



**PREMIUM**  
BUILDING MATERIALS

# БАРИЛГЫН МАТЕРИАЛЫГ НАНО ТҮВШИНД ИНЖЕНЕРЧЛЭХ **НАНО БЕТОН**

НУндрах, Доктор/PhD/

# СУДАЛГАА ХӨГЖҮҮЛЭЛТ

Бид дотоодын зах зээл, түүхий эд материал, байгаль орчинд тохирсон хамгийн сүүлийн үеийн дэвшилтэд технологийг харилцагчдад санал болгох зорилгоор лаборатори болон үйлдвэрийн түвшинд туршилт явуулж байна.

- Хэрэглэгч, харилцагчдад үнэ цэнэ авчрах бүтээгдэхүүн, үйлчилгээний судалгаа хөгжүүлэлт
- Дэвшилтэд технологи инновацид суурилсан шинэ төрлийн барилгын материалын бүтээгдэхүүн үйлчилгээний судалгаа хөгжүүлэлт
- Байгаль орчинд ээлтэй техник, технологийг нутагшуулах



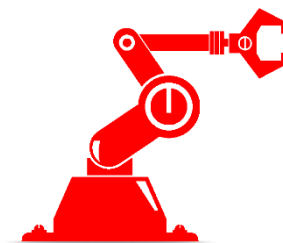
Зах зээлийн  
судалгаа



Технологийн  
судалгаа



Лабораторийн  
туршилт



Үйлдвэрийн  
туршилт

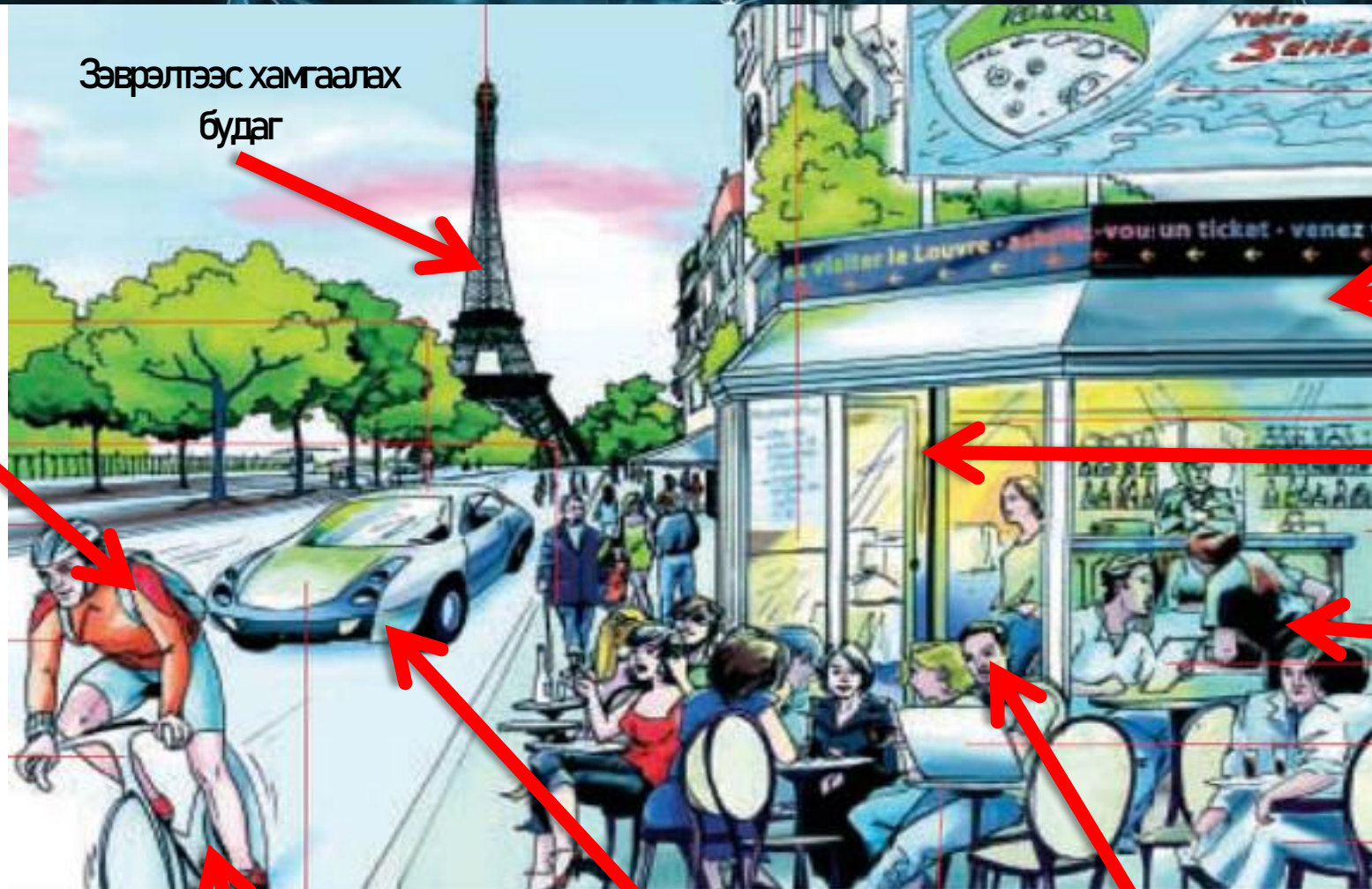


Зах зээлд  
нэвтрүүлэх



ЯАГААД **НАНО**  
ГЭЖ?





