6	
Төрөл1	0.6	Төрөл2	1.3	
Төрөл2	1.3	Төрөл3	1.3	
Төрөл3	1.3	Төрөл4	1.9	
Төрөл4	1.9	Хөрсний төрлийн хязгаар	2.5	

Шингээх чадлын индекс (P_L)	0	5	10	15	20
Токио 97, Кавасаки хот	1.0	1.2	1.5		3.0
Саппоро хот	1.0	1.1	1.3		2.1
Шизуока муж	1.0	1.0	2.9		4.7
Мияаги, Миязаки муж, Сэндай хот	-	-	2.9		4.7
Аомори, Акита, Сайтама, Хирошима муж	-	-	2.9		4.7
Фукуи муж	-	-	2.5		3.5
Нийгата муж	-	-	-		3.0

Дээрх хүснэгтэд хоёр утга (хөрсний төрлийн итгэлцүүр , шингээх чадлын итгэлцүүр) өгөгдсөн бол илүү их үнэлгээтэй.

Хүснэгт Ё.2.2 Японы ус судалгааны төвөөс санал болгосон хөрсний шингэрэлтээс хамаарсан итгэлцүүр

Шингээх чадал	C_i
No ($0 \leq P_L \leq 5$)	0.9
Partially ($5 < P_L \leq 15$)	1.0

Totally ($P_L > 15$)	1.6
------------------------	-----

Хүснэгт Ё.2.3 Японы усны холбооноос санал болгож буй хөрсний шингэрэлтээс хамаарсан итгэлцүүр

Хөрсний төрөл	Cg	Шингээх чадлын индекс	CI
Уул, уулан дээрх ландшафт	1.1	Өндөр ($P_L > 15$)	2.4
Хавтгай талбай, Овоо	1.5	Дундаж ($5 < P_L \leq 15$)	2.0
Хуучин суваг, намаг, Land fill in plains	3.2	Бага ($0 \leq P_L \leq 5$)	1.0
Тэгш газар дээрх ландшафт, эрэг дээрх овоо			
Ёроолын хавтгай газар, Fan, Cliff, Natural levee (developed part, un-developed part)	1.0		

Дамжуулах хоолойн материал болон голчоос хамаарсан итгэлцүүр

Энэ итгэлцүүр нь өмнөх газар хөдлөлтүүдийн улмаас үүсэх эвдрэлийн мэдээллийн дүн шинжилгээнд суурилсан. Хотын захиргаанаас хэрэгжүүлэх итгэлцүүрийг тооцох хоёр аргачлал байдаг. Энэ нь хоолойн материал, голчоос хамаарсан итгэлцүүр ашиглах (Хүснэгт Ё.2.4. - Хүснэгт Ё.2.7), нөгөө аргачлал нь итгэлцүүрийг дангаар нь ашиглах (Хүснэгт Ё.2.8 - Хүснэгт Ё.2.9). Гэхдээ Японы усны холбоо, Усны технологийн сан хоёр дахь аргачлалыг зөвлөдөг. (Хүснэгт Ё.2.10 - Хүснэгт Ё.2.11)

Хүснэгт Ё.2.4 Фукуока мужид хэрэглэсэн дамжуулах хоолойн материал, голчийн өөрчлөлтийн итгэлцүүр

Дамжуулах хоолойн материал	Дамжуулах хоолойн голч мм			
	≤ 75	100 - 125	150 - 350	≤ 400
Асбест цемент	10.2	5.3	3.9	3.3
Хуванцар	2.6	1.9	1.9	-
Төмөр цутгамал	1.4	1.0	0.8	0.3
Ductile Cast Iron	1.1	0.5	0.5	0.1
Хуйлмал ган хоолой	10.5	5.5	4.0	3.4
Гагнуурын ган	0.5	0.3	0.2	0.1

Хүснэгт Ё.2.5 Мие мужид хэрэглэсэн дамжуулах хоолойн материал, голчоос хамаарсан итгэлцүүр

Дамжуулах хоолойн материал	Дамжуулах хоолойн голч мм				
	≤ 75	100 - 150	200 - 250	300 - 450	500 \leq
Ductile Cast Iron	2.1	1.0	1.0	1.0	0.1 (0.2)
Төмөр цутгамал	1.7	1.2	1.1	0.6	0.2
Ган	2.8	1.5	1.3	0.9	0.8

Хүснэгт Ё.2.6 Токуо, Саппоро ба Кавасаки хотод хэрэглэсэн дамжуулах хоолойн голчоос хамаарсан итгэлцүүр

Дамжуулах хоолойн материал	Дамжуулах хоолойн голч ϕ (мм)	Итгэлцүүр
Ductile Cast Iron	$\phi \leq 75$	0.6
	$100 < \phi \leq 450$	0.3
	$500 < \phi \leq 900$	0.09

	1,000 <φ	0.045
Төмөр цутгамал	φ ≤ 75	1.7
	100 <φ ≤ 250	1.2
	300 <φ ≤ 900	0.4
Ган	1,000 <φ	0.15
	φ ≤ 75	0.84
	100 <φ ≤ 250	0.42
PVC	300 <φ	0.24
	φ ≤ 75	1.5
Асбест цемент	100 <φ	1.2
	φ ≤ 75	6.9
	300 <φ	2.7
	300 <φ	1.2

Хүснэгт 4.2.7 Шизуока мужид хэрэглэсэн дамжуулах хоолойн материал, голчоос хамаарсан итгэлцүүр

Дамжуулах хоолойн материал	Дамжуулах хоолойн материалын итгэлцүүр	Дамжуулах хоолойн голчын эквивалент итгэлцүүр	
		Голч	Итгэлцүүр
Ган (хуйлмал)	10.0	< 100 мм	1.3
		100 мм ≤	0.75
Ган (гагнасан)	0.1	< 1,000 мм	1.0
		1,000 мм ≤	0.5
Төмөр цутгамал	1.0	< 400 мм	1.5
		400 – 1,000 мм	0.3
		1,000 мм ≤	0.15
Ductile Cast Iron	0.25	< 500 мм	1.3
		500 – 1,000 мм	0.3
		1,000 мм ≤	0.15
Асбест цемент	3.0	< 100 мм	2.3
		125 – 250 мм	0.9
		300 мм ≤	0.4
PVC	1.5	< 100 мм	1.1
		100 мм ≤	0.9

Хүснэгт Ё.2.8 Хот бүрт хэрэглэсэн дамжуулах хоолойн материалаас хамаарсан итгэлцүүр

Дамжуулах хоолойн материал	Хотууд								
	Мияаги	Аомори, Сайтама	Канагава	Акитанагано	Хирошима	Нийгата Тиязаки	Сэндай	Ягучи	Фукуи
Төмөр цутгамал	1.0								
Ductile Cast Iron	0.2								0.3
Ган	-			2.0			-		
Гагнуурын ган	0.1								0.2
Хуйлмал ган	2.0	-	2.0	-					2.8
Зэвэрдэггүй ган	0.1	-							
Сийлсэн ган	-		0.8	-					0.8
Хар тугалга	0.8	-			1.0*		-		
Хуванцар PVC	1.5				1.0		0.8	1.2	

Асбест цемент	4.0	2.0	1.0	4.0	1.3	2.8
Полиэтилен	-	0.1			-	0.2
Бетон		-	1.0		-	
Main Line	0.1		-			

**Хүснэгт Ё.2.9 Хот бүрт хэрэглэсэн дамжуулах хоолойн
голчоос хамаарсан итгэлцүүр**

Дамжуулах хоолойн голч (мм)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	
Мияаги	1.3	0.9	0.6	0.5	0.3							
Нагано	1.33	-	0.67	-	0.50						0.33	
Канагава	1.3	0.8			0.4						0.2	
Акита, Хирошима Сэндай хот	1.2	0.6		-	0.4						0.2	
Аомори	1.2	0.6			0.4						0.2	
Сайтама	1.2	0.6		-	0.4						-	0.2
Нийгата	2.0	*	0.6	-	0.4						-	0.2
Фукуи	1.0	0.6		-	0.4						-	0.2
Миязаки	1.0			0.5		0.4					0.2	
Ямагучи	1.0	0.8	0.6	-	0.4	-	0.3	-	0.1			
Хирошима хот	1.0	-	0.6	-	0.4	-	0.3	-	0.1			

* NIIGATA: 100-125 мм диаметртэй шугамны итгэлцүүр нь 1.5.
“-“ харгалзах хоолойн диаметрийн итгэлцүүр нь утгагүйг харуулж байна.

