

СЕМИНАР №13. ХУГАРЛЫН ЦЭГИЙН БА МЭДРЭМЖИЙН ШИНЖИЛГЭЭ

СЕМИНАРЫН ХИЧЭЭЛИЙН ЗОРИЛГО: Инженерчлэлийн төслүүдийн үр дүнгийн хувьсах чанарын судалгаанд хэрэглэгдэх хугарлын цэгийн болон мэдрэмжийн аргуудыг дүрслэн үзүүлэхэд оршино.

ХИЧЭЭЛИЙН СУРАЛЦАХУЙН ҮР ДҮНГҮҮД:

Оюутан энэ сэдвийг судалснаар дараах чадваруудтай болсон байна.

д/д	Суралцахуйн үр дүнгүүд	Суралцахуйн үр дүнг илэрхийлэх үйл үг	Суралцахуйн үр дүнгийн түвшин (Блумын)	CLOs хамаарал
1	Хугарлын цэгийн ба мэдрэмжийн шинжилгээний аргыг тайлбарлах	Хэрэглэх /Apply/, Шийдэх /Solve/	Ойлгох, Хэрэглэх	1, 3, 5
2	Хугарлын цэгийн ба мэдрэмжийн шинжилгээний аргын тухай жишээ дасгалуудыг хийж гүйцэтгэх, ИЭЗ-ийн шинжилгээнд хэрхэн нөлөөлөх талаар дүгнэлт гаргах	Хэрэглэх /Apply/, Шийдэх /Solve/, Шинжлэх /Analyze/	Ойлгох, Хэрэглэх, Шинжлэх	1, 3, 5
3	ИЭЗ-ийн бодлого бодохдоо өмнөх хичээлд үзсэн багаар хамтран ажиллах аргуудыг ашиглах	Хэрэглэх /Apply/	Ойлгох, Хэрэглэх	4

ХИЧЭЭЛД ХЭРЭГЛЭГДЭХ МЭРГЭЖЛИЙН НЭР ТОМЬЁОНУУД:

- Breakeven Analysis – Хугарлын цэгийн шинжилгээ
- Sensitivity Analysis – Мэдрэмжийн шинжилгээ
- Multiple Factor Sensitivity Analysis – Олон хүчин зүйлийн мэдрэмжийн шинжилгээ
- Optimistic-Most Likely-Pessimistic (O-ML-P) – Өөдрөг-Хамгийн боломжит-Гутранги
- Quantity – Тоо хэмжээ
- Equivalent worth (annual, present, or future) – Эквивалент үнэ цэнэ (жилийн, өнөөгийн, ирээдүйн)

ХИЧЭЭЛИЙН ҮНДСЭН МАТЕРИАЛ:**Жишээ 1:** Нэг төслийн хугарлын цэгийн шинжилгээ: Нарны зайн хавтан

Нэгэн гэрийн эзэн нарны зайн хавтанд хөрөнгө оруулах эсэхээ бодож үзэж байна. Энэ гэрийн эзэн өөрийнхөө амьдардаг хотын тухай дараах мэдээллийг цуглуулсан:

- Орон сууцны эрчим хүчний дундаж зардал кВт.ц тутамд \$0.124.
- Айл өрх бүрийн хөрөнгө оруулалтын 70%-ийг засгийн газраас төлж хөнгөлдөг.
- Нарны зайн хавтангийн нэг квадрат фут талбайгаас жил бүр 19.13 кВт.ц эрчим хүч гардаг.
- Нарны зайн хавтан суурилуулалтын зардал квадрат фут тутамд \$93.91 байна.

Байшингийн суурийн талбай 350 кв фут байна. Нарны зайн хавтангийн суурилуулалтын хугарлын цэг хэдэн жил байх вэ? Гэрийн эзний хүүний түвшин жилд 6% байна гэж үзнэ.

Шийдэл:

Хугарлын цэг нь нарны зайн хавтангаас олох жилийн хэмнэлт түүний анхны хөрөнгө оруулалттай тэнцэх тэр цэг юм. Анхны хөрөнгө оруулалтыг дараах байдлаар тооцоолно.

$$350 \text{ кв. фут суурийн талбай} \times \$93.91/\text{кв. фут} = \$32,869$$

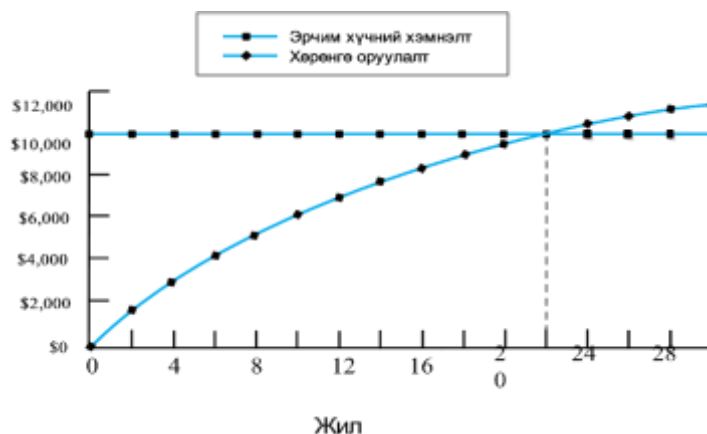
Засгийн газрын 70%-ийн хөнгөлөлтийг тооцвол, худалдаж авах үнэ: $(0.3)(\$32,869) = \$9,861$ байна. Худалдан авах үнийг боломжит эрчим хүчний хэмнэлттэй тэнцүү гэж үзэн жил тутмын хугарлын цэгийг (X) олж болно.

$$\$9,861 = (350 \text{ кв. фут})(19.13 \text{ кВт. ц/кв. фут} - \text{жил})(\$0.124/\text{кВт. ц})(P/A, 6\%, X)$$

$$\$9,861 = (\$830.24)(P/A, 6\%, X)$$

$$11.87 = (P/A, 6\%, X)$$

C.9 дүгээр хүснэгт ($i = 6\%$)-ээс $21 \leq X \leq 22$ жил болохыг харж болно. Нарны зайн хавтангийн эрчим хүчний хэмнэлтийг суурилуулалтын зардалтай тэнцүүлэхэд ойролцоогоор 22 жил шаардана гэсэн тооцоо гарлаа. Энэ хугарлын цэгийн нөхцөлийг харуулсан графикийг 11.1 дүгээр зурагт үзүүлэв.