Зэврэлтээс хамгаалах  
будаг

Зүрхний  
цохилт,  
амьсгал  
хэмждэг  
хувцас

Нарны туяаг энерги  
болгож ашиглах

Өрөөний хөргөлтийг  
тохируулах температур  
мөдөрч хувирах шил

Зурагдахгүй  
түрхлөгтэй шил

Толбо тогтдоггүй  
материал

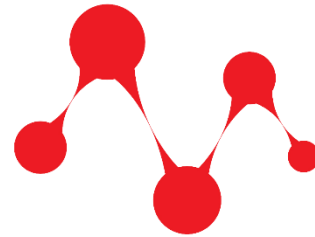
Илүү хөнгөн, хүчтэй төмөр  
хийц

Цахилгаан хөдөлгүүрийг  
түлшний элементээр  
ажиллуулах

Цусан дахь сахарын  
агууламж хянадаг  
нүдний линз

**PREMIUM**  
G R O U P

**PREMIUM**  
BUILDING MATERIALS

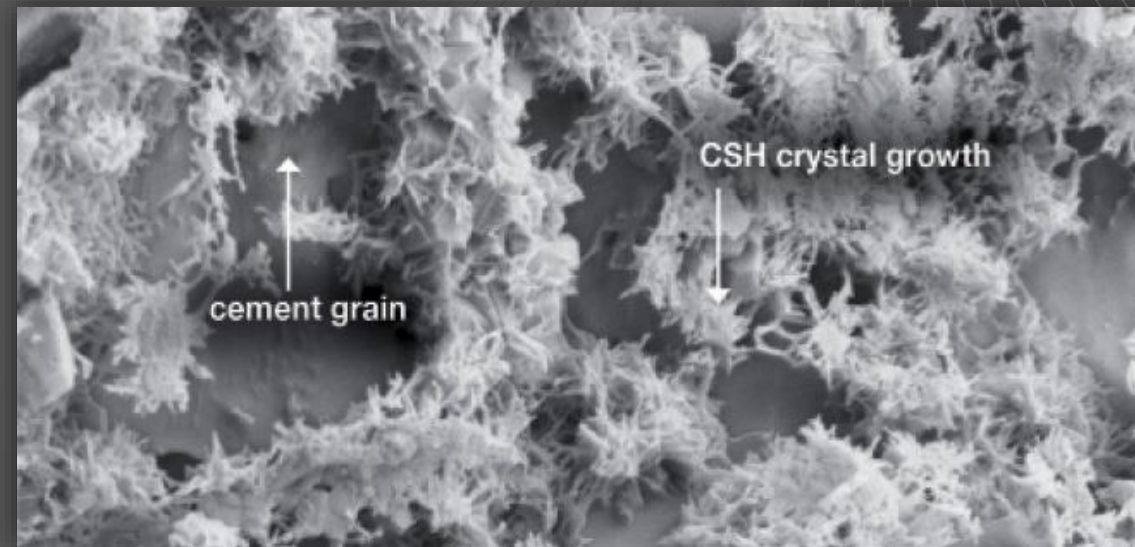


**NANO** CONCRETE

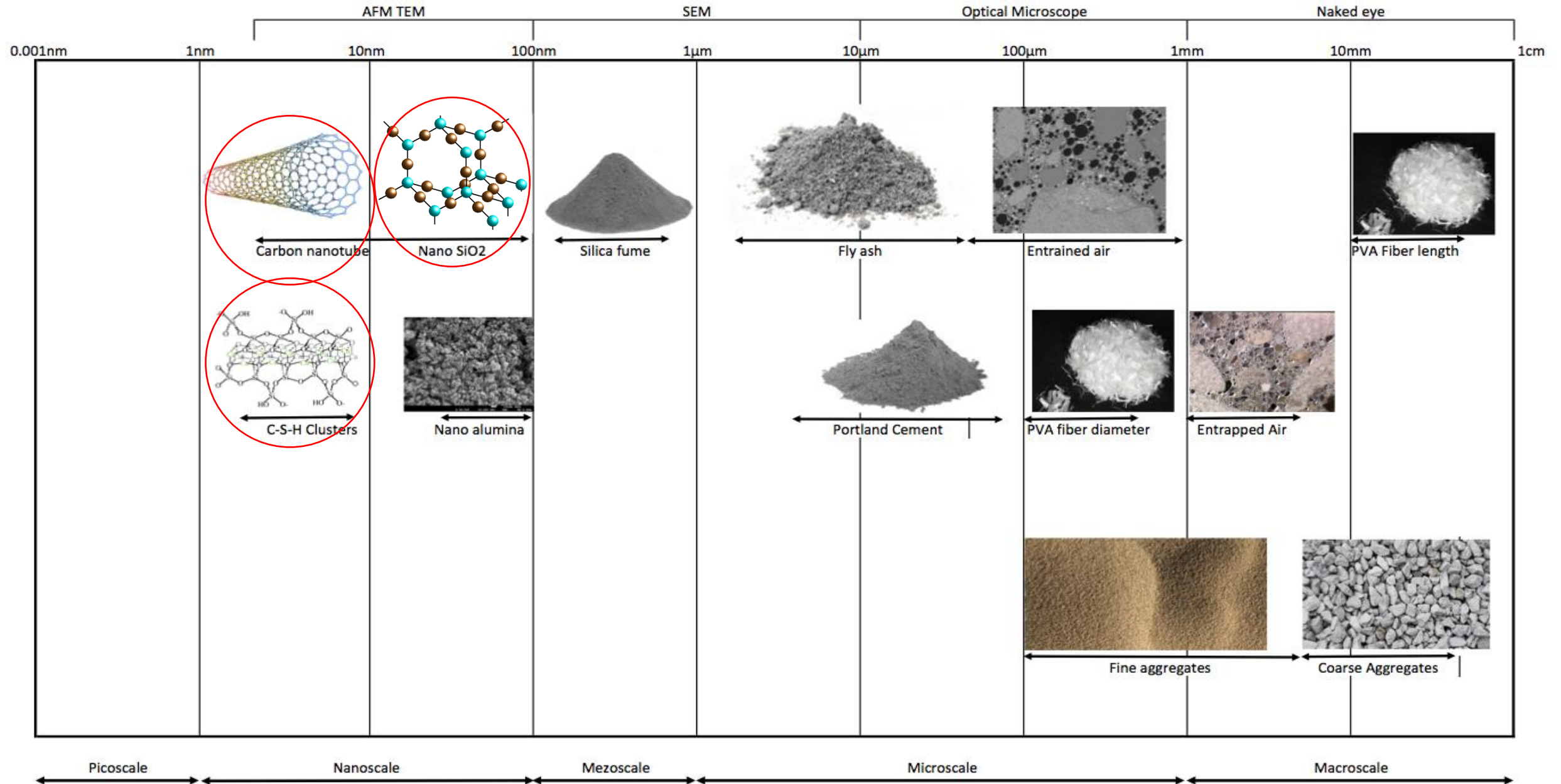


# НАНО ТЕХНОЛОГИ

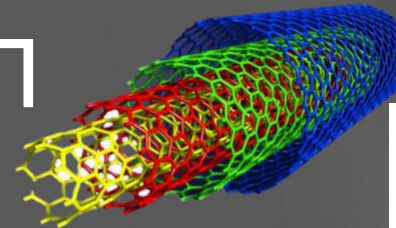
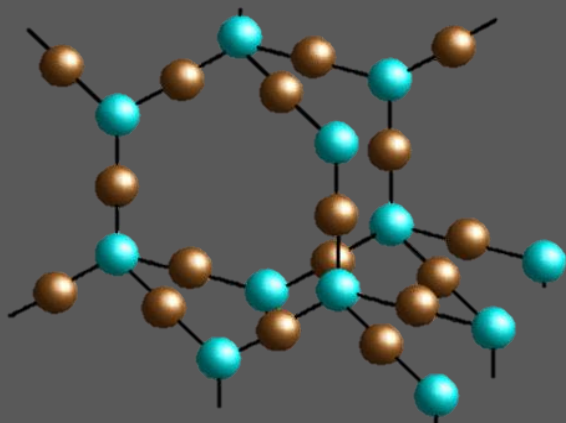
- Нанотүвшинди жөнөргөх
- Бетондүүсдөг C-S-H гел нь Нано хэмжээст  
орцдр<sup>3</sup>