**Хүснэгт Ё.2.10 Японы усны холбооноос боловсруулсан дамжуулах хоолойн
материал, голчоос хамаарсан итгэлцүүр**

Дамжуулах хоолойн материал	C _p	Дамжуулах хоолойн голч	C _d
Гагнуурын ган	0.3	500 мм ба дээш	0.5
Ductile Cast Iron	0.3	200 – 450 мм	0.8
Төмөр цутгамал	1.0	100 – 150 мм	1.0
PVC	1.0	75 мм ба доошоо	1.6
Асбест цемент	1.2		
Steel with Screw	2.0		
Полиэтилен	0.1		
Бусад шугамны материал	1.0		
Үл мэдэгдэх	1.0		

**Хүснэгт Ё.2.11 Японы усны судалгааны төвөөс санал болгож буй дамжуулах
хоолойн материал, голчоос хамаарсан итгэлцүүр**

Дамжуулах хоолойн материал	C _p	Дамжуулах хоолойн голч	C _d
Ductile Cast Iron (A, K, T)*	0.3	75 мм	1.6
Ductile Cast Iron (S, SII)*	0.0	100 - 150 мм	1.0
Цутгамал төмөр	1.0	200 - 250 мм	0.9
Гагнасан ган хоолой	0.3**	300 - 450 мм	0.7
Хуванцар PVC	1.0	500 - 600 мм	0.5***
Хуйлмал ган	4.0**		
Асбест цемент	2.5**		

***: бага хэмжээний хохирлын
мэдээлэлд тулгуурласан

* : А, К, Т, S, SII: холбоосны төрөл
 **: богино хэсгийн хохирлын мэдээнд тулгуурласан.

Тайлбар:

1. *Эвдрэлийн стандарт харьцаа*

Судалгаагаар ус хангамжийн дамжуулах хоолойд газар хөдлөлтийн үеэр үүсэх гэмтэл нь хөрсний оргил хурдатгалаас илүү хөрсний оргил хурдтай илүү хамааралтай байна. Мөн СИ системийн утга нь хохирлын хэмжээтэй маш их хамааралтай байна. Эвдрэлийн стандарт харьцааг оргил хурдаар тооцох нь илүү үр дүнтэй гэж үзэж байгаа бөгөөд цаашид СИ системийн утгыг илүү их хэрэглэхээр байна.

Энэ судалгаанд оргил хурдатгалыг ашиглан тооцсон эвдрэлийн стандарт харьцааг ашигласан бөгөөд оргил хурдатгалын тархалтыг гамшигийн газрын зураг дээрээс ашиглах боломжтой байсан.

2. *Хөрсний шингэрэлтээс хамаарсан итгэлцүүр*

Хөрсний шингэрэлтээс хамаарсан итгэлцүүрийн тодорхойлохдоо олон төрлийн утгыг хэрэглэсэн байдаг.

Энэ судалгаанд дээрх утгуудын дундаж утга болон хөрсний оргил хурдатгалыг ашиглан стандарт эвдрэлийн харьцааг тооцоход ашиглана. Үүнийг илүү нарийвчлалтай тодорхойлох хангалттай мэдээлэлгүй байсан.

3. *Дамжуулах хоолойн материал болон голчоос хамаарсан итгэлцүүр*

Хөрсний шингэрэлтээс хамаарсан итгэлцүүрийн адил дамжуулах хоолойн голч ба материалаас хамаарсан итгэлцүүрийг тодорхойлоход олон янзын утгуудыг хэрэглэсэн.

Энэ судалгаанд дээр дурьдсан утгуудын дундаж утгуудыг хөрсний оргил хурдатгалын аргыг ашиглан эвдрэлийн стандарт харьцааг тооцоход ашиглав.

Ё.3. Ариутгах татуургын сүлжээний газар хөдлөлтийн эрсдлийг үнэлэх

Ариутгах татуургын сүлжээний байгууламжуудын газар доорх дамжуулах хоолой (ус зайлуулах суваг хоолой, цуглуулах хоолой) болон худгуудыг газар хөдлөлтийн улмаас их хэмжээний хохирол учирсан гэсэн мэдээлэлтэй байгаа боловч насосны байгууламж, ариутгах байгууламж нь төлөвлөлтийн норм, норматив баримт бичгээр тодорхой нэмэлт шаардлагуудыг хангуулсан тул хохирол багатай гэж үзэв. .

Газар хөдлөлтийн үеийн хохирлын мэдээлэлд Япон улсад ариутгах татуургын сүлжээнд их хэмжээний эвдрэл гардагсан мэдээлэлгүй. Иймд усны хангамжийн сүлжээний дамжуулах хоолойд хэрэглэсэн аргатай төстэй хохирлын үнэлгээний аргыг олон тооны судалгаагаар бохир усны хоолойд (Ё. 2 хэсгийг үз) хэрэглэсэн.

Дээр дурьдсанчлан, бохир усны шугамын хохирлын үнэлгээ нь усан хангамжийн дамжуулах хоолойтой адилхан юм.

Энэхүү судалгаанд ариутгах татуургын сүлжээний бохир ус дамжуулах хоолойн голч 1 м-ээс ихгүй байна. Иймээс эрсдлийн үнэлгээг ус дамжуулах хоолойн хохирлын үнэлгээний тооцоотой харьцуулбал илүү сайн үнэлдэг.

Ё.4. Цахилгаан хангамжийн сүлжээний газар хөдлөлтийн эрсдлийг үнэлэх

Цахилгаан хангамжийн сүлжээний байгууламжуудын дунд ба бага хүчдэлийн кабель болон цахилгаан шонгууд газар хөдлөлтөөс болж маш их хэмжээний хохирол амссан гэж мэдээлсэн бол цахилгаан станц, өндөр хүчдэл, трансформатортай холбоотой цахилгаан эрчим хүчний дамжуулах байгууламжууд газар хөдлөлтийн бүс нутагт холбогдох норм, норматив баримт бичигт нийцүүлэн гүйцэтгэсэн тул хохирлын хэмжээ бага байдаг. Иймд цахилгааны шонгууд болон дунд ба бага хүчдэлийн кабелиудын хохирлын үнэлгээг цахилгаан хангамжийн системийн эвдрэлийн үнэлгээнд зориулж хийсэн.

Хохирлын хэмжээг ЦДАШугам, газар доорхи кабельд тус тусад үнэлгээ хийдэг. Цахилгаан шон, агаарын кабель, газар доорхи кабелиудын гэмтлийн тооцооны аргыг доор үзүүлэв.

Ё 4.1 Цахилгаан дамжуулах агаарын шонгууд

Ё 4.1.1 Эвдрэлийн стандарт харьцаан дээр тулгуурласан аргачлал

Энэ аргачлал нь Кобэ хотын газар хөдлөлтөөс өмнө ба Кобэ хотын газар хөдлөлтөөс үүссэн хохирлын мэдээлэлд тулгуурласан байна.

- 1) Кобэ хотын газар хөдлөлтөөс өмнөх аргачлал (1991)

$$N_h = C_{gl} * R(A) * N \quad (\text{Ё 4.1})$$

$$R(A) = \begin{cases} 0 & (A < 150 \text{ gal}) \\ 0.0053A - 0.795 & (150 \leq A < 300 \text{ gal}) \\ 0.8 & (300 \text{ gal} \leq A) \end{cases}$$

Үүнд: N_h - Эвдэрсэн шонгийн тоо

C_{gl} - Хөрсний шингэрэлтээс хамаарсан итгэлцүүр (ус хангамжийн сүлжээний хоолойтой ижил)

$R(A)$ - Эвдрэлийн тогтмол харьцаа

A - Хөрсний оргил хурдатгал (gal)

N - Шонгийн тоо

- 2) Кобэ хотын газар хөдлөлтийн хохирлын мэдээлэлд тусгуурласан аргачлал (1997)

$$N_d^P = C_i * R / 100 * N + N_f * N \quad (\text{Ё 4.2})$$

Үүнд: N_d^P - Эвдэрсэн шонгийн тоо

C_i - Хөрсний шингэрэлтээс хамаарсан итгэлцүүр (ус хангамжийн сүлжээний хоолойтой ижил)

R - Эвдрэлийн стандарт харьцаа

Хот \ JMA эрчим хүч	5 + ба бага	6 -	6 +	7
Аомори муж	0.00	0.47		6.68
Токуо 97	0.00	0.55		-

Саппоро хот	0.00	0.47	2.86	6.68
Кавасаки хот	0.00	0.47		-

N - Шонгийн тоо

N_f - Шатлалтын харьцаа

Ё 4.1.2 Газар хөдлөлийн эрчим ба гэмтэлийн харьцаа хоорондын Матрицын аргачлал

Энэ аргачлал нь хөрсний оргил хурдыг ашиглах болон Японы газар хөдлөлийн эрчмийг ашиглах гэсэн 2 төрөл байна. (Японы цаг уурын хүрээлэн. цаашид “JMA” гэх).

1) Хөрсний оргил хурдыг ашиглах (PGA)

Энэ аргачлал нь Нийгата ба Мияаги Офшорын газар хөдлөлийн мэдээлэлд тулгуурласан болон Кобе хотын газар хөдлөлтийн хохирлын мэдээлэлд тулгуурласан гэсэн 2 төрөл байдаг.