11.1 дүгээр зураг Нарны зайн хавтангийн хөрөнгө оруулалтын хугарлын цэгийн график дүрслэл

Жишээ 2: Хоёр хувилбарын хугарлын цэгийн шинжилгээ: Хосолсон хөдөлгүүрт тээврийн хэрэгсэл

Бензин – цахилгаан хосолсон хөдөлгүүрт (hybrid) тээврийн хэрэгсэл зогсож байх үедээ хөдөлгүүрээ унтраах, хурдтай явах үедээ цахилгаан хүчээ нэмэх, тоормозлох үедээ цахилгаан эрчим хүчийг барих зэргээр бензинээ хэмнэдэг. Түүнчлэн нэгж шатахуун ашиглан туулах замыг уртасгаснаар шатахууны зардлыг бууруулсан энэ нөхцөл байдал эзэмшигчийн мөнгөнд хэмнэлттэй төдийгүй байгаль орчинд ээлтэй байдаг. Хосолсон хөдөлгүүрт тээврийн хэрэгслийн худалдан авах үнэ энгийн дан бензинээр ажилладаг тээврийн хэрэгслийг бодвол арай өндөр үнэтэй байна.

Хосолсон хөдөлгүүрт тээврийн хэрэгслийн борлуулалтын үнийг \$31,500 байна гэж үзье. Тухайн тээврийн хэрэгсэл бензины галлон тутамд дунджаар 30 миль зам туулна. Хосолсон хөдөлгүүрт тээврийн хэрэгслийн татварын хөнгөлөлт \$1,500 байдаг тул тээврийн хэрэгслийн борлуулалтын үнэ \$30,000 болж буурна. Дан бензин хөдөлгүүртэй тээврийн хэрэгслийн үнэ \$28,000 бөгөөд бензины галлон тутамд 25 миль зам туулна. Хэрэв тээврийн хэрэгсэл жил бүр 18,000 миль зам туулна гэж үзвэл жилд 3%-ийн хүүтэй, таван жилийн хугацаатай байхаар тооцоолон бензины хугарлын зардлыг (\$/галлон) олно уу.

Шийдэл:

Бензины зардлыг олохын тулд хоёр тээврийн хэрэгслийн хооронд ялгаагүй байдлыг бий болгох ёстой ба эквивалент үнэ цэнийн тэгшитгэлийг хийн түлшний зардал, хүүний хүчин зүйл гэсэн нэр томъёогоор боловсруулах хэрэгтэй. Энэ энгийн жишээнд зөвхөн борлуулалтын үнэ (хөрөнгө оруулалтын зардал) болон түлшний зардал (жилийн зардал) –ыг тооцоонд ашигласан. Эхлээд, хоёр тээврийн хэрэгслийн засвар үйлчилгээ ирээдүйд дахин худалдах үнэтэй адил байх болно гэж үзнэ.

Энэ жишээнд, тээврийн хэрэгсэл тус бүрийн хувьд эквивалент үе тутмын тэнцүү жилийн зардлын (EUAC) тэгшитгэлийг боловсруулна. X = шатахууны үнэ бол дараах тэгшитгэлийг гарган авна.

Хосолсон хөдөлгүүрт тээврийн хэрэгсэл:

$$EUAC_H(3\%) = (\$31,500 - \$1,500)(A/P, 3\%, 5) + (\$X/\text{гал}) \left[\frac{18,000 \text{ миль/жил}}{30 \text{ миль/галлон}} \right]$$

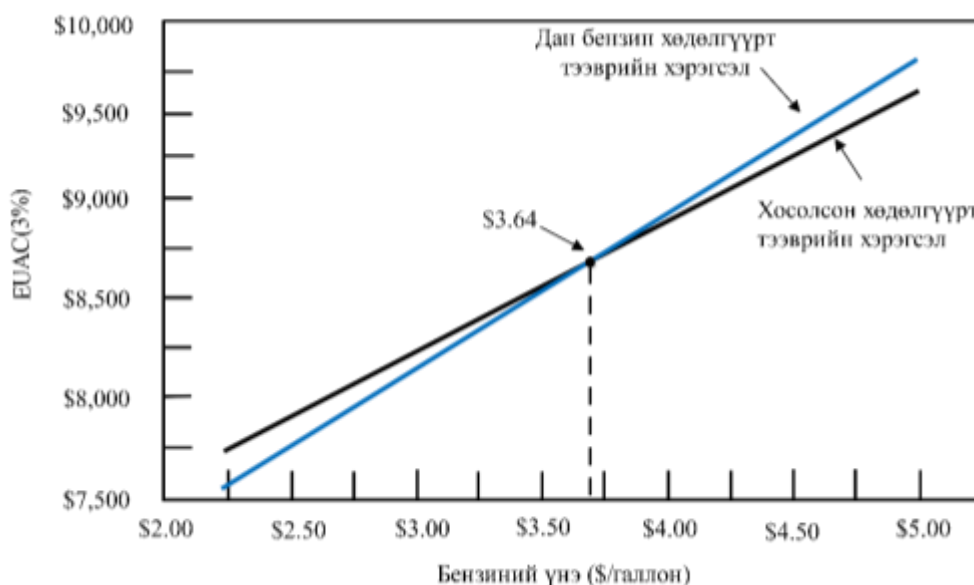
Дан бензин хөдөлгүүрт тээврийн хэрэгсэл:

$$EUAC_G(3\%) = \$28,000(A/P, 3\%, 5) + (\$X/\text{гал}) \left[\frac{18,000 \text{ миль/жил}}{25 \text{ миль/галлон}} \right]$$

$EUAC_H(3\%) = EUAC_G(3\%)$ гэсэн тэгшитгэлээс X -г олвол бензины зардлын хугарлын цэгийг олбол:

$$X = \$3.64/\text{гал}$$

байна. Эдгээр тээврийн хэрэгслийн хугарлын цэгийг шатахууны үнийн функцээр илэрхийлснийг 11.2 дугаар зурагт үзүүлэв. Хэрвээ дараагийн таван жилийн турш шатахууны дундаж үнэ галлон тутамд \$3.64-оос бага байхаар тооцоолвол уламжлалт дан бензин хөдөлгүүрт тээврийн хэрэгсэл худалдаж авах нь эдийн засгийн хувьд илүү хэмнэлттэй байх болно. Харин шатахууны үнэ галлон тутамд \$3.64 -оос их байна гэж төлөвлөвөл хосолсон хөдөлгүүрт тээврийн хэрэгслийн сонгох нь зөв байх болно.



11.2 дугаар зураг. Холмог болон хийн шатахуун бүхий тээврийн хэрэгслийн хугарлын цэгийн график

Тайлбар: Энэ жишээгээр хосолсон хөдөлгүүрт тээврийн хэрэгслийн мөнгөн үр ашгийг хялбархан үнэлж болох тухай авч үзсэн. Хязгаарлагдмал нөөцийг үр ашигтай ашиглах, хүлэмжийн хийн ялгаруулалтыг бууруулах зэрэг бусад чухал хүчин зүйлс энэ шийдвэрт нөлөөлж болно.