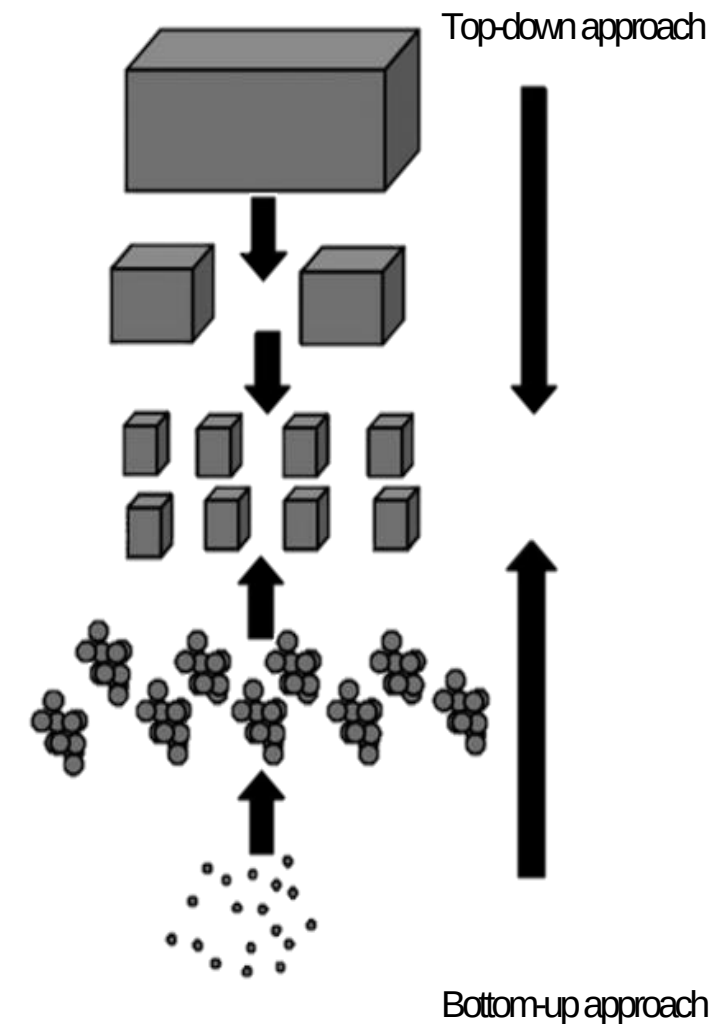


# НАНО МАТЕРИАЛЫН ДАВУУ ТАЛ



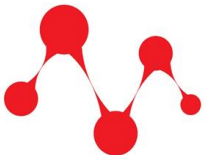
- ✓ Бат бэх нэмэгдүүлнэ
- ✓ Хөдөлгөөнт чанар сайжруулна
- ✓ Эрт үеийн бат бэх нэмэгдүүлнэ
- ✓ Гүлзайлт ба суналтын бат бэх сайжруулна
- ✓ Ус нэвтрүүлэлт эсэргүүцэх
- ✓ Calcium leaching бууруулах
- ✓ Бэхжилтийн хугацааг хурдсгах
- ✓ Өөрийгөө цэвэрлэдэг
- ✓ Агаарын бохирдол бууруулах
- ✓ Үрэлтэд тэсвэртэй
- ✓ Ган арматурыг орлох
- ✓ Шатамхай чанарыг бууруулах

- Нано  $\text{SiO}_2$
- КНХ
- Нано  $\text{TiO}_2$
- Нано  $\text{Al}_2\text{O}_3$





**PREMIUM**  
BUILDING MATERIALS



**NANO CONCRETE**

Бетонд нано нэгдлийг ашиглаж **хөдөлгөөнт чанар** болон **хожуу үеийн бат бэх** сайжруулна

Нано цахиурын диоксид нэмж **эрт үеийн бат бэх**ийг сайжруулна

Барилгын ажлыг гүйцэтгэх **хугацааг** бууруулсанаар барилгын компаниудад үнэ цэнийг бий болгоно

**Ус нэвтрүүлэхгүй** – P12 болон түүнээс дээш

Цементийн агууламжыг тодорхой түвшинд бууруулснаар байгаль орчинд гаргаж буй **хүлэмжийн хийг багасгана**

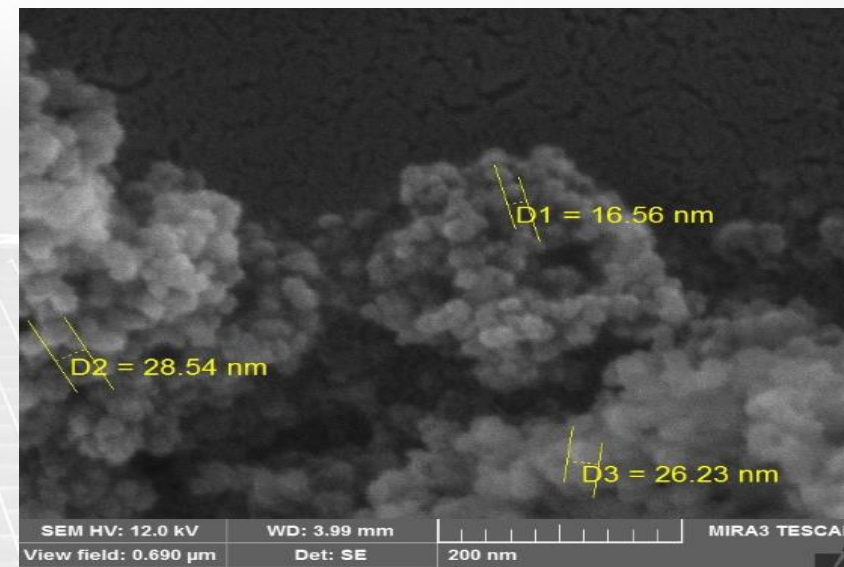
**Хөлдөөлт гэсгээлтэнд** тэсвэртэй – Насжилт удаан. **Өөрөө нягтардаг** нано бетон үйлдвэрлэх боломжтой