Нийгата ба Мияаги Офшорын газар хөдлөлт дээр суурилсан аргачлал (1986)

Хүснэгт Ё 4.1 Нийгата ба Мияаги Офшорын газар хөдлөлтийн хохирлын мэдээлэлд тулгуурласан 100 шон тутамд эвдрэх хохирлын хэмжээ

PGA (gal)		Канагава, Акита, Тояама, Фукуи, Миязаки муж				Шингээх талбай: P _L ≥15
		≤150 gal	151–300 gal	301–400 gal	401 gal≤	
Шонгийн төрөл	Эвдэрсэн					
	Бетон	0.00	0.00	0.01	0.03	0.9
шонгууд	Мод	0.00	0.00	0.01	0.02	0.2
	Гэмтсэн					
шонгууд	Бетон	0.00	0.00	0.03	0.10	3.4
	Мод	0.00	0.00	0.01	0.03	0.9

Нийгата, Мияаги Офшор болон Кобе хотын газар хөдлөлтийн хохирлын мэдээлэлд тулгуурласан аргачлал (1998)

Хүснэгт Ё 4.2 Нийгата, Мияаги Офшор болон Кобе хотын газар хөдлөлтийн хохирлын мэдээлэлд тулгуурласан 100 шон тутамд эвдрэх хохирлын хэмжээ

PGA (gal)		SAITAMA муж						Шингээх талбай: P _L ≥15
		≤150 gal	151 – 300 gal	301 – 400 gal	401 – 600 gal	601 – 800 gal	801 gal≤	
Эвдэрсэн /Гэмтсэн шонгууд	Бетон	0.0	0.0	0.04	0.13	1.0	3.2	4.3
	Мод	0.0	0.0	0.02	0.05	0.4	1.3	1.1

2) JMA-г ашигласан аргачлал

Энэ аргачлал Нихон-кай Чубу ба Кобэ хотын газар хөдлөлтийн мэдээлэлд, Кобэ хотын газар хөдлөлтийн мэдээлэлд суурилсан 2 төрөл байдаг.

Нихон-кай Чубу ба Кобэ хотын газар хөдлөлтийн мэдээлэлд тулгуурласан аргачлал

Хүснэгт Ё. 4.3 Нихон-кай Чубу ба Кобэ хотын газар хөдлөлтийн хохирлын мэдээлэлд тулгуурласан 100 шон тутамд эвдрэх хохирлын хэмжээ

JMA газар хөдлөлийн эрчим	Эвдрэлийн стандарт харьцаа	Фукуока муж	
		Хөрсний шингэрэлтийн итгэлцүүр	Эвдрэлийн харьцаа
5 + ба бага	Эвдрэлгүй	-	Эвдрэлгүй
6 -	0.13 %	0.98 + 0.014 P _L	0.13 + 0.0018 P _L
6 + ба их	0.49 %	0.99 + 0.006 P _L	0.49 + 0.0029 P _L

Кобэ хотын газар хөдлөлтийн хохирлын мэдээлэлд тулгуурласан аргачлал

Хүснэгт Ё 4.4 Кобэ хотын газар хөдлөлтийн хохирлын мэдээлэлд тулгуурласан 100 шон тутамд эвдрэх хохирлын хэмжээ

JMA газар хөдлөлтийн эрчим	Точиги муж	
	Трансформатор болон бусад төхөөрөмж суурьлуулсан	
	Шон дээр суурьласан	Шон дээр суурьлагдаагүй
7	1.8 %	1.3 %

Ё 4.2 Цахилгаан дамжуулах агаарын шугам

1) Цахилгаан шонгийн гэмтлийг тооцоолох аргачлал

Японы хот тус бүрт томъёог дараах байдлаар харуулав.

1-1) Токуо 91, Мияаги, Канагава, Яманаши, Шизуока мужуудад:

$$N_d^C = 0.5 [span/шон] * L [м/span] * N_d^P \quad (\text{Ё 4.3})$$

Үүнд: N_d^C - Эвдэрсэн кабелийн урт (км)

L - Кабелийн уртны дундаж хэмжээ

N_d^P - Эвдэрсэн шонгийн тоо

1-2) Токуо 97

$$n_d^C = a * N_d^P / L \quad (\text{Ё 4.4})$$

Үүнд: n_d^C - Кабелийн эвдрэлийн харьцаа (км)

a - Нэг шонгийн кабелийн эвдрэлийн харьцаа, a = 0.396 (Кобэ газар хөдлөлтний хохирлын бүртгэлд суурилсан)

N_d^P - Эвдэрсэн шонгийн тоо

L - кабелийн урт (км)

1-3) Саппора хот

$$N_d^C = L * N_d^P / N + N_f * L \quad (\text{Ё 4.5})$$

Үүнд: N_d^C - Эвдэрсэн кабелийн урт (км)

L - Кабелийн урт (км)

N_d^P - Эвдэрсэн шонгийн тоо

N - Шонгийн тоо

N_f - Шатлалтын харьцаа

1-4) Кавасаки хот

$$N_d^C = a * N_d^P * L \quad (\text{Ё 4.6})$$

Үүнд: N_d^C - Эвдэрсэн кабелийн урт (км)

A - Нэг шонгийн кабелийн эвдрэлийн харьцаа, $a = 0.5$ (өмнөх газар хөдлөлтийн хохирлын бүртгэлд суурилсан)

N_d^P - Эвдэрсэн шонгийн тоо

L - Кабелийн уртны дундаж хэмжээ

Ё 4.1.3 Газар хөдлөлийн эрчим ба гэмтэлийн харьцаа хоорондын Матрицын аргачлал

Энэ аргачилал нь Кобэ хотын газар хөдлөлтөөс өмнө ба Кобэ хотын газар хөдлөлтөөс үүссэн хохирлын мэдээлэлд тулгуурласан байна.

Кобэ хотын газар хөдлөлтөөс өмнөх аргачилал (1986)

Хүснэгт Ё 4.5 Кабелийн эвдрэлийн харьцаа (татлага/100 шон)

PGA (gal)	Канагава, Акита, Фукуи Миязаки муж				
	≤150 gal	151-300 gal	301-400gal	401 gal≤	Шингээх талбай: $P_L \geq 15$
Шонгийн төрөл					
Бетон	0	0.01	0.32	1.2	11.0
Мод	0	0.002	0.05	0.18	2.6

Кобэ хотын газар хөдлөлтийн хохиролд суурилсан аргачилал (1997)

Хүснэгт Ё 4.6 Кобэ хотын газар хөдлөлтийн хохирлын мэдээлэлд тулгуурласан кабелийн эвдрэлийн харьцаа (Татлага/100)

PGA (gal)	Цахилгааны шон	Сайтама муж						
		≤150 gal	151 – 300 gal	301 – 400 gal	401 – 600 gal	601 – 800 gal	801 gal≤	Шингээх талбай: $P_L \geq 15$
Эвдэрсэн/ гэмтсэн кабель	Бетон	0.0	0.01	0.32	1.20	8.5	27.0	11.0
	Мод	0.0	0.002	0.05	0.18	1.3	4.1	2.6

Ё 4.3 Газар доорхи кабель

Энэ аргачилал нь Кобэ хотын газар хөдлөлтөөс өмнө ба Кобэ хотын газар хөдлөлтөөс үүссэн хохирлын мэдээлэлд тулгуурласан байна.

Кобэ хотын газар хөдлөлтөөс өмнөх аргачилал (1991)

$$L_c = C_{gl} * R(A) * L \quad (4.7)$$

$$R(A) = \begin{cases} 0 & (A < 200 \text{ gal}) \\ 0.002A - 0.4 & (200 \leq A < 300 \text{ gal}) \\ 0.2 & (300 \text{ gal} \leq A) \end{cases}$$

Үүнд: L_c - Эвдэрсэн кабелийн урт (км)

C_{gl} - Хөрсний шингэрэлтээс хамаарсан итгэлцүүр (ус хангамжийн сүлжээний хоолойтой ижил)

R(A) - Эвдрэлийн тогтмол харьцаа
 A - Хөрсний оргил хурдатгал (gal)
 L - Кабелийн урт (км)

Кобэ-ийн газар хөдлөлтөн дээр суурилсан аргачилал (1997)

Газар доорхи холбооны кабелийн эвдрэлийн тооцоо нь ихэнхи тохиолдолд энэ аргачлалыг хэрэглэдэг. Эвдрэлийн стандарт харьцааг тодорхойлсон байна.

$$N_d = C_l * R / 100 * L \quad (4.8)$$

Үүнд: N_d - Эвдэрсэн кабелийн урт (км)

C_l - Хөрсний шингэрэлтээс хамаарсан итгэлцүүр (ус хангамжийн сүлжээний хоолойтой ижил)

L - Кабелийн урт (км)

R - Эвдрэлийн стандарт харьцаа

JMA Газар хөдлөлтийн эрчим	Эвдрэлийн стандарт харьцаа		
	Токуо 97	Аомори Муж	Саппоро Хот
5 ба бага	0.00	0.00	0.00
6 -	0.30	0.30	0.30
6 +			2.00
7	-	4.70	4.70

Тайлбар

Цахилгаан хангамжийн сүлжээнд учирч болзошгүй хохирлын тооцоонд зориулж бага хүчдэлийн шугамыг барилгад хамааруулна. Энэ судалгаанд дараах шалтгаанаар бага хүчдэлийн шугамны эрсдлийг тооцоогүй болно.