Жишээ 3: Гурван хувилбарын хугарлын цэгийн шинжилгээ: Ажлын цаг

100 морины хүч гаргах хүчин чадалтай цахилгаан хөдөлгүүрийн гурван хувилбар байна гэж үзье. Эдгээр хөдөлгүүрүүд худалдан авах үнэ, ашиглалтын зардал, АҮК –оор ялгаатай байна. Хөдөлгүүрийн АҮК хөдөлгүүрийн эрчим хүчний зардалд нөлөөлнө. Тодорхой мэдээллийг доор үзүүлэв.

	Альфа	Бета	Гамма
Худалдаж авах үнэ	\$10,000	\$15,000	\$20,000
Жилийн ашиглалтын зардал	\$800	\$500	\$250
АҮК	74%	86%	92%

Хэрэв хөдөлгүүрийн эзэмших болон ашиглах үеийн жилийн зардлыг харвал хүүний хүчин зүйл нь хөдөлгүүрийн эрчим хүчний зардлыг удирдах ашиглалтын цаг болно. Бета хөдөлгүүр хамгийн сайн сонголт гэж тооцох үеийн жилийн ашиглалтын цаг ямар байх вэ? Гамма хөдөлгүүр эдийн засгийн хувьд хамгийн хэмнэлттэй сонголт болох хүртэлх хөдөлгүүрийн жилийн ашиглалтын цаг хэд байсан бэ? Эдгээр асуултад хариулахын тулд цахим хүснэгт ашиглана уу. Ашгийн (өгөөжийн) хамгийн бага түвшин (MARR) жил

тутамд 15%, шинжилгээний хугацаа 5 жил, 5 жилийн дараа хөдөлгүүрийн зах зээлийн үнэ байхгүй байхаар тооцоолно.

Цахим хүснэгт ашигласан шийдэл:

Бид энэ жишээнд (орлогыг тэнцүү гэж үзсэн тул) зөвхөн зардлыг авч үзсэн. Хөдөлгүүр хоорондын хугарлын цэгийг тодорхойлохдоо EUAC хэмжигдэхүүнийг ашиглана. Цахим хүснэгтийн загварыг боловсруулахад ашиглах үндсэн тэгшитгэл:

$$\text{EUAC}(15\%) = \text{Худалдан авах үнэ}(A/P, 15\%, 5) + \text{Жилийн ашиглалтын зардал} \\ + \text{Жилийн эрчим хүчний зардал}$$

Тэгшитгэлийн эрчим хүчний зардлын хэсгийг ашиглалтын цагаар илэрхийлэх боломжтой.

$$\text{Эрчим хүчний зардал} = \\ = (\text{ашиглалтын цаг/жил})(\$0.05/\text{кВт.ц}) \left[\frac{(\text{100 морины хүч})(0.746/\text{морины хүч})}{\text{Хөдөлгүүрийн АҮК}} \right]$$

Жишээлбэл, Альфа хөдөлгүүрийн жилийн эрчим хүчний зардал:

$$(X \text{ цаг/жил})(\$0.05/\text{кВт.ц}) \left[\frac{(\text{100 морины хүч})(0.746/\text{морины хүч})}{0.74} \right] = \$5.04X$$

байна. Энд: X нь жилийн ашиглалтын цаг. Одоо хөдөлгүүрийн хос тус бүрийн хоорондын хугарлын цэгийг тооцоолж болно.

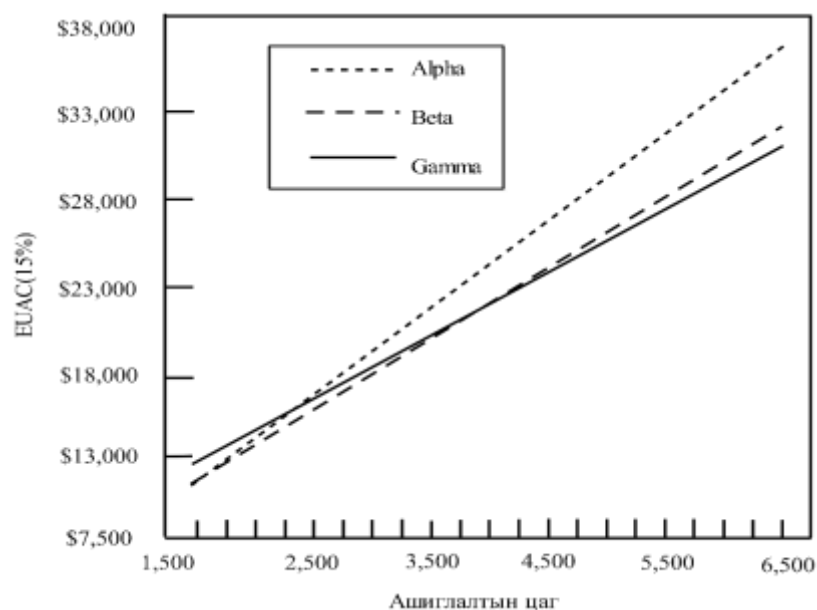
11.3 дугаар зурагт цахим хүснэгтийн загварыг үзүүлэв. Хөдөлгүүр хоорондын хугарлын цэгийг (B18, B21, B24 нүднүүд) тооцоолохдоо Goal Seek функцийг ашигласан. Goal Seek (Tools цэсэнд байгаа) функцийг ашиглах үед цахим хүснэгтийн программ өөр өөр нүднүүдэд байх утгуудыг (EUAC -ийн зөрүү) хүссэн мөнгөн дүнтэй (\$0) утгатай тэнцүүлэхийн тулд нэг нүдний утгаар (энэ жишээнд ажиллах цаг) өөрчилдөг.

Goal Seek	
Анхны утгын нүд	E18
Хүрэх утга	0
Өөрчлөх нүд	B18

Хугарлын цэгийн графикийг 11.4 дүгээр зурагт үзүүлэв. 11.3 дугаар зургийн доод хэсэгт байгаа тоонууд (A27:D38 нүднүүд) хугарлын графикийг боловсруулахад ашиглагдана. Хугарлын цэгийн үнэлгээг тодорхой гаргасан хэдий ч ашиглалтын цагийн цард ямар хөдөлгүүр илүү тохиромжтой болохыг тооцоолоход график хэрэг болно. Дүгнэхэд, хэрэв жилийн ашиглалтын цаг 1,694-өөс бага бол Альфа хөдөлгүүр илүү тохиромжтой байна. Харин жилийн ашиглалтын цаг 4,389-өөс их бол Гамма хөдөлгүүрийг сонгох хэрэгтэй. Өөрөөр хэлбэл, Бета хөдөлгүүр хамгийн хэмнэлттэй сонголт юм.