# Нано Цахиурын оксид

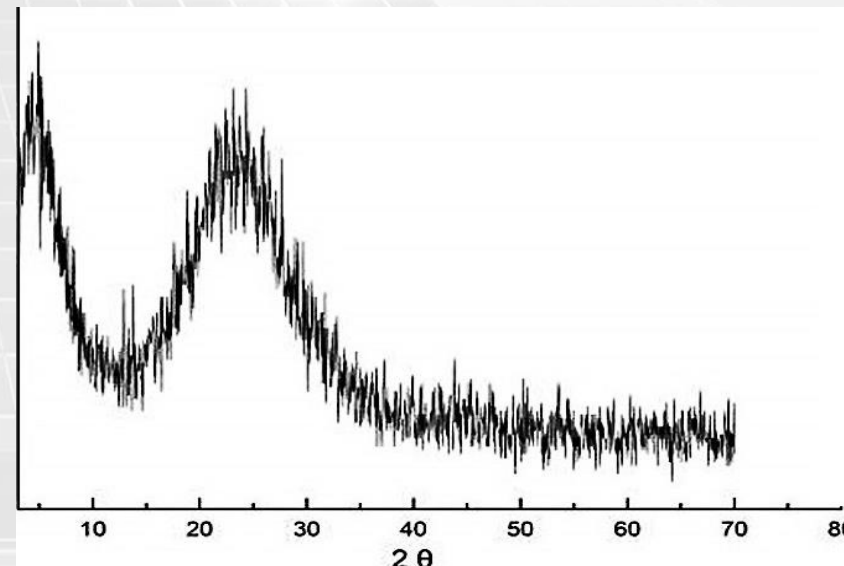
- 10-20 нанометр
- 99.5% цахиурын диоксид



SEM

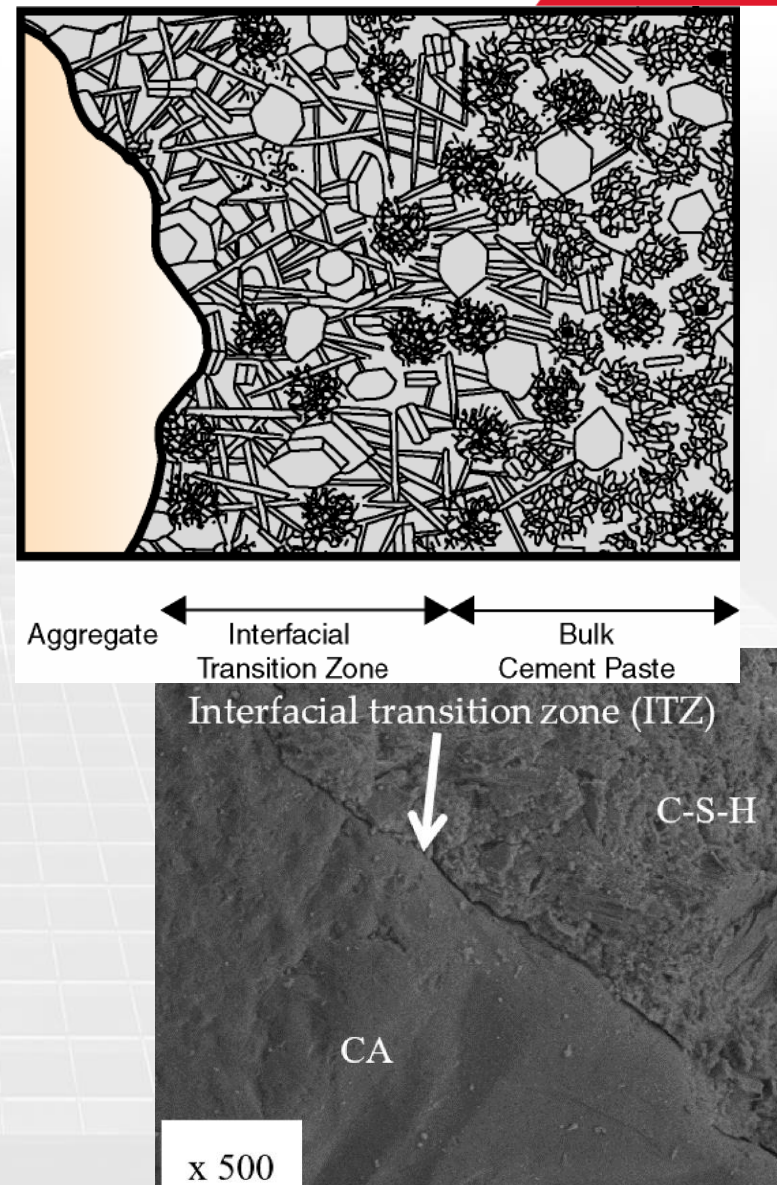


XRD



# Interfacial Transition Zone ITZ – Шилжилтийн бүс

- ✓ Том дүүргэгч материалыг хүрээлсэн бүс<sup>3</sup>
  - Дүүргэгч материалаас 10-20 нм зайнд байрладаг
  - Кальций гидроксид
  - Эtringит
- ✓ Бетонд сүлжээ үүсгэж ус нэвтрүүлэлт дэмждэг
- ✓ Бат бэхэд сөргөөр нөлөөлдөг





## Нано Цахиурын Оксид- Судалгаанаас

- ✓ Цементийн гидратацийн урвалыг дэмжиж эрт үеийн бат бөхийг нэмэгдүүлнэ
- ✓ Хожуу үеийн бат бөх нэмэгдүүлнэ
- ✓ Нарийн ширхэгтөл нь нүхжилт багасгаж ус нэвтрүүлэхгүй
- ✓ Кальцийн уусалтыг багасгана
- ✓ Бетоны насжилтын хугацааг уртасгана
  - Шүлт цахиурын урвал бага
  - Сульфатад тэсвэртэй
  - Ус нэвтрүүлэлт багатай

| LOTs                  | 20181202     | 20190102     |
|-----------------------|--------------|--------------|
| Particle size         | 10-20nm      | 10-20nm      |
| SiO2                  | +99.5%       | +99.5%       |
| Appearance            | White powder | White powder |
| Soluble type          | Hydrophilic  | Hydrophilic  |
| Surface Specific Area | 170-220m2/g  | 170-220m2/g  |
| K                     | 0.01%        | 90ppm        |
| Ba                    | <=0.005%     | 4.2ppm       |
| Fe                    | <=0.012%     | 43.6ppm      |
| Ca                    | 0.05%        | 431ppm       |
| Sr                    | 0.005%       | 4.4ppm       |
| Mg                    | <=0.014%     | 111ppm       |