Алжирын Вилаяа дахь бага хүчдэлийн кабель нь маш нарийн төвөгтэй бөгөөд тоон систем нь бололцоогүй, кабельууд нь ерөнхийдөө барилгын дагуу тархсан бөгөөд бага хүчдэлийн кабелийн гэмтлийг барилгын гэмтэлтэй харьцуулж тооцно.

Цахилгаан дамжуулах агаарын шугмын шон

Цахилгаан шонгуудын эвдрэлийг тооцоход цахилгаан шонгийн тоог мэдэх шаардлагатай хэдий ч энэ мэдээллийг энэ судалгаанд ашиглах боломжгүй байсан.

Энд Алжирийн Вилаяагийн барилгын нөхцөл байдлаас болоод гал түймрийн тархалтыг авч үзээгүй болно.

$$\begin{aligned} N_d^P &= C_l * R / 100 * N + N_f * N & (4.9) \\ &= C_l * R / 100 * N + 0 \\ &= x * N \text{ ----- } (x = C_l * R / 100) \end{aligned}$$

Энэ тооцоонд, эвдрэлийн стандарт харьцаа нь холбогдог мэдээллийн үндсэн дээр суурилсан.

Цахилгаан дамжуулах агаарын шугам

Цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын гэмтэл нь дээр дурьдсан цахилгаан шонгийн эвдрэлийн итгэлцүүрээр үнэлэгддэг. Энэ нь цахилгаан туйлын тоо болон агаарын кабелийн уртын тооны харьцаа тогтмол 1 урттай кабелийн урттай тэнцүү гэсэн таамаглал дээр суурилсан болно.

$$\begin{aligned}
 n_d^C &= a * N_d^P / L & (4.10) \\
 &= a * x * (N / L) \\
 &= b \text{ ----- } (b = a * x, N / L = \text{const.})
 \end{aligned}$$

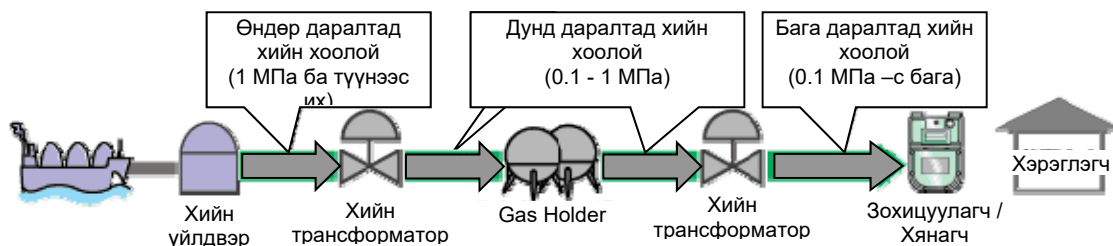
Үүний үр дүнд ЦДАШ-ын гэмтэл нь стандарт эвдрэлийн харьцааг сүлжээ бүрт тооцож нийт уртаар үржүүлсэнтэй тэнцэхээр тооцсон.

Газар доорхи цахилгаан дамжуулах шугам

Газар доорх цахилгаан дамжуулах шугамын эвдрэлийн тооцоонд дээр дурдсан аргачлалыг хэрэглэсэн бөгөөд энэ аргыг олон тохиолдолд хэрэглэдэг. Энэ тооцоонд эвдрэлийн стандарт харьцааг холбогдох өгөгдлүүд болон цахилгаан шон дээр тулгуурлан тооцсон.

Ё.5 Хийн хангамжийн сүлжээний газар хөдлөлтийн эрсдлийг үнэлэх

Хий хангамжийн сүлжээ нь дараах бүтэц, байгууламжуудаас бүрдэнэ.



Зураг Ё 5.1. Хий хангамжийн сүлжээний схем зураг

Хий хангамжийн сүлжээний байгууламжуудаас дунд ба бага даралттай хийн хоолой, зохицуулагч төхөөрөмжүүд нь өнгөрсөн үеийн газар хөдлөлтөөс болж их хэмжээний хохирол амссан гэж мэдээлсэн бол харин хийн бүтээгдэхүүний үйлдвэр, өндөр даралтын хийн байгууламж, хийн трансформаторуудыг газар хөдлөлтийн бүс нутагт тавигдах норм, нормативын дагуу баригдсан тул ерөнхийдөө хохирлын хэмжээ бага байсан мэдээлэлтэй байна.

Иймээс хийн хангамжийн системийн дунд болон бага даралтын хий дамжуулах хоолойн хохирлын үнэлгээг хийсэн болно.

Эвдрэл нь хий дамжуулах хоолойн уртаас хамаарна. Хохирлын тооцоо нь өнгөрсөн хугацаанд болсон газар хөдлөлтийн үеийн хохирлын мэдээлэлд үндэслэсэн стандарт эвдрэлийн харьцааг ашигладаг ба хөрсний шингэрэлт, хоолойн материал, голчтой газар хөдлөлтийн эрчмээс хамаарсан итгэлцүүрүүдийг ашигладаг. Дараах үндсэн томъёогоор хохирлын үнэлгээг тооцно.

$$R_{fm} = R_f \cdot C_g \cdot C_p \cdot C_d \quad (4.11)$$

Үүнд: R_{fm} - Эвдрэлийн харьцаа (цэгүүд/км)

R_f - Эвдрэлийн стандарт харьцаа (цэгүүд/км)

C_g - Хөрсний шингэрэлтээс хамаарсан итгэлцүүр

C_p - хий дамжуулах хоолойн материалаас хамаарсан итгэлцүүр

C_d - хий дамжуулах хоолойн голчоос хамаарсан итгэлцүүр

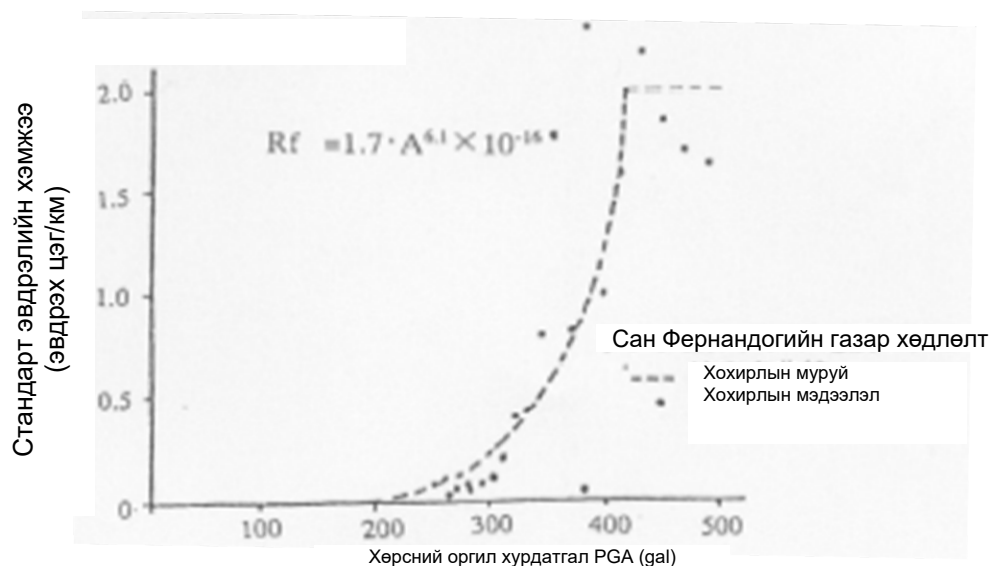
Эвдрэлийн стандарт харьцаа ба өөрчлөлтийн итгэлцүүрийг дараах байдлаар санал болгодог. Олон төрлийн аргачлалуудаас сонгохын тулд тухайн газар нутгийн одоогийн нөхцлүүдийг нэгтгэн дүгнэж, өнгөрсөн үеийн газар хөдлөлтийн эвдрэлийн үзүүлэлтийг тохируулах зэргийг харгалзан үзэж сонгох хэрэгтэй.

Эвдрэлийн тогтмол харьцаа

Стандарт эвдрэлийн харьцааг тооцоолох дараах гурван төрлийн индекс байдаг;

Хөрсний оргил хурдатгал (цаашид “PGA” гэж нэрлэсэн)

Эвдрэлийн стандарт харьцааг оргил хурдатгалаар тооцох аргыг Сан Фернандогийн газар хөдлөлтийн үеэр шатсан дамжуулах хоолойн хохирлын мэдээллээс Кубо ба Катаяма нар зураг Ё 5.1-д үзүүлснээр гаргаж авсан (1975).