	A	B	C	D	E
1	MARR	15%			
2	Electricity (\$/kWh)	\$ 0.05			
3	Useful Life (years)	5			
4					
5		Alpha	Beta	Gamma	
6	Purchase Price	\$10,000	\$15,000	\$20,000	
7	Annual Maintenance	\$800	\$500	\$250	
8	Efficiency	74%	86%	92%	
9					
10		Alpha	Beta	Gamma	
11	CR Amount	\$2,983	\$4,475	\$5,966	
12	Annual Maintenance	\$800	\$500	\$250	
13	Sub-total	\$3,783	\$4,975	\$6,216	
14					
15	Energy Expense (\$/hr)	5.04	4.34	4.05	
16					
17	Alpha - Beta	Hours	Alpha	Beta	Difference
18	Breakeven Point	1694	\$12,323	\$12,323	\$0
19					
20	Alpha - Gamma	Hours	Alpha	Gamma	Difference
21	Breakeven Point	2467	\$16,219	\$16,219	\$0
22					
23	Beta - Gamma	Hours	Beta	Gamma	Difference
24	Breakeven Point	4389	\$24,012	\$24,012	\$0
25					
26					
27	Hours	Alpha	Beta	Gamma	
28	1500	\$11,344	\$11,481	\$12,298	
29	2000	\$13,864	\$13,649	\$14,325	
30	2500	\$16,385	\$15,818	\$16,352	
31	3000	\$18,905	\$17,986	\$18,379	
32	3500	\$21,425	\$20,155	\$20,407	
33	4000	\$23,945	\$22,324	\$22,434	
34	4500	\$26,466	\$24,492	\$24,461	
35	5000	\$28,986	\$26,661	\$26,488	
36	5500	\$31,506	\$28,829	\$28,515	
37	6000	\$34,026	\$30,998	\$30,542	
38	6500	\$36,547	\$33,167	\$32,570	

11.3 дугаар зураг. Жишээ 3 –ын шийдлийг олох цахим хүснэгтийн загвар



11.4 дүгээр зураг. Жишээ 3 –ын хугарлын цэгийн шинжилгээний график

Жишээ 4: Шийдвэрийн өөрчлөлт

Захидлыг төрөлжүүлэн ангилахын тулд шуудангийн үйлчилгээнд ашиглаж буй ажиглалтын системийг сайжруулах тухай саналыг авч үзсэн. Энэ шинэ систем 1.1 сая долларын үнэтэй ба жил бүр \$200,000-ын ажиглалтын зардалтай. Систем жил бүр \$500,000-ын хэмнэлт бий болгоно (буруу хаягаар илгээх захидлын хувь хэмжээг багасгана. Мөн гараар ялгах шаардлагатай шуудангийн тоо хэмжээг бууруулна). MARR жилд 10%, шинжилгээний хугацаа 5 жил. Шинжилгээний хугацааны эцэст уг систем технологийн хуучралд орж үнэ цэнэгүй болсон байна. Энэ саналын PW:

$$PW(10\%) = -\$1,100,000 + (\$500,000 - \$200,000)(P/A, 10\%, 5) = \$37,236$$

Хөрөнгө оруулалтын зардал болон жилийн хэмнэлтийн үнэлгээнд системд хөрөнгө оруулалт хийх шийдвэр хэр мэдрэмжтэй болохыг тодорхойлно уу.

Шийдэл:

Бидний хийсэн төслийн анхны үнэлгээгээр энэ санал ашигтай болохыг харуулсан. Хэрэв тооцооллоо буруу хийсэн бол юу болохыг одоо харцгаая. Үнэн хэрэгтээ, хөрөнгө оруулалтын зардлын хугарлын цэг болон жилийн хэмнэлтийн хугарлын цэгийг олох зайлшгүй шаардлагатай. Бидний шийдвэрийг өөрчлөхөд хүргэж болох хөрөнгө оруулалтын өөрчлөлтийн хувь хэмжээг x -ээр тэмдэглэе. Тэгвэл:

$$PW(10\%) = 0 = -\$1,100,000(1 + x) + (\$500,000 - \$200,000)(P/A, 10\%, 5)$$

$$x = +3.4\%$$

Үүнтэй ижлээр, жилийн хэмнэлтийн өөрчлөлтийн хувь хэмжээг y гэвэл:

$$PW(10\%) = 0 = -\$1,100,000 + [\$500,000(1 + y) - \$200,000](P/A, 10\%, 5)$$

$$y = -2.0\%$$

Хэрэв хөрөнгө оруулалтын зардлын өсөлт 3.4%-иас илүү нэмэгдвэл шинэ ажиглалтын системийг хүлээн зөвшөөрөхгүй. Үүнтэй ижлээр, жилийн хэмнэлт 2% (хамгийн боломжит утга)-иас илүү хувиар багасвал төсөл ямар ч ашиггүй болно. Хариуцсан инженерүүд одоо анхны үнэлгээ яаж хийгдсэн, илүү нарийн үнэлгээ тооцоолол хийх шаардлагатай юу гэдгийг анхааралтай судлах болж байна.

Тэмдэглэл: Нэг үнэлгээний утгын өөрчлөлтийн нөлөөг судлах үед бусад үлдсэн хүчин зүйлсийг тэдний анхны утгаар тооцоолно.

Жишээ 5: Санал болгосон ажиглалтын системд зориулсан аалзны тор

Бид одоо санал болгож буй ажиглалтын системийн мэдрэмжийг аалзны тор үүсгэх замаар үргэлжлүүлэн судалъя. Ажиглалтын системийн хамгийн сайн (хамгийн боломжтой) үнэлгээг Жишээ 4 -т тодорхой харуулсныг доор жагсааж бичив.

Хөрөнгө оруулалт, I	\$1,100,000
Жилийн хэмнэлт, A	500,000
Жилийн зардал, E	200,000
MARR	10%

Дээрх бүх тооцоо $\pm 20\%$ -ийн цард өөрчлөгдөж байхад системийн PW-ийн мэдрэмжийг судалж үзье. Системийн ашиглалтын хугацаа 5 жил гэдгийг эргэн санаарай.