## Хөдөлгөөнт чанар – Туршилтын үр дүнгээс



Энгийн бетон – 230mm



НАНО бетон – 230mm



# Туршилтын үр дүнгээс

**PREMIUM**  
BUILDING MATERIALS



Энгийн - 34 сек



Нано –19 сек



# Туршилтын үр дүнгээс

**PREMIUM**  
BUILDING MATERIALS



Эгийн бетон – 41 mm



Нано бетон – 110 mm

# Туршилтын үр дүнгээс

**PREMIUM**  
BUILDING MATERIALS



Энгийн бетон – 210 & 245 mm



НАНО бетон – 0 mm

Барилгын компанийн хувьд вибраторын өртөг болон цаг хугацааг хэмнэх боломжтой



# Хөдөлгөөнт чанар



| Бетоны төрөл | Шинж чанар |          | V-funnel                    |         | L-box                       |         |            |
|--------------|------------|----------|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------|------------|
|              | Slump, mm  | Агаар, % | нэвтэрч гарсан хугацаа, сек | Дээрээс | нэвтэрч гарсан хугацаа, сек | Дээрээс | Хэвтээгээс |
| Энгийн бетон | 230        | 2.6      | 34                          | 0       | 42                          | 110     | 230        |
| Нано бетон   | 230        | 4        | 19                          | 0       | 30                          | 41      | 0          |





**500 м<sup>3</sup>** бетон зуурмаг  
хүлээн авахад

**2** цаг хэмнэнэ.

# ХӨДӨЛГӨӨНТ ЧАНАР



Энгийн бетон

Энгийн бетон    ~33.7 сек/м<sup>3</sup>  
Наню бетон      ~17.4 сек/м<sup>3</sup>



ННЮ бетон

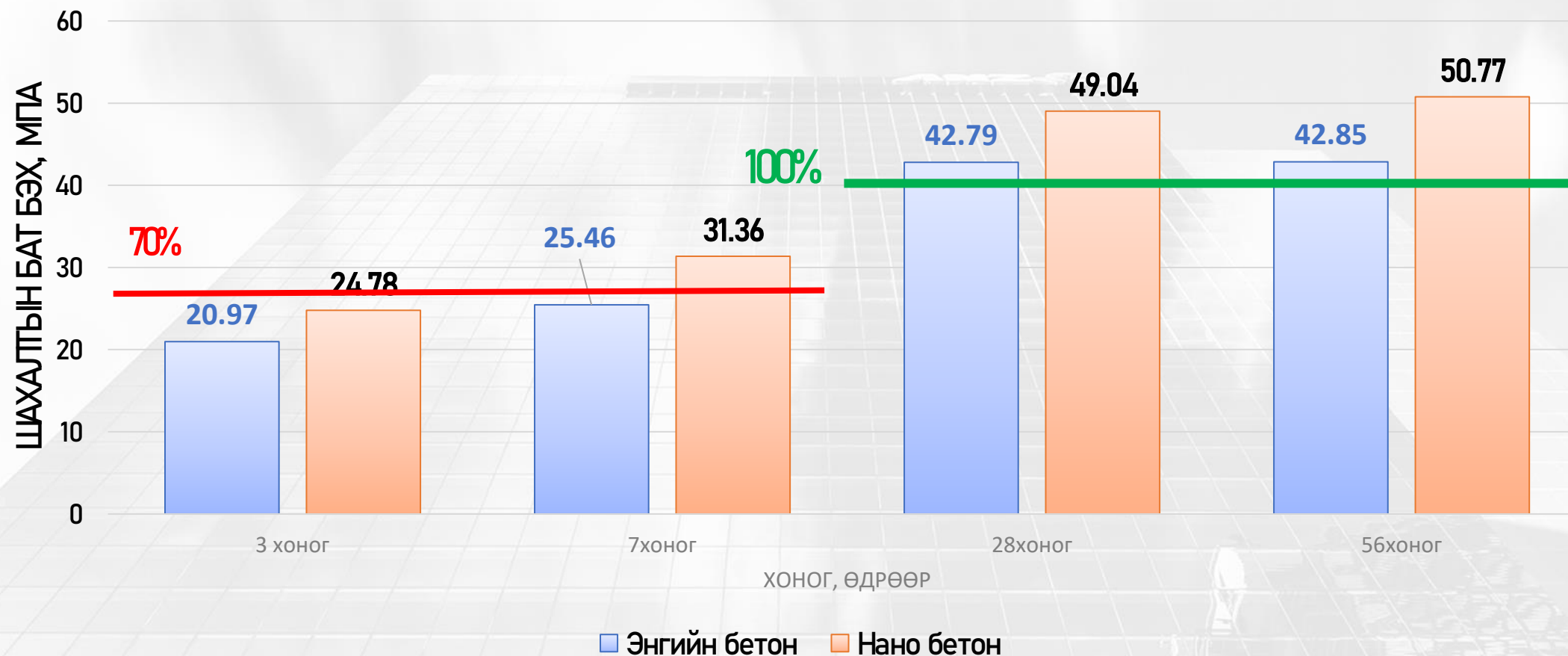
~16.3 сек/м<sup>3</sup>

500 м<sup>3</sup> бетон зуурмаг хүлээн авахад ~ 2 цаг хэмнэнэ.