Зураг Ё.5.1 Хөрсний оргил хурдатгал ба Сан Фернандогийн газар хөдлөлтийн үеэр эвдэрсэн газар доорх хоолойны хохирлын бүртгэлийн хоорондын хамаарал (1971)

Эвдрэлийн стандарт харьцааг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$R_f = 1.7 * A^{6.1} * 10^{-16} \text{ ----- (хамгийн их } R_f = 2.0) \quad (\text{Ё 4.12})$$

Үүнд: R_f - Эвдрэлийн тогтмол харьцаа (цэгүүд/км)

A - Хөрсний оргил хурдатгал (gal)

Хөрсний оргил хурд (цаашид “PGV” гэж нэрлэнэ)

2) Японы Кобэ хотын газар хөдлөлт болон бусад газар хөдлөлтийн үеэр эвдэрсэн хийн хангамжийн хоолойны хохирлын мэдээлэл дээр тулгуурласан.

$$R_f = 3.89 * 10^{-3} (V - 20)^{1.51} \quad (\text{Ё 4.13})$$

Үүнд: R_f - Эвдрэлийн тогтмол харьцаа (цэгүүд/км)

V – Хөрсний оргил хурд (см/сек)

СИ хэмжээс

СИ хэмжээсд суурилсан эвдрэлийн стандарт харьцаа нь Кобэ-н газар хөдлөлтийн улмаас хийн хоолойнд үүссэн эвдрэлээс зохиогдсон.

Энэ аргачилалд хотын захиргаагаар хэрэгждэг хоёр томъёо байдаг.

1) Фукуока муж

$$R_f = 0.025 * SI - 0.76 \text{ ----- (хамгийн их } R_f = 1.8) \quad (4.14)$$

Үүнд: R_f - Эвдрэлийн стандарт харьцаа (цэгүүд/км)

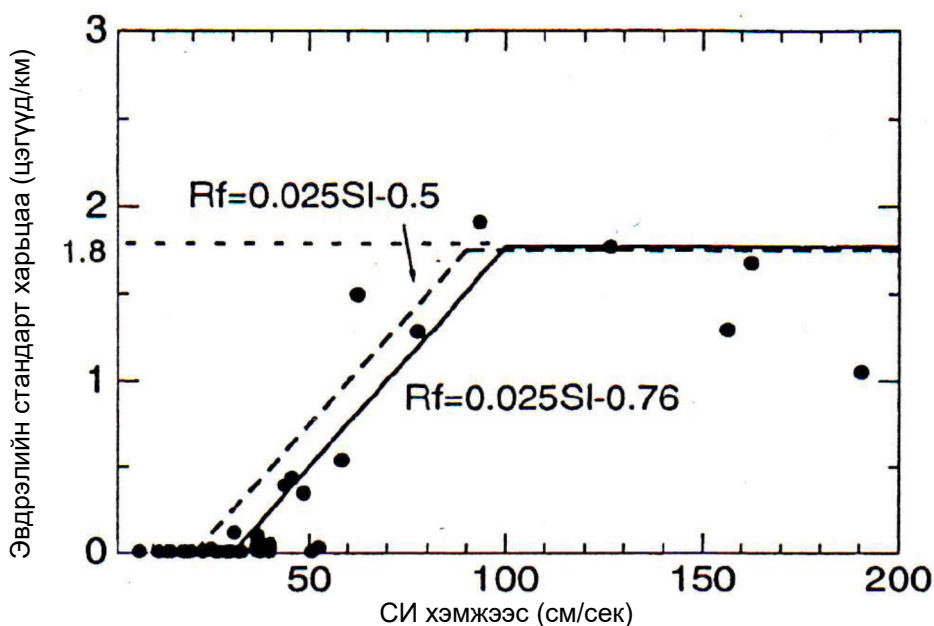
SI : СИ хэмжээс (см/сек)

2) Нийгата, Хирошима муж, Хирошима хот

$$R_f = 0.025 * SI - 0.5 \text{ ----- (хамгийн их } R_f = 1.75) \quad (4.15)$$

Үүнд: R_f - Эвдрэлийн стандарт харьцаа (цэгүүд/км)

SI : СИ хэмжээс (см/сек)



Зураг Ё.5.2 Кобэ газар хөдлөлтөнийн ган хоолойн ($s \square w$) СИ-ийн хэмжээс, эвдрэлийн харьцаа²³

Хөрсний шингэрэлтээс хамаарсан итгэлцүүр (Liquefaction)

Энэ итгэлцүүр нь орон нутгийн онцлогт тулгуурладаг. Ихэнх тохиолдолд ус

²³ Хийн чичирхийллийн эсрэг тэмцэх хороо, 1996

хангамжийн сүлжээний хоолойтой (Хүснэгт Ё 2.1 үзнэ үү) адилаар тооцож авна.

Хий дамжуулах хоолойн материал ба голчоос хамаарсан итгэлцүүр

Энэ итгэлцүүр нь өмнөх газар хөдлөлтүүдийн улмаас үүсэх эвдрэлийн мэдээллийн дүн шинжилгээнд суурилсан. Хотын захиргаанаас хэрэгжүүлэх итгэлцүүрийг тооцох хоёр аргачлал байдаг. Энэ нь хоолойн материал, голчоос хамаарсан итгэлцүүр ашиглах (Хүснэгт Ё.5.1. - Хүснэгт Ё.5.2), нөгөө аргачлал нь итгэлцүүрийг дангаар нь ашиглах (Хүснэгт Ё.5.3 - Хүснэгт Ё.5.4).

Хүснэгт Ё.5.1 Шизуока мужад хэрэглэсэн хий дамжуулах хоолойн материал, голчоос хамаарсан итгэлцүүр

Дамжуулах хоолойн материал	Дамжуулах хоолойн материалаас хамаарсан эквивалент итгэлцүүр	Дамжуулах хоолойн голчоос хамаарсан эквиваленти итгэлцүүр	
		Голч	Итгэлцүүр
Ган (screw)	5.0	< 100 мм	1.3
		100 мм ≤	0.75
Ган (welded)	0.1		1.0
Төмөр цутгамал	1.0	< 400 мм	1.5
		400 – 1,000мм	0.3
		1,000 мм ≤	0.15
Ductile Cast Iron	0.25	< 500 мм	1.3
		500 – 1,000мм	0.3
		1,000 мм ≤	0.15
Асбест цемент	3.0	< 100 мм	2.3
		125 – 250мм	0.9
		300 мм ≤	0.4
PVC	1.5	< 100 мм	1.1
		100 мм ≤	0.9

Хүснэгт Ё.5.2 Мие мужад хэрэглэсэн хий дамжуулах хоолойн материал, голчоос хамаарсан итгэлцүүр

Дамжуулах хоолойн даралт		Дамжуулах хоолойн голч			
		75 мм	100 мм	150 мм	200 мм
төрөл	Дунд зэргийн даралттай	0.03	0.03	0.03	0.03
	Маш бага даралтат	0.5	0.5	0.2	0.2
	Бага даралтат	1.0	1.0	1.0	1.0

Хүснэгт Ё.5.3 Хотуудад хэрэглэсэн хий дамжуулах хоолойн материалаас хамаарсан (дунд даралтат хий)

Хий дамжуулах хоолойн материал	Мияаги	Канагава	Акита, Сайтама, Нагано, Миязаки	Фукуи	Нийгата	Токуо 97 Кавасаки	Хирошима	Фукуока
Хуйлмал ган (Screw)	-		1.0	1.4	0.50	0.01	1.00	-
Ган (Welded)			0.05		0.025	0.01	0.00	0.01
Ган (Mechanical)	-		0.1	0.1 25	0.05	0.01	-	0.01
Ган (SGM)			-			0.01	0.055	-

Цутгамал төмөр (Mechanical)	1.0	0.1	0.05	0.02	0.029	0.13
Цутгамал төмөр (Gas Type)		-		0.02	0.087	0.30
Цутгамал төмөр (Water Type)	-	0.5	0.25	0.02	-	0.30
Ширэм	-	0.1	-	0.05	0.02	-
Цутгамал төмөр (Faucet Joint)		-		0.02	0.391	-
Полиэтилен	-	0.05	0.1	0.00	-	
PVC	-	0.75	-	0.375	-	
Асбест цемент	-	2.0	-	1.00	-	
Үл мэдэгдэх, Бусад	-	0.1	0.5	-	0.05	-

Хүснэгт Ё.5.4 Хотуудад хэрэглэсэн хий дамжуулах хоолойн материалаас хамаарсан (бага даралтат хий)

Хий дамжуулах хоолойн материал	Мияаги	Канагава	Акита, Сайтама, Нагано, Миязаки	Сэндай хот	Фукуи
Ган (Welded)	0.1				0.2
Ган (Mechanical)	0.15	0.2			0.25
Ган (SGM)	-				
Хуйлмал ган (Screw)	2.0			1.0	2.8
Цутгамал төмөр (Mechanical)	0.2			-	0.3
Цутгамал төмөр (Water Type)	1.0			-	1.0
Ширэм	-	0.2			-
Полиэтилен	0.1			0.01	0.2
PVC	-	1.5			-
Асбест цемент	-	4.0			-
Цутгамал төмөр (Gas Type)	-				
Цутгамал төмөр (Faucet Joint)	-			0.6	-
Үл мэдэгдэх, Бусад	-	0.2 / 1.5 *	1.0		-
Хий дамжуулах хоолойн материал	Аомори	Фукуока	Токуо 97 Кавасаки хот	Нийгата	Хирошима
Ган (Welded)	0.1	0.12	0.02	0.05	0.00
Ган (Mechanical)	-	0.07	0.02	0.10	-
Ган (SGM)	-				0.055
Хуйлмал ган (Screw)	0.5	1.0			
Цутгамал төмөр (Mechanical)	-	0.33	-	0.10	0.029
Цутгамал төмөр (Water Type)	1.0	0.74	-	0.50	-
Ширэм	0.2	-	0.05 / 0.02 **	0.10	-
Полиэтилен	-	0.12	0.00		-
PVC	1.5	3.2	0.70	0.75	-
Асбест цемент	4.0	1.0	-	2.00	-
Цутгамал төмөр (Gas Type)	-	0.50	0.23	-	0.087
Цутгамал төмөр (Faucet Joint)	-		0.46	-	0.391
Үл мэдэгдэх, Бусад	-			1.00	-