Цахим хүснэгт ашигласан шийдэл:

11.5(а) дугаар зурагт PW-ийн утгуудын хүснэгтийг харуулсан бөгөөд PW-ийн тооцооллын хүчин зүйл бүр хамгийн боломжит үнэлгээнээс $\pm 20\%$ -ийн цард өөрчлөгдөж байна. PW-ийг тодорхойлохын тулд багана тус бүр зөвхөн нэг хүчин зүйлд хамаарах ижил томъёотой байх ба C2:C6-ын нүднүүдэд байрлана. Хүснэгтийг байгуулахын тулд тухайн сонирхож буй хүчин зүйл (жишээлбэл, В баганад байгаа капитал хөрөнгө оруулалт)-ийг $(1 + \text{өөрчлөлтийн хувь, аравтын системээр})$ хүчин зүйлийн коэффициентээр үржүүлнэ. Хамгийн боломжит үнэлгээтэй (өөрчлөлтийн хувь = 0) үед бүх баганууд тэнцүү гэдгийг санан томъёогоо шалгаж болно. Хүснэгтийг бэлэн болгохын тулд B9:E9 нүднүүдийн томъёог (доор үзүүлсэн) баганаар нь доош хуулахад хангалттай.

Нүд	Агуулга
B9	$= -\$C\$2 * (1 + A9) + PV(\$C\$6, \$C\$5, -(\$C\$3 - \$C\$4))$
C9	$= -\$C\$2 + PV(\$C\$6, \$C\$5, -(\$C\$3 * (1 + A9) - \$C\$4))$
D9	$= -\$C\$2 + PV(\$C\$6, \$C\$5, -(\$C\$3 - \$C\$4 * (1 + A9)))$
E9	$= -\$C\$2 + PV(\$C\$6 * (1 + A9), \$C\$5, -(\$C\$3 - \$C\$4))$

11.5(б) дугаар зурагт үзүүлсэн аалзны тороор хүчин зүйл бүрийн үнэлгээний хамгийн боломжит утгаасаа хазайсан өөрчлөлтийн хувийг мэдрэх PW-ийн мэдрэмжийг үзүүлсэн. Бусад хүчин зүйлс хамгийн боломжит утгаа хадгалж үлдэнэ. Төслийн PW хүчин зүйлсийн хамгийн сайн үнэлгээнд тулгуурлавал:

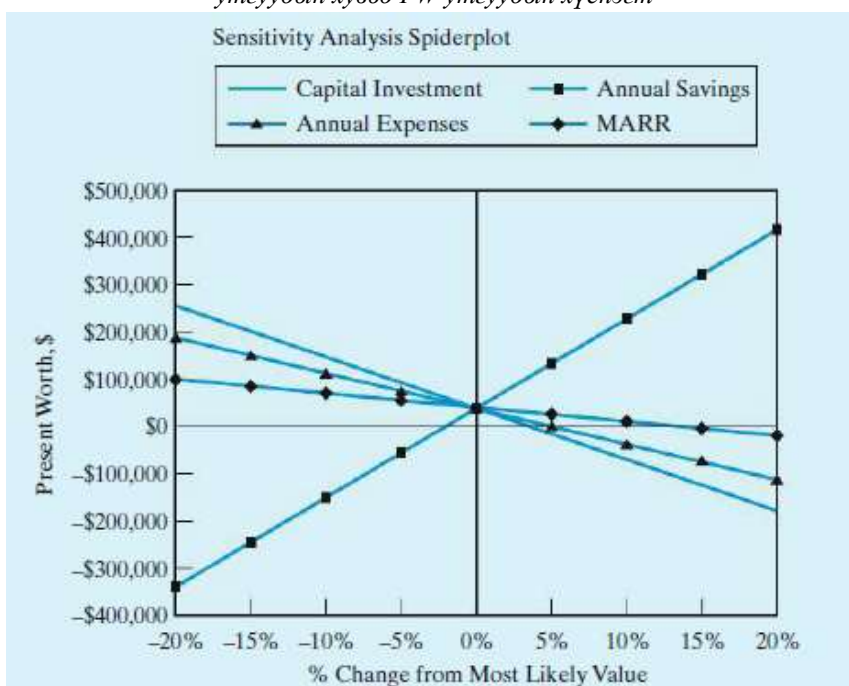
$$PW(10\%) = -\$1,100,000 + (\$500,000 - \$200,000)(P/A, 10\%, 5) = \$37,236$$

PW-ийн үнэлгээний өндөр үр ашигтай утга нь төслийн бие даасан дөрвөн хүчин зүйлийн хувьд графикийн хазайлтын хувь хэмжээний ерөнхий огтолцолын цэгт тохионо. Хүчин зүйл бүрийн PW-ийн мэдрэмжийн харьцангуй зэргийг муруйн налуугаар илэрхийлдэг (муруйн налуу хэдий чинээ эгц байна төдий чинээ PW-ийн хүчин зүйл илүү мэдрэмжтэй байна). Мөн муруй бүрийн хэвтээ тэнхлэгтэй ($PW = 0$) огтлолцсон цэг $PW = 0$ үеийн хүчин зүйл бүрийн хамгийн боломжит утгаас өөрчлөгдсөн өөрчлөлтийн хувь болох шийдвэрийн өөрчлөлтийг илэрхийлнэ.

Аалзны тороос харахад, PW нь MARR-д мэдрэмжгүй, харин хөрөнгө оруулалт, жилийн хэмнэлт, жилийн зардал зэрэгт нилээд мэдрэмжтэй байна. Аалзны тортой адил янз бүрийн шинжилгээний аналитик арга хэрэгсэл инженерчлэлийн эдийн засгийн судалгаанд тусалж болно.

	A	B	C	D	E
1	Most Likely Values				
2	Capital Investment		\$1,100,000		
3	Annual Savings		\$500,000		
4	Annual Expenses		\$200,000		
5	Useful Life (years)		5		
6	MARR		10%	*	
7					
8	% Change in Factor	Capital Investment	Annual Savings	Annual Expenses	MARR
9	-20%	\$257,236	-\$341,843	\$188,868	\$97,813
10	-15%	\$202,236	-\$247,073	\$150,960	\$82,193
11	-10%	\$147,236	-\$152,303	\$113,052	\$66,895
12	-5%	\$92,236	-\$57,534	\$75,144	\$51,913
13	0%	\$37,236	\$37,236	\$37,236	\$37,236
14	5%	-\$17,764	\$132,006	-\$672	\$22,857
15	10%	-\$72,764	\$226,775	-\$38,580	\$8,769
16	15%	-\$127,764	\$321,545	-\$76,488	-\$5,037
17	20%	-\$182,764	\$416,315	-\$114,395	-\$18,567

11.5 дугаар зураг. Жишээ 5-н цахим хүснэгт ашигласан шийдэл: (а) Өөрчлөгдсөн хүчин зүйлсийн утгуудын хувьд PW утгуудын хүснэгт



Зураг 11-5 Жишээ 11-5-ын цахим хүснэгт ашигласан шийдэл: (b) Мэдрэмжийн график

Жишээ 6: Орон байр түрээслэх үү, эсвэл худалдан авах уу?