# Эрт / Хожуу үеийн бат бэх

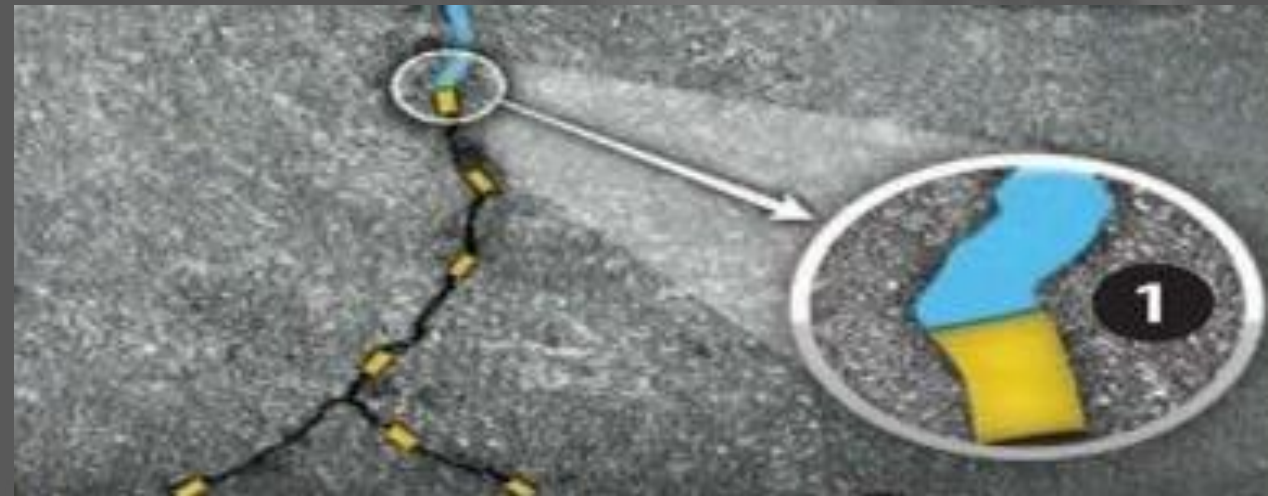
**M 400**





## УС НЭВТРҮҮЛЭХ

- Нано цахиурын оксидыг нэмснээр алшлын хагарлыг багасгаж сүвэрхэг чанарыг бууруулна
- Ус нэвтрүүлэлтийг тодорхойлох марк
  - P4, P6, P8, P10, P12, P14
- M250, M350, M400 болон M450 маркийн нано бетонууд нь P12 болон түүнээс дээш марк ыг үзүүлсэн.



Сүвэрхэг чанар ихсэх

=

Бат бэх буурах

=

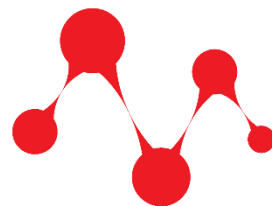
Ус нэвчих чанар нэмэгдэх

## ЭКО БЕТОН



=

16m<sup>3</sup>



=

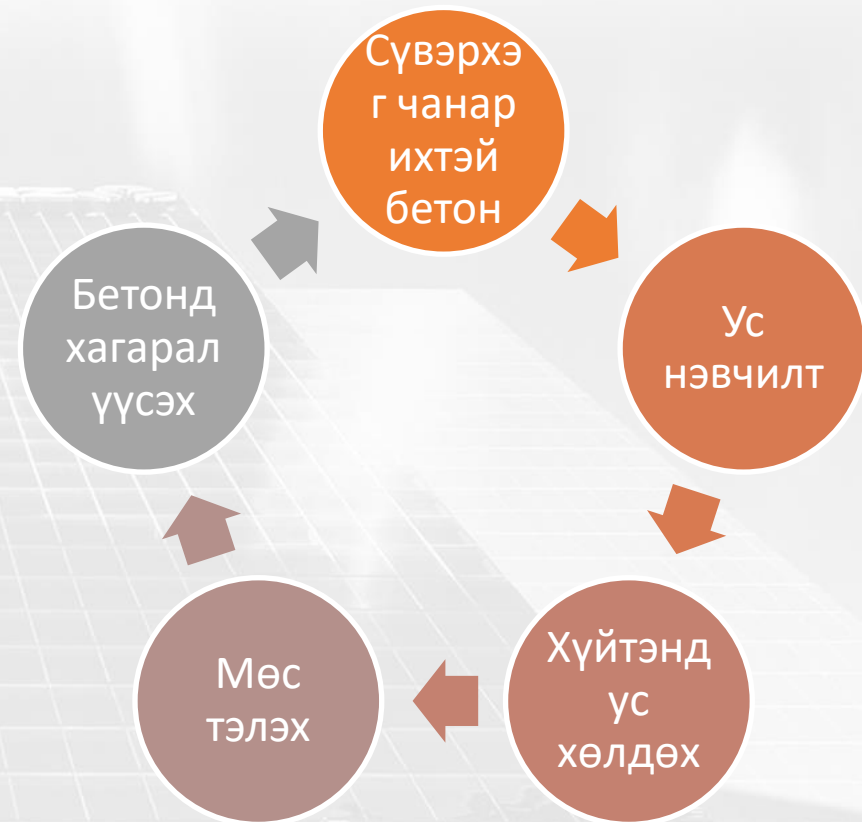
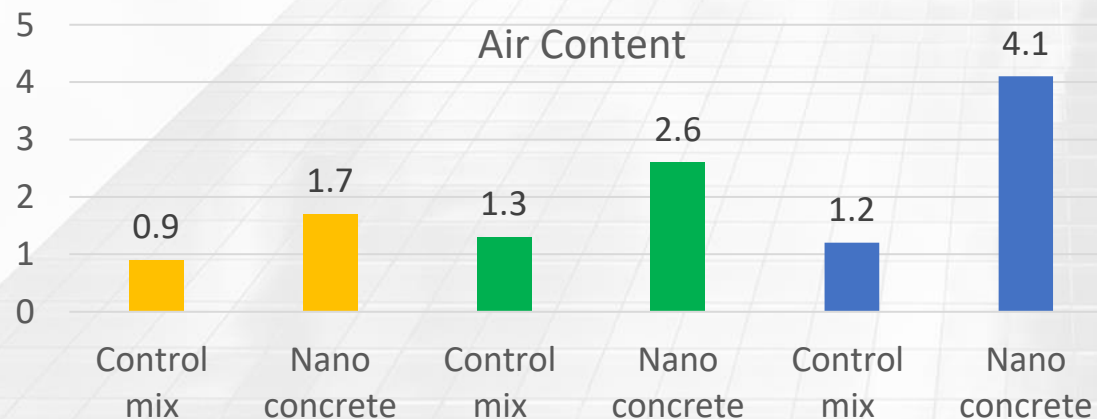
NANO CONCRETE