Тайлбар: *: Маш бага даралтат хийн хоолой = 0.2, бага даралтат хийн хоолой = 1.5

** : Gas type ductile cast iron = 0.05, cast iron with Mechanical = 0.02

Хий хангамжийн сүлжээнд учирч болзошгүй хохирлын тооцоонд зориулж бага даралттай хий дамжуулах хоолойг барилга байгууламжид хамааруулна. Энэ судалгаанд дараах шалтгаанаар бага хүчдлийн шугамны эрсдлийг тооцоогүй болно.

Бага даралтад хийн хоолойг хийн хангамжийн системд учирж болох хохирлын тооцоонд орно гэж үзээд объектийн байгууламжад оруулна. Энэхүү судалгаанд нам даралтын хий дамжуулах хоолойн хохирлыг тооцоогүй болно. Учир нь SONELGAZ нь Алжирын Вилаяа дахь дунд даралтын дамжуулах хоолойг нам даралтын хий дамжуулах хоолойгоор сольж байна.

Дараах зүйлүүд нь хохирлын үнэлэгээтэй чухал холбогдолтой юм.

1. Эвдрэлийн стандарт харьцаа

Судалгаагаар ус хангамжийн дамжуулах хоолойд газар хөдлөлтийн үеэр үүсэх гэмтэл нь хөрсний оргил хурдатгалаас илүү хөрсний оргил хурдтай илүү хамааралтай байна. Мөн СИ системийн утга нь хохирлын хэмжээтэй маш их хамааралтай байна. Эвдрэлийн стандарт харьцааг оргил хурдаар тооцох нь илүү үр дүнтэй гэж үзэж байгаа бөгөөд цаашид СИ системийн утгыг илүү их хэрэглэхээр байна.

Энэ судалгаанд оргил хурдатгалыг ашиглан тооцсон эвдрэлийн стандарт харьцааг ашигласан бөгөөд оргил хурдатгалын тархалтыг гамшигийн газрын зураг дээрээс ашиглах боломжтой байсан.

2. Хөрсний шингэрэлтээс хамаарсан итгэлцүүр

Хөрсний шингэрэлтээс хамаарсан итгэлцүүр нь ус хангамжийн дамжуулах хоолойто адил юм.

3. Хий дамжуулах хоолойн материал, голчоос хамаарсан итгэлцүүр

Энэ судалгаанд дээр дурьдсан дунд зэргийн даралттай буюу түүнээс доогуур хэмжээг ашиглаж байгаа нь ус хангамжийн хоолойн хувьд илүү нарийвчлалтайгаар үнэлэхэд хангалттай мэдээлэл олж чадахгүй байна.

АРМЯН УЛСЫН ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ЭРСДЛИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ АРГАЧЛАЛ

Ж.1 Гүүрийн газар хөдлөлтийн эрсдлийг үнэлэх

Газар хөдлөлтөнд тэсвэртэй, бат бэх чанарыг хангахын тулд эрсдэл өндөртэй барилгуудад тодорхой арга хэмжээ авах шаардлагатай. Ялангуяа тулгуур ба суурийн уртыг хүчитгэх хэрэгтэй болно.

Хүснэгт Ж 1.1

Үндсэн хийцлэл	Хэрэгжүүлэх арга хэмжээ	Гол зүйл
Төмөр дам нурууны бүтэц	Төмөр дам нуруунуудын хоорондын холболт, Дэд бүтцийг өөрчлөх, гүүрийг өөрчлөх	Гүүр/татлагын урт, Гүүрний өргөн
Тулгуур	Урьдчилан сэргийлэх тогтолцоог бий болгох	Тулгуур ба суурийн төгсгөлийн түвшин
Суурийн урт	Суурийн өргөтгөлийн систем	Суурийн урт, Татлагын урт
Чанар	Гүүрийг засах, бэхжүүлэх, Гүүрийг өөрчлөх	Гэмтлийн зэрэг

Гүүрний ашиглалтын хугацаа нь дууссан үед үзлэгт шаардагдах бүх мэдээллийг цуглуулах нь бараг боломжгүй байдаг.

Газар хөдлөлтөд тэсвэртэй болгох үүднээс гүүрэнд иж бүрэн засвар, бэхэлгээг хийх шаардлагатай. Зөвхөн хэсэгчилсэн засварыг хийх боломжгүй юм.

Иймд судалгааны явцад тулгуур болон суурийн хийцэд анхаар нь зүйтэй. Ялангуяа дэд бүтэцтэй холбоотой суурийн ажлыг нарийвчлан судлах шаардлагатай.

Судалгааны хүснэгт Ж 1.2

Нэр	Гүүрийн эзэмшил газар			нэршлийн код	ARB-1
байршил	44.4930687N	40.197831E		Гүүрийн төрөл	автозам
баригдсан огноо	---				
Ерөнхий мэдээлэл					
замын төрөл	1	②	3	замын эгнээ	2
	Хороолол доторх нэг чиглэл	Хотын төв замын 2 ба 4 чиглэлтэй	Өргөн чөлөөний 4-өөс дээш чиглэлтэй	3 эгнээтэй	
хөндлөн гарч байгаа объектын төрөл	1	2	③	4	3
	гол	зам	замын чиглэл өөрчлөгч		
гүүрийн урт	1	2	③	урт	3
	<20м-ээс бага	21м-ээс 75м	70м-ээс их	238.20м	
гүүрийн бүтцийн төрөл	1	2	③		3
	шулуун	тойрог	муруй		
Үндсэн хийцийн төрөл					
гүүрийн алгаслал	1	②		тулгуур	2
	1	>2		7	
тулгуурийн төрөл	1	2	③		3

	Нуман ба хөшүүн	үргэлжилсэн	дан/		
баганын төрөл	①	2	3		1
	хүчитгэл хийсэн	энгийн	М-М		
Гүүрийн алгаслал (0.7+0.005)	A1-P1	P1-P2	P2-P3,-,P5	P5-P6	P6-A2
	16,00мм (0.780м)	32,00мм (0.860м)	40,00мм (0.900м)	32,00мм (0.860м)	16,00мм (0.780м)
Суултын урт	0.70/0.70м	0.70/0.70м	0.70/0.70м	0.70/0.70м	0.70/0.70м
Гүүрийн суулт	1	②			2
	өргөн	нарийн			
Гүүрийн доод бүтэц					
Суурийн хамгийн их өндөр	1	②	3	хамгийн их өндөр	2
	5м ба түүнээс бага	5-10м	10м ба түүнээс дээш	6.80м	
суурийн төрөл	①	2			1
	гадсанаас бусад	гадсан			
Доод бүтцийн материал	①	2			1
	төмөр бетон	тоосго/ угсармал			
хөрсний ангилал	1	②			2
	хадан	дунд зэрэг	зөөлөн	маш зөөлөн	
хийцийн үнэлгээ					
Хийцийн нөхцөл	①	2	3		1
	сайн	хангалттай	муу биш		
Гамшиг					
газар хөдлөлтийн эрчим	1	2	3	4/5	--
	5.00	5.50	6.00	6.5/7.0	
Хөрсний шингэрэлт	①	2	3		1
	байхгүй	магадгүй	байгаа		

Судалгаанд бусад улсад нилээд түгээмэл ашиглагддаг "Катаяама-гийн аргачлал"-ыг энэ судалгаанд ашигласан бөгөөд "Катаяама-гийн аргачлал"-ыг нь Японы болж байсан газар хөдлөлтийн үед үүссэн хохирлын мэдээлэл ба түүнд нөлөөлсөн зүйлийг дүгнэдэг. Газар хөдлөлтөөс хамгаалах тэсвэрийг үнэлэх цэг дэх эмзэг байдлыг үнэлдэг.

"Катаяама-гийн аргачлал"-ыг доорх дарааллаар гүйцэтгэнэ.

- Судалгааны хүснэгтийн дагуу хийц, бүтээц, хөрсний нөхцөл байдал зэргийг судалж тогтоох.
- Газар хөдлөлтөнд дүн шинжилгээ хийх замаар газар хөдлөлтийн эрчмийг тооцох
- Хүснэгт Ж 1.3-т үзүүлсэний дагуу эвдрэлийн үнэлгээ хийж зэрэглэл тогтоох
- Хэсэг асуулга тус бүрийг үнэлж, онооны нийлбэрийг тодорхойлох.