Энэ жишээнд бүлгийн эхэнд хөндсөн асуудлыг эргэн хэлэлцэнэ. Орон байр худалдах авах, эсвэл түрээслэхийн аль нь илүү хэмнэлттэй вэ? Таван жилийн хугацаанд амьдрах орон байрыг \$150,000-оор худалдан авах, эсвэл түрээслэх нөхцлийг хооронд нь харьцуулан эдийн засгийн тооцоол хийнэ үү. Шинжилгээ хийхдээ доорх мэдээллийг ашиглана.

Түрээсийн сонголт: Түрээсийн төлбөр эхний жилд сар бүр \$1,200 байна. Сарын түрээсийн төлбөр дараагийн жилүүдэд жил бүр \$25-оор нэмэгдэнэ. Орон байрны хэвийн

байдлыг хангахын тулд түрээсийн гэрээнд гарын үсэг зурахдаа \$1,200-ын барьцаа төлбөр байршуулна. Түрээслэгчийн даатгал сар тутамд \$35 байна.

Худалдан авах сонголт: Урьдчилгаа төлбөрт \$30,000 төлөх бөгөөд жилийн 7%-ийн хүүтэй 30 жилийн хугацаатай \$120,000-ын орон сууцны зээлээр худалдаж авна. Орон сууц худалдаж авахдаа нэмэлт \$2,000 төлнө. Үл хөдлөх хөрөнгийн даатгал болон орон сууц эзэмшигчийн амь насны даатгалд сар бүр \$200 төлөх бөгөөд ашиглалтын зардал сард дунджаар \$50 байна. Таван жилийн дараа орон сууцыг дахин борлуулах үнэ \$160,000 байхаар таамаглаж байна. Борлуулах үед үл хөдлөх хөрөнгийн зуучид төлөх төлбөр борлуулалтын үнийн 7% байхаар тооцоолсон.

Хэрэв таны хүүний түвшин жилд 10% (сар бүр нийлмэл хүү төлөх) бол түрээслэх, эсвэл худалдан авах хоёрын хувилбарын аль нь илүү хэмнэлттэй вэ? Орон сууцны дахин борлуулалтын үнэ, орон сууцны зээлийн хүүний түвшин, эзэмшлийн үргэлжлэх хугацаа зэргийг өөрчлөн мэдрэмжийг судалж үзнэ үү.

Шийдэл:

Энэ жишээний цахим хүснэгтийн шийдлийг зураг 11-6-д үзүүлэв. Бодлогын өгөгдөл өөрчлөгдөөгүй үед орон сууц худалдаж авах нь түрээслэхээс илүү хэмнэлттэй болохыг харж болно (орон сууц худалдан авах зардлын PW < түрээсийн зардлын PW). Цахим хүснэгтийн тодруулсан нүднүүдэд байрлах утгуудыг тооцоолоход ашигласан томъёонуудыг доор үзүүлэв.

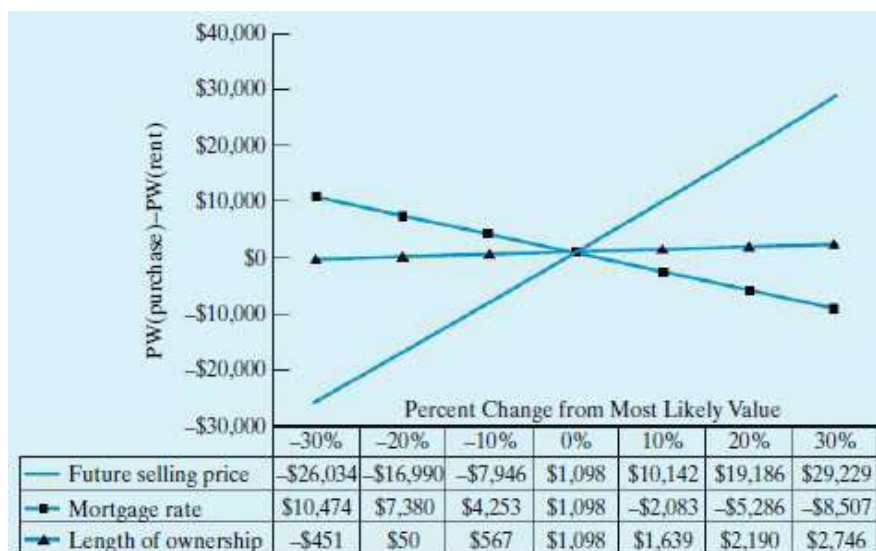
Нүд	Агуулга	
F8	=	C8 + PV(C5/12, C4 * 12,, C8)
F9	=	-PV(C5/12, C4 * 12, C9)
F10	=	(C10 * 12/C5) * (-PV(C5, C4, 1) + PV(C5, C4,, C4))
F11	=	.PV(C5/12, C4 . 12, C11)
F12	=	SUM(F8:F11)
F15	=	C15
F16	=	-PV(C5/12, C4 * 12, C26)
F17	=	C16 * C17
F20	=	PV(C5/12, C4 . 12, C20)
F21	=	-PV(C5/12, C4 * 12, C21)
F22	=	PV(C5/12, C4 * 12,, (C22 - C27))
F23	=	-PV(C5/12, C4 * 12,, C23 * C22)
F24	=	SUM(F15:F23)
C26	=	-PMT(C18/12, C19 * 12, (C16 * (1 - C17)))
C27	=	-FV(C18/12, C4 * 12,, (C16 * (1 - C17))) + FV(C18/12, C4 * 12, C26)
E27	=	IF(F12 < F24, "Байр түрээслэх", "байр худалдан авах")
F27	=	ABS(F12 - F24)