1тн



# Насжилт

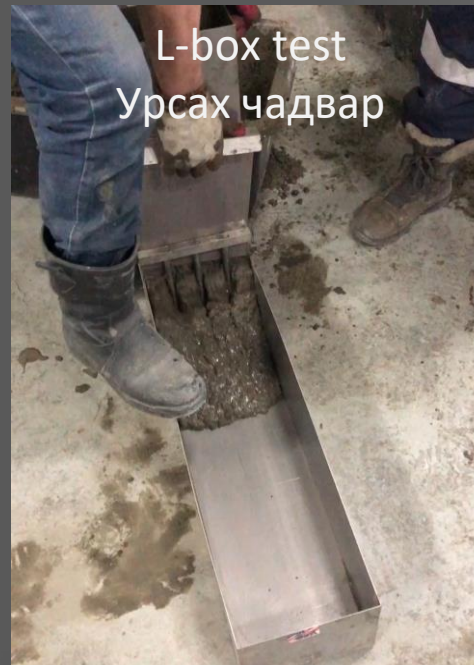
- Нано бетон нь:
  - Сүвэрхэг чанар багатай
  - Агаарын агууламж өндөртэй





# Өөрөө нягтардаг бетон үйлдвэрлэх ирээдүй

- ✓ Доргиулалт хийх шаардлагагүй
- ✓ Хөдөлмөр зарцуулалт багатай
- ✓ Бетон цутгалтын ажилд дуу чимээ багатай
- ✓ Шигүү арматурчлалтай, нимгэн ханатай бүтээцийг цутгах боломжтой
- ✓ Барилгын цутгалтын ажлын хугацааг багасгана
- ✓ 3 м- ээс дээш өндөртэй бүтээцэд нягтруулалт хийхэд тохиромжтой





**Эдийн засгийн  
үр өгөөж, үнэ цэнэ**

## Нано бетоны хэрэглэснээр бий болох боломжууд:

1. Барилгад хэрэглэгдэх **ХЭВ ХАШМАЛЫН ЗАРДЛЫГ БУУРУУЛАХ** бодит боломжтой
2. Бетоны ажил эрт дуусахтай холбоотой **АЖИЛЧДЫН ЦАЛИНГ ХЭМНЭХ** боломжтой
3. Бэхжилт хурдан авдаг учир **ГАДНА ХАНЫН АЖИЛ ЭРТ ЭХЛЭХ** боломжтой бөгөөд ердийн нөхцлөөс цөөн ажилтнаар урт хугацаанд гүйцэтгэх боломжтой
4. Цутгалт, дүүргэлтийн ажил эрт дуусахтай холбоотой **ГАДНА ФАСАДНЫ АЖИЛ ЭРТ ЭХЛЭХ** хэвийн явах боломжтой. Шахуу хугацаанаас хамаарсан нэмэлт төлбөр төлөхгүй.







Жишээ : Олон 9 давхар карказан барилгын  
угсралтын тооцоолон НАНО болон Ердийн Бетоныг  
харьцуулсан.

## НЭГ ДАВХАРТ ХЭРЭГЛЭГДЭХ НИЙТ ХУЧИЛТЫН ХЭВ ХАШМАЛЫН ТООЦОО

|     | Материалын нэр                    | Давхар<br>тоо | Тоо<br>ширхэг | Хэмжих<br>нэгж | Нэгж үнэ  | Нийт үнэ   |
|-----|-----------------------------------|---------------|---------------|----------------|-----------|------------|
| 1   | Тулаас                            | 1             | 1160          | ш              | 20,000    | 23,200,000 |
| 2   | Хар фанерь                        | 1             | 290           | ш              | 30,000    | 8,700,000  |
| 3   | Труба                             | 1             | 1356          | м              | 1,500     | 2,034,000  |
| 4   | Брүсс                             | 1             | 1396          | м              | 800       | 1,116,800  |
| 5   | Балка                             | 1             | 450           | м              | 6,500     | 2,925,000  |
| 6   | Бусад (Бэхэлгээ<br>төмөр гэх мэт) | 1             | 1             | Багц           | 2,280,000 | 2,280,000  |
| Дүн |                                   |               |               |                |           | 40,255,800 |

## 9 давхар барилга барихад хэрэглэгдэх нийт хучилтын хэв хашмалын тооцоо

|       | Материалын нэр                 | Нано бетон хэрэглэхэд |            |             |           |            | Энгийн бетон хэрэглэхэд |            |             |           |            |
|-------|--------------------------------|-----------------------|------------|-------------|-----------|------------|-------------------------|------------|-------------|-----------|------------|
|       |                                | Давхар тоо            | Тоо ширхэг | Хэмжих нэгж | Нэгж үнэ  | Нийт үнэ   | Давхар тоо              | Тоо ширхэг | Хэмжих нэгж | Нэгж үнэ  | Нийт үнэ   |
| 1     | Тулаас                         | 2                     | 2320       | ш           | 20,000    | 46,400,000 | 3                       | 3480       | ш           | 20,000    | 69,600,000 |
| 2     | Хар фанерь                     | 2                     | 580        | ш           | 30,000    | 17,400,000 | 3                       | 870        | ш           | 30,000    | 26,100,000 |
| 2     | Нэмэлт фанерь                  | 1                     | 290        | ш           | 30,000    | 8,700,000  |                         |            |             |           |            |
| 3     | Труба                          | 2                     | 2712       | м           | 1,500     | 4,068,000  | 3                       | 4068       | м           | 1,500     | 6,102,000  |
| 4     | Брусс                          | 2                     | 2792       | м           | 800       | 2,233,600  | 3                       | 4188       | м           | 800       | 3,350,400  |
| 5     | Балка                          | 2                     | 900        | м           | 6,500     | 5,850,000  | 3                       | 1350       | м           | 6,500     | 8,775,000  |
| 6     | Бусад (Бэхэлгээ төмөр гэх мэт) | 2                     | 2          | Багц        | 2,280,000 | 4,560,000  | 3                       | 3          | Багц        | 2,280,000 | 6,840,000  |
| Дүн   |                                | 89,211,600            |            |             |           |            | 120,767,400             |            |             |           |            |
| Зөрүү |                                | 31,555,800            |            |             |           |            |                         |            |             |           |            |

Жич: Нийт бетоны хэмжээ 1 300 м<sup>3</sup>



## 2 Бетоны ажил эрт дуусахтай холбоотой ажилчдын цалинг хэмнэх боломжтой

Нэнэ бетоноор хийсэн ажил 7 хоногийн өмнө бетоны ажил дуусах боломжтой харагдаж байна. Энэ нь шууд зардлаар нь хархад бетоны ажил дээр ажиллаж буй ажилчдын 7 хоногийн цалин хэмнэх боломжтой байна.