Эвдрэлийн үнэлгээг хүснэгт Ж 1.3-ын дагуу хийж гүйцэтгэсэн болно.

Хүснэгт Ж 1.3 Эвдрэлийн үнэлгээ ("Катаяама-гийн аргачлал")

Хэсэг		Зэрэг	Жинлэлтийн коэффициент	Оноо
Гамшиг	JMA-н эрчим хүчний хэмжигдэхүүн	- 5.0	1.0	1
		5.0- 5.5	1.7	2
		5.5- 6.0	2.4	3
		6.0- 6.5	3.0	4
		6.5-	3.5	5
	Шингээх чадал	Үгүй	1.0	1
		Магадгүй	1.5	2
		Тийм	2.0	3
Тулгуурын дээд бүтэц	Татлагын хуваарилалт	1	1.0	1
		2 ба түүнээс дээш	1.75	2
	Төмөр дам нурууны төрөл	Нуман эсвэл хатуу хүрээ	1.0	1
		Үргэлжилсэн	2.0	2
		Single or Gerber girder	3.0	3
	Тулгуурын төрөл	Falling prevention devise	0.6	1
		Энгийн	1.0	2
		Тэнхлэгийн чиглэлд шилжих боломжтой хоёр тулгуур	1.15	3
	Гүүрний хамгийн бага өргөн	Өргөн	0.8	1
		Нарийн	1.2	2
Тулгуурын доод бүтэц	Тулгуур баганын хамгийн их өндлөр	≤5м	1.0	1
		5м – 10м	1.35	2
		≥10м	1.7	3
	Суурийн төрөл	Бусад	1.0	1
		Овоолго	1.4	2
	Тулгуур баганын материал	Бэхжүүлсэн бетон	1.0	1
		Энгийн бетон ба бусад	1.4	2
	Хөрсний ангилал	Төрөл 1 (Хатуу)	0.5	1
		Төрөл 2 (Дунд зэрэг)	1.0	2
		Төрөл 3 (Зөөлөн)	1.5	3
		Төрөл 4 (Маш зөөлөн)	1.8	4

"Катаяама-гийн аргачлал"-ын хүчин зүйлүүдийн хүчин зүйлүүдийн нэг нь газар хөдлөлтийн эрчим (JMA)-ийг тодорхойлох (Ж 1.1 томъёо) явдал юм. Хөрсний оргил хурдатгалыг аюулын шинжилгээнд тооцож, JMA Intensity-ыг Мидорикава (1999) эмпирик тэгшитгэлээр хувиргасан.

$$JMA=0.55 + 1.9 \cdot \log(PGA \text{ in gal}) \quad (\text{Ж.1.1})$$

Хүснэгт Ж 1.3-д Япон улсын газар хөдлөлтийн бодит мэдээлэл дээр үндэслэн эвдрэлийн үнэлгээний модуль ба шалгуур үзүүлэлтийг тодорхойлсон болно. Тодорхойлолт ба хэмжээсийг энэ судалгаанд ашигласан.

Эвдрэлийн үнэлгээний нийлбэр оноогоор хохирлын зэрэг, эвдрэлийн хэмжээг хүснэгт Ж 1.4 үзүүлсэн болно.

Хүснэгт Ж 1.4

Хохирлын зэргийн ангилал	Урьдчилан таамагласан хязгаарын төлөв байдал
А - Тулгуур багана унах өндөр магадлалтай - Их хэмжээний эвдрэл үүссэн - Урт хугацаанд ашиглах боломжгүй, сэргээн засварлах шаардлагатай	30 ба түүнээс их
В - Тулгуур багана унах бага зэргийн магадлалтай - Эвдрэл үүссэн - Түр хугацаанд ашиглах боломжгүй, засварлах шаардлагатай	26 – 30
С - Тулгуур багана унах бага зэргийн магадлалтай - Бага зэргийн эвдрэл үүссэн - Техникийн үзлэгийн дараа ашиглах боломжтой	26-с бага

Газар хөдлөлт нь гүүрийн тогтвортой байдалд ноцтой нөлөөлж байсан гэж үздэг. Иймээс "Катаяама-гийн аргачлал" нь Япон улсын газар хөдлөлтөөс үүссэн хохирлын мэдээлэлд тулгуурласан тул эвдрэлийн үнэлгээний ангилалыг тогтооно. (Хүснэгт Ж 1.5)

Хүснэгт Ж 1.5 Эвдрэлийн үнэлгээний ангилал (Чанар)

Зүйл	Зэрэг	Жинлэлтийн итгэлцүүр	Оноо
Чанар	Энгийн	1.0	1
	Бага зэрэг эвдэрсэн*	1.2	2
	Эвдэрсэн*	1.5	3

*бетоны гадаргууг сийрэгжсэн, кальци ялгарсан, хийцлэл хагарсан, төмөр бетоны хийцийн арматурын төмөр / гангийн зэврэлт гэх мэт.

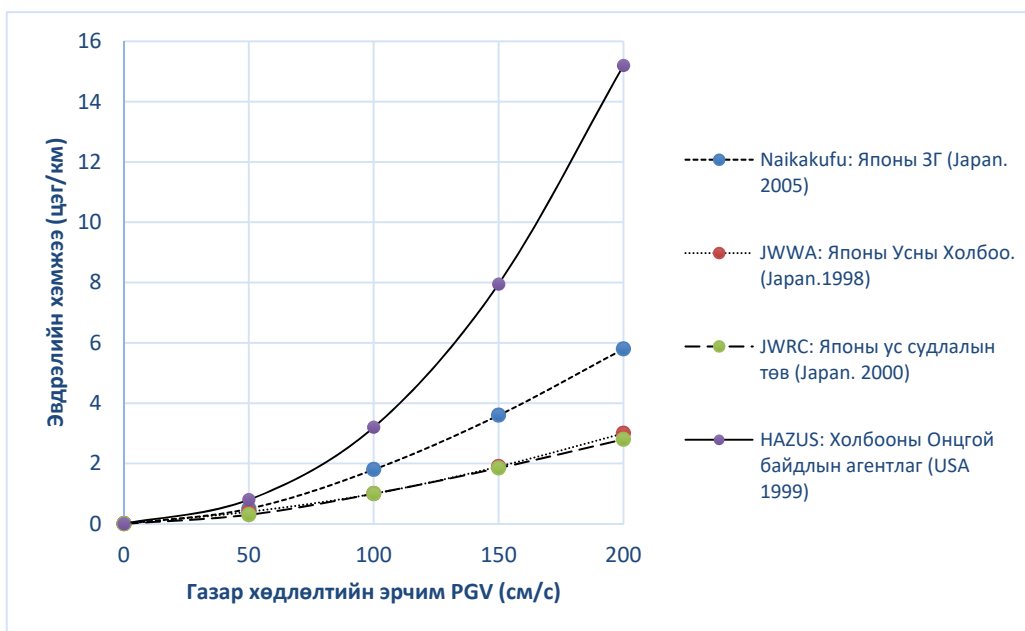
Ж.2 Ус хангамжийн шугам сүлжээний газар хөдлөлтийн эрсдлийг үнэлэх

Дэд бүтэц, инженерийн хангамжийн шугам сүлжээнд газар хөдлөлтийн эрсдлийг үнэлэх аргачлалаас АНУ, Япон улсад хэрэглэгддэг хохирлын мэдээлэлд тулгуурлаж эмзэг байдлын муруйгаар эвдрэлийн тоон хэмжээг урьдчилан тооцох аргачлалыг ашигласан болно. Япон улсын Гамшгаас сэргийлэх төв, Засгийн газрын танхим, Япон улсын засгийн газрын 2005 оны, Японы усны холбооны 1998 оны, Японы ус судлалын төвийн 2000 оны, Онцгой байдлын албаны 1999 оны хохирлын мэдээлэлд тулгуурласан.

Дээрх байгууллагуудын мэдээлэлд дурьдагдсан хохирол нь эвдрэлийн стандарт түвшин, дамжуулах хоолойн материал, голчоос хамаарсан итгэлцүүрээр илэрхийлэгдсэнийг Хүснэгт Ж 2.1-ээс үзнэ үү.

Ус хангамжийн шугам сүлжээний дамжуулах хоолойн материал, голчоос хамаарсан итгэлцүүрийг сүүлийн жилүүдэд болсон газар хөдлөлтөөс ус хангамжийн шугам сүлжээнд үүссэн хохиролтой уялдуулан тооцсон.

АНУ, Мексик улсуудад газар хөдлөлтийн үед тохиолдсон хохирлын бодит хэмжээнд үндэслэн ХАЗУС-д эвдрэлийн жишиг хэмжээг тогтоосон болно. Мөн Япон улсын Засгийн газар, Засгийн газрын танхим, Гамшгаас сэргийлэх төвийн 2005 оны мэдээллийг ашиглан эвдрэлийн жишиг болон хамгийн их эвдрэлийн хэмжээг тодорхойлсон бол эвдрэлийн дундаж хэмжээг 1995 онд Японы Кобе хотод болсон газар хөдлөлтийн мэдээлэлд үндэслэж тооцсон.