	A	B	C	D	E	F	G
1	Purchase or Rent Analysis						
2							
3	Inputs				Present Worth Analysis		
4		Length of ownership/renting (years)	5		Note: cash inflows are negative values; cash outflows are positive values		
5		Personal interest rate (percent)	10.0%				
6							
7		Renting			Renting	Present Worth	
8		Deposit (returned at departure)	\$1,200		Deposit	\$470.65	
9		Monthly payments (first year)	\$1,200		Monthly payment (base)	\$56,478.44	
10		Monthly rent change each year	\$25		Monthly rent change each year	\$2,058.54	
11		Renters insurance (monthly)	\$35		Renters insurance	\$1,647.29	
12					Renting total cost	\$60,654.92	
13							
14		Purchase			Purchase	Present Worth	
15		Application/closing fees	\$2,000		Application/closing fees	\$2,000.00	
16		Purchase price	\$150,000		Monthly mortgage payments	\$37,575.25	
17		Down payment percentage	20.0%		Down payment	\$30,000.00	
18		Loan interest rate (percent)	7.0%				
19		Loan length (years)	30				
20		Monthly insurance and tax	\$200		Monthly insurance and tax	\$9,413.07	
21		Monthly maintenance	\$50		Monthly maintenance	\$2,353.27	
22		Future selling price	\$160,000		Equity in house	(\$28,591.65)	
23		Sales commission/fees (percent)	7.0%		Sales commission/fees	\$6,807.23	
24					Owning total cost	\$59,557.18	
25	Calculations						
26		Monthly mortgage payment	\$798.36		Present Worth Advantage		
27		Mortgage balance at time of sale	\$112,957.91		Purchase Home	\$1,097.75	

Зураг 11-6 Жишээ 6-ийн цахим хүснэгтийн шийдэл

Орон сууцны дахин борлуулах үнэ, орон сууцны зээлийн хүүний түвшин, эзэмшлийн үргэлжлэх хугацааны хамгийн боломжит утгуудаас хазайсан өөрчлөлтийн шийдвэрийн мэдрэмжийг судлаж үзэх шаардлагатай. Зураг 11-7-д өсөн нэмэгдэх PW-ын аалзны торыг харуулав. Худалдаж авах, эсвэл түрээслэх хувилбаруудын PW –үүдийн зөрүүг хүүний хүчин зүйлийн өөрчлөлтийн хувь хэмжээнээс хамааруулан зурав. Муруйн налуугаас харахад, орон сууцны борлуулалтын ирээдүйн үнэ цаашид өөрчлөгдөхөд худалдаж авах шийдвэр түрээслэхээс илүү мэдрэмжтэй байна. Эдгээр гурван хүчин зүйлийн хамгийн бага мэдрэмжтэй нь эзэмшлийн үргэлжлэх хугацаа байна. MS Excel-ийн Goal Seek функц эдгээр хүчин зүйлийн хугарлын цэгийн үнэлгээг гаргаж харуулна. Бусад хүчин зүйлс нь тухайн хүчин зүйлийн хугарлын цэгийг тодорхойлох үед хамгийн боломжит утгын ойролцоо байгааг анхаарах хэрэгтэй.

Хүчин зүйл	Хугарлын цэгийн утга	Хамгийн боломжит утгаас хазайсан өөрчлөлтийн хувь
Борлуулалтын ирээдүйн үнэ	\$158,058	-1.21%
Орон сууцны зээлийн хүүний түвшин	7.2%	+2.86%
Эзэмшлийн үргэлжлэх хугацаа	3.95 жил	-21.00%



Зураг 11-7 Жишээ 11-6 - ийн мэдрэмжийн график

Бодит байдалд, орон сууцыг худалдаж авах, эсвэл түрээслэх шийдвэр гаргахын тулд тооцож үзэх шаардлагатай илүү олон хүчин зүйлс байдаг. Янз бүрийн эргэн төлөх хугацаатай (15, эсвэл 20 жил) болон хүүний түвшинг бууруулах зорилготой эргэн төлөлтийн сонголтуудтай маш олон тооны орон сууцны урт хугацааны зээлийн сонголт байдаг. Мөн орон сууцны зээлийн хүүнд татвар ногдуулдаггүй. Эдгээр хүчин зүйлсийн талаар бодлого 11-23-т авч үзнэ. Түрээслэх, эсвэл худалдан авах шийдвэрийг харьцуулах тооцоолуурыг дараах вэб сайтуудад санал болгосон байдаг. Үүнд:

<http://www.calculators.interest.com/index.asp>

<http://www.mortgage-net.com/calculators>

<http://www.ginniemae.gov>

Жишээ 7: Өөдрөг – Хамгийн боломжтой – Гутранги (O-ML-P) хувилбар

Санал болгож буй хэт авиан хяналтын тоног төхөөрөмжийг авч үзье. Түүний хувьд хийсэн Өөдрөг–Хамгийн боломжтой–Гутранги үзлийн үнэлгээг хүснэгт 11-1-д үзүүлэв. MARR жилд 8% байна. Хүснэгт 11-1-ийн төгсгөл хэсэгт үнэлгээний гурван нөхцөлд үнэлсэн AW тооцооллыг үзүүлсэн. Энэ мэдээлэлд тулгуурлан AW (жилийн үнэ цэнэ) утгад нөлөөлөх хүчин зүйлсэд байх тодорхойгүй байдлын нийлмэл нөлөөллийг шинжилнэ үү.

Шийдэл

Алхам 1: Цаашдын шийдлийг боловсруулахын өмнө AW-ын хоёр хязгаар утгыг тооцоолох шаардлагатай. Хүснэгт 11-1-ийн төгсгөл хэсэгт үзүүлснээр AW-ын өөдрөг үнэлгээ буюу хамгийн тааламжтой утга бол \$73,995 байна. Харин гутранги үнэлгээ буюу тааламжгүй утга нь -\$33,100 байна. Хэрэв AW-ын хоёр хязгаар утга хоёулаа эерэг байсан бол хүчин зүйлсийн утгуудын ямар ч хослол тэгээс бага байх утгыг гаргаж ирэхгүй учраас цаашид шинжилгээ хийхгүйгээр төхөөрөмжтэй холбоотой хийх шийдвэрийг гаргаж болох байв. Үүнтэй ижил шалтгаанаар, хэрэв AW-ын бүх утгууд сөрөг байсан бол төхөөрөмжтэй холбоотой “хийхгүй байх” гэсэн шийдвэрийг гаргаж болох байв.