|                   |                              |
|-------------------|------------------------------|
| Нэг ажилтны цалин | - 50 000 төгрөг/хон          |
| Ажилчдын тоо      | - 10 хүн (Хэв хашмал хуулах) |
| Нийт хоног        | - 7 хоног                    |

**Хэмнэлт: 3 500 000 төгрөг**

3. Бэхжилт хурдан авдаг учир гадна ханын ажил эрт орох боломжтойгоос ердийн нөхцлөөс цөөн ажилтнаар

урт хугацаанд гүйцэтгэх боломжтой

Барилгын бэхжилтээс хамаарч гадна хаших хийц буюу даацын болон даацын бус гадна дотор ханын ажил үргэлжлүүлэн хийгдэх ёстой. Уг ажил нь өмнөх ажил бүрэн дууссаны дараа эхлэх буюу бетоны бат бөхээс хамаардаг. Нано бетоныг хэрэглэснээр гадна хашилтын ажил хугацаанаасаа эрт эхлэх боломжтой

| Энгийн бетон                                                            | Нано бетон                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 4-р давхарын үндсэн рамын ажил явж байхад 1-р давхараас орох боломжтой. | 3-р давхарын үндсэн рамын ажил явж байхад 1-р давхараас орох боломжтой. |

3. Бэхжилт хурдан авдаг учир гадна ханын ажил эрт орох боломжтойгоос ердийн нөхцлөөс цөөн ажилтнаар

урт хугацаанд гүйцэтгэх боломжтой  
Нань бетоноор барилгын ажлыг хийж буй үед гадна ханын ажлыг 16 хоногийн өмнө эхлэх боломжтой.  
Давуу тал нь ердийн нөхцлөөс цөөн ажилтнаар урт хугацаанд хийх болохоор харагдаж байна.

|       | Нөхцөл           | Ажилчдын тоо | Нэг ажилчны цалин | Нийт хоног | Нийт цалин |
|-------|------------------|--------------|-------------------|------------|------------|
| 1     | Энгийн нөхцөл    | 10           | 30,000            | 90         | 27,000,000 |
| 2     | Эрт эхлэх нөхцөл | 6            | 30,000            | 106        | 19,080,000 |
| Зөрүү |                  |              |                   |            | 7,920,000  |

**Хэмнэлт: 7 920 000 төгрөг**



## 4. Цутгалт, дүүргэлтийн ажил эрт дуусахтай холбоотой гадна фасадны ажил эрт эхлэх хэвийн явах боломжтой

### Энгийн ажиллах нөхцөлд

|     | Материалын нэр     | Итгэл-цүүр | Тоо ширхэг | Хэмжих нэгж | Нэгж үнэ | Нийт үнэ   |
|-----|--------------------|------------|------------|-------------|----------|------------|
| 1   | Ажилтан/өдөр       | 1          | 240        | хүн/өдөр    | 60,000   | 14,400,000 |
| 2   | Юулка              | 1          | 60         | Хон         | 50,000   | 3,000,000  |
| 3   | Гар багаж хэрэгсэл | 1          | 1          | Багц        | 500,000  | 500,000    |
| 4   | Бусад              | 1          | 1          | Багц        | 500,000  | 500,000    |
| Дүн |                    |            |            |             |          | 18,400,000 |

### Нэмэлт хүчээс ажиллах нөхцөлд

|     | Материалын нэр     | Итгэл-цүүр | Тоо ширхэг | Хэмжих нэгж | Нэгж үнэ | Нийт үнэ   |
|-----|--------------------|------------|------------|-------------|----------|------------|
| 1   | Ажилтан/өдөр       | 1.5        | 240        | хүн         | 60,000   | 21,600,000 |
| 2   | Юулка              | 1.5        | 60         | Хон         | 50,000   | 4,500,000  |
| 3   | Гар багаж хэрэгсэл | 1.5        | 1          | Багц        | 500,000  | 750,000    |
| 4   | Бусад              | 1.5        | 1          | Багц        | 500,000  | 750,000    |
| Дүн |                    |            |            |             |          | 27,600,000 |

**Хэмнэлт: 27 600 000-18 400 000=9 200 000 төгрөг**

## 5. Суурийн ажил

Дээрх жишээн дээр үндэслэн барилгын суурь суух буурь хөрсийг хөрсний устай үед тооцож үзэв. Зоорын давхарыг 5м гүнд суурь суухаар тооцож энгийн бетон болон нано бетоноор тооцров.

|   | Материалын нэр        | Хэмжих нэгж | Тоо ширхэг | Энгийн бетон |                   | Нано бетон |          |
|---|-----------------------|-------------|------------|--------------|-------------------|------------|----------|
|   |                       |             |            | Нэгж         | Нийт              | Нэгж       | Нийт     |
| 1 | Бетоны нэмэлт         | м3          | 630        | 25 000       | 15 750 000        | -          | -        |
| 2 | Нэмэлт ус тусгаарлагч | м2          | 1150       | 25 000       | 28 750 000        | -          | -        |
| 3 | Ажлын хөлс            | м2          | 1150       | 10 000       | 11 500 000        | -          | -        |
|   | <b>Дүн</b>            |             |            |              | <b>56 000 000</b> |            | <b>0</b> |

**Тайлбар:** Сууринд орох материалуудын үнийг зах зээлийн дундаж ханцвар тооцсон болно. Суурийн ажлын ижил зардал гарах материал болон ажлын хөлсийг хүснэгтэнд оруулаагүй болно. Нэмэлт ажлын цалин хөлсийг ойролцоогоор тооцож гаргав.

# Нийт боломжит хэмнэлт

| Зардлын хэмнэлтүүд                    | Нийт дүн   |
|---------------------------------------|------------|
| Карказ                                |            |
| Хэв хашмалын зардал хэмнэлт           | 31,555,800 |
| Бетоны ажлын хөлс хэмнэлт             | 3,500,000  |
| Гадна ханын ажлын хөлс хэмнэлт        | 7,920,000  |
| Гадна фасатны нэмэлт зардлын хэмнэлт  | 9,200,000  |
| Нийт                                  | 52,175,800 |
| Суурь                                 |            |
| Суурийн ус тусгаарлах зардлын хэмнэлт | 56,000,000 |

**108,175,800**

## Нийт бетоны хэмжээ

- Суурь – 630 м<sup>3</sup>
- Каркас – 1 300 м<sup>3</sup>

## Нэг м<sup>3</sup>-д ноогдох хэмнэлт

**56 049 төгрөг**





**Анхаарал  
хандуулсанд  
баярлалаа**

**PREMIUM**  
GROUP