Зураг Ж.2 Ус хангамжийн шугам сүлжээний эмзэг байдлын муруй

Хохирол гарах магадлалын хэмжээг (R_m) доорх томъёогоор тодорхойлно.

$$R_m = R \cdot C_p \cdot C_d \cdot C_l \quad (\text{Ж 2.1})$$

Энд:

R - Хохирлын мэдээлэл (цэгүүд/км)

$$R_{\max} = 1 \times 10^{-4} \cdot V^{2.25}$$

$$R_{\text{average}} = 2.24 \times 10^{-3} \cdot (V-20)^{1.51}$$

Ср - дамжуулах хоолойн материалын итгэлцүүр (Хүснэгт Ж.2.1)

Сd - дамжуулах хоолойн голчын итгэлцүүр (Хүснэгт Ж 2.1)

Сl - Хөрсний шингэрэлтийн итгэлцүүр (Хөрсний шингэрэлт явагдахгүй үед Сl = 1.0)

V : Хөрсний оргил хурд (см/сек)

Хүснэгт Ж 2.1 Ус хангамжийн шугам сүлжээний дамжуулах хоолойн материал, голчоос хамаарсан итгэлцүүр

Материал	Диаметр (мм)	Хохирлын мэдээллийн эх үүсвэрүүд				Эвдрэлийн хэмжээ	
		Naikakufu	JWWA	JWRC	HAZUS	Хамгийн их	Дундаж
Ган	≤75	0.84	0.48	0.48	0.30	0.84	0.48
	100-150	0.42	0.30	0.30	0.30	0.42	0.30
	200-250	0.42	0.24	0.27	0.30	0.42	0.29
	300-450	0.24	0.24	0.21	0.30	0.30	0.24
	500≤	0.24	0.15	0.15	0.30	0.30	0.20
Ширэм (Cast iron)	≤75	1.70	1.60	1.60	1.00	1.70	1.60
	100-150	1.20	1.00	1.00	1.00	1.20	1.00
	200-250	1.20	0.80	0.90	1.00	1.20	1.00
	300-450	0.40	0.80	0.90	1.00	1.00	0.90
	500-1000	0.40	0.50	0.50	1.00	1.00	0.50
1000≤	0.15	0.50	-	1.00	1.00	0.50	
Асбест цемент	≤75	6.90	1.92	4.00	1.00	6.90	3.00
	100-150	2.70	1.20	2.50	1.00	2.70	1.90
	200-250	2.70	0.96	2.25	1.00	2.70	1.60
	300-450	1.20	0.96	1.75	1.00	1.75	1.10
	500-1000	1.20	0.60	1.25	1.00	1.25	1.10
1000≤	1.20	0.60	1.25	1.00	1.25	1.10	
Хуванцар	≤75	-	-	-	-	0.17	0.16
	100-150	-	-	-	-	0.12	0.10
	200-250	-	-	-	-	0.12	0.10
	300-450	-	-	-	-	0.10	0.09
	500-1000	-	-	-	-	0.10	0.05
1000≤	-	-	-	-	0.10	0.05	
Керамик	≤75	-	-	-	-	3.40	3.20
	100-150	-	-	-	-	2.40	2.00
	200-250	-	-	-	-	2.40	2.00
	300-450	-	-	-	-	2.00	1.80
	500-1000	-	-	-	-	2.00	1.00
1000≤	-	-	-	-	2.00	1.00	
Бетон	≤75	-	-	-	-	0.85	0.80
	100-150	-	-	-	-	0.60	0.50
	200-250	-	-	-	-	0.60	0.50
	300-450	-	-	-	-	0.50	0.45
	500-1000	-	-	-	-	0.50	0.25
1000≤	-	-	-	-	0.50	0.25	

Тайлбар: Дээрх мэдээллийн эх сурвалжуудад хуванцар, керамик, төмөр бетон материалаар хийгдсэн дамжуулах хоолойн мэдээлэл байхгүй тул хамгийн их болон дундаж эвдрэлийн хэмжээг ширмэн хоолойноос хуванцар хоолойн хувьд 0.1 дахин, керамик хоолойн хувьд 2.0 дахин, төмөр бетон хоолойн хувьд 0.5 дахин ихээр тооцсон болно.

Ж.3 Цахилгаан хангамжийн шугам сүлжээний газар хөдлөлтийн эрсдлийг үнэлэх

Цахилгаан дамжуулах агаарын шугам

Цахилгаан дамжуулах агаарын шугам сүлжээний хувьд эвдрэлийн түвшинг HAZUS болон Saitama мужид (1998) тохиолдсон хохирлын хамгийн их болон дундаж хохиролтой уялдуулан тооцсон. Токио хотын захиргаа (1997), Онцгой байдлын алба (1999) and Saitama муж (1998).

Хүснэгт Ж.3.1 Цахилгаан дамжуулах агаарын шугамд газар хөдлөлтийн үед хамгийн их эвдрэлийн хэмжээ (100 метр тутамд)

PGA(см/сек ²)	147	196	245	294	343	392	441	490	539	588	637	686	735
Эвдрэлийн харьцаа(%)	7.5E-02	0.5	1.5	3.0	5.1	7.5	9.6	11.1	12.9	16.1	21.3	28.2	35.2

PGA(см/сек ²)	784	833	882	931	980	1029	1078	1127	1176	1225	1274	1323	1372
Эвдрэлийн харьцаа(%)	41.3	46.2	50.1	53.7	57.3	61.1	64.9	68.5	71.6	74.1	76.0	77.4	78.4

Хүснэгт Ж 3.2 Цахилгаан дамжуулах агаарын шугамд газар хөдлөлтийн үед үүсэх дундаж эвдрэлийн хэмжээ (100 метр тутамд)

PGA(см/сек ²)	0	225	350	500	700	1000	1500
Эвдрэлийн харьцаа(%)	0	1.0E-02	0.3	1.2	8.5	27.0	27.0

Газар доорх цахилгаан дамжуулах шугам

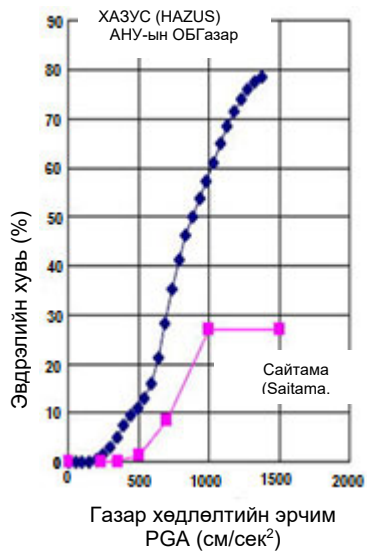
Газар доорх цахилгаан дамжуулах шугамд эвдрэл үүсэх эрсдлийн үнэлгээнд Токио хотын засаг захиргааны эвдрэлийн мэдээлэлд тулгуурлан хамгийн их болон дундаж эвдрэлийн үзүүлэлт хэмжээг тодорхойлно. (1997)

Хүснэгт Ж 3.3 Газар доорх цахилгаан дамжуулах шугамд газар хөдлөлтийн үед үүсэх хамгийн их эвдрэлийн хэмжээ (100 метр тутамд)

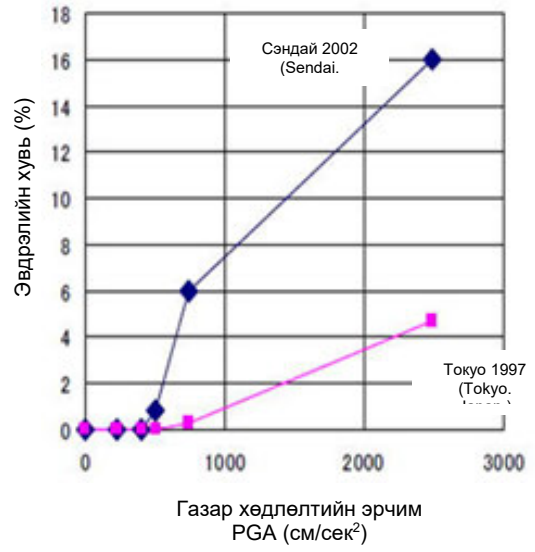
PGA(см/сек ²)	0	219.8	400	500	738.6	2481.6
Эвдрэлийн харьцаа(%)	0	0	0	0.8	6.0	16.0

Хүснэгт Ж 3.4 Газар доорх цахилгаан дамжуулах шугамд газар хөдлөлтийн үед үүсэх дундаж эвдрэлийн хэмжээ (100 метр тутамд)

PGA(см/сек ²)	0	219.8	400	500	738.6	2481.6
Эвдрэлийн харьцаа(%)	0	0	0	4.0E-02	0.3	4.7



Зураг 1. ЦДАШ-ын эмзэг байдлын муруй



Зураг 2. Газар доорх ЦДШ-ын эмзэг байдлаг муруй