Хүснэгт 11-1 Санал болгосон хэт авианы төхөөрөмжийн өөдрөг, хамгийн боломжит, гутранги үзлийн үнэлгээ болон AW (Жишээ 7)

	Үнэлгээний нөхцөл		
	Өөдрөг үзэл (O)	Хамгийн боломжит (ML)	Гутранги үзэл (P)
Хөрөнгө оруулалт, I	\$150,000	\$150,000	\$150,000
Ашиглалтын хугацаа, N	18 жил	10 жил	8 жил
Зах зээлийн үнэ, MV	0	0	0
Жилийн орлого, R	\$110,000	\$70,000	\$50,000
Жилийн зардал, E	20,000	43,000	57,000
AW (8%)	+\$73,995	+\$4,650	-\$33,100

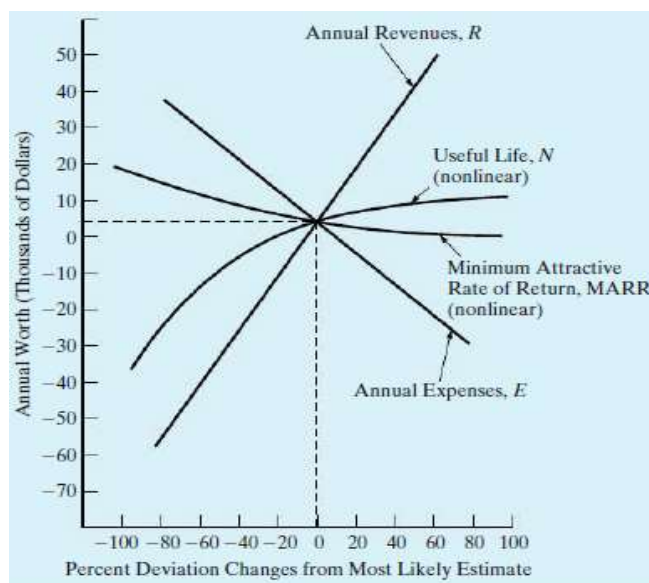
Энэ жишээнд, гэхдээ шийдвэр нь үр дүнгийн бусад хослолд мэдрэмжтэй байх тул алхам 2 болон 3-ыг үлгэлжлүүлэн боловсруулна.

Алхам 2: Энэ нөхцөл байдалд зориулсан мэдрэмжийн график (аалзны тор) -т ашиглалтын хугацаа N , жилийн орлого R , жилийн зардал E гэсэн гурван хүчин зүйлээс хамаарах AW-ын мэдрэмжийг харуулах зайлшгүй шаардлагатай. Энэ аалзны торыг зураг 11-8-д үзүүлэв. Ашиглалтын хугацаа N , жилийн орлого R , жилийн зардал E -ийн графикууд хүчин зүйл бүрийн өөдрөг үзэл болон гутранги үзлийн хязгаарт хамгийн боломжит сайн үнэлгээнээс хазайсан хазайлтын хувийг AW-тай харьцуулан харуулсан. Мөн түүнчлэн MARR-г AW-тай харьцуулсан графикийг нэмэлт мэдээлэл болгон үзүүлсэн. Аалзны торноос харахад, хэт авиан хяналтын тоног төхөөрөмж нь жилийн орлогод маш мэдрэмтгий, жилийн зардалд бага зэрэг мэдрэмтгий, ашиглалтын хугацаанд мэдрэмжгүй байна. Харин хэрэв бид MARR(8%)-г ихээхэн өөрчилсөн бол AW-д нөлөөлөх нөлөөлөл бага байх байсан.

Алхам 3: Жилийн орлого, ашиглалтын хугацаа, жилийн зардлын хувьд өөдрөг үзэл, хамгийн боломжтой, гутранги үзлийн янз бүрийн хослолуудын AW-д нөлөөлөх нэгдсэн нөлөөллийг шинжлэх шаардлагатай. Эдгээр 27 ($3 \times 3 \times 3$) хослолуудын үр дүнг хүснэгт 11-2-т үзүүлэв.

AW-ын үр дүнг тайлбарлахад хялбар болгох

Хүснэгт 11-2-т үзүүлсэн AW-ийн утгууд үнэлгээнээс гарсан өөрчлөлтийн зэргээрээ ялгаатай байдаг тул хэрэв тоог мянгатын орон луу тоймлон бүхэл болговол үнэлгээний бага зэргийн мэдээлэл алдагдаж болно. Цаашдаа AW нь жишээлбэл, (1) \$50,000 их (2) \$0-оос бага байх үр дүнгийн хослолын тоо олон байхыг удирдлага сонирхож байна гэж үзье.



Зураг 11-8 Санал болгосон хэт авиан хяналтын тоног төхөөрөмжийн мэдрэмжийн график (Жишээ 7)

Хүснэгт 11-2 Жилийн орлого, жилийн зардал, ашиглалтын хугацаанд зориулсан тооцоолсон үр дүнгийн^a бүх хослолын AW (\$): Санал болгосон хэт авиан хяналтын тоног төхөөрөмж (Жишээ 7)

Жилийн орлого, R	Жилийн зардал, E								
	O			ML			P		
	Ашиглалтын хугацаа, N			Ашиглалтын хугацаа, N			Ашиглалтын хугацаа, N		
	O	ML	P	O	ML	P	O	ML	P
O	73,995	67,650	63,900	50,995	44,650	40,900	36,995	30,650	26,900
ML	34,000	27,650	23,900	10,995	4,650	900	-3,005	-9,350	-13,100
P	14,000	7,650	3,900	-9,005	-15,350	-19,100	-23,005	-29,350	-33,100

^a Үнэлгээ: O – өөдрөг үзэл, ML – хамгийн боломжтой, P – гутранги үзэл

Хүснэгт 11-3 Хүснэгт 11-2-ын үр дүнг тайлбарлахад хялбарчилсан нь (AW – г мянган \$-оор)^{a, b}

Жилийн орлого, R	Жилийн зардал, E								
	O			ML			P		
	Ашиглалтын хугацаа, N			Ашиглалтын хугацаа, N			Ашиглалтын хугацаа, N		
	O	ML	P	O	ML	P	O	ML	P
O	74	68	64	51	45	41	37	31	27
ML	34	28	24	11	5	1	-3	-9	-13
P	14	8	4	-9	-15	-19	-23	-29	-33

^a Үнэлгээ: O – өөдрөг үзэл, ML – хамгийн боломжтой, P – гутранги үзэл

^b AW > \$50,000 (27 хослолоос 4) байх өгөгдлүүдийг дөрвөлжинд хийж; AW < \$0 (27 хослолоос 9) байх өгөгдлүүдийг доогуур зурж тэмдэглэсэн.

Хүснэгт 11-3 хүснэгт 11-2-ыг тайлбарлахад хялбар болгоход яаж өөрчлөгдөж байгааг болон AW-ийн үр дүнгийн ашиглалтыг үзүүлэв. Хүснэгт 11-3-аас харахад, AW > \$50,000 байх 4 хослолын үр дүн, AW < \$0 байх 9 хослолын үр дүн байгааг харж болно. Нөхцөл байдлын хослол бүр заавал адилхан байх албагүй. Тиймээс “энэ төсөлд 27 хослолоос 9 нь мөнгө алдах боломжтой байгаа” гэж хэлэх нь тохиромжгүй юм.

СЕМИНАР №13-ын ДААЛГАВАР:

ДААЛГАВАР БАЙХГҮЙ ☺