СЕМИНАР №14. ЭРСДЛИЙГ МАГАДЛАЛААР ШИНЖЛЭХ НЬ

СЕМИНАРЫН ХИЧЭЭЛИЙН ЗОРИЛГО: Инженерчлэлийн эдийн засгийн судалгаатай холбоотой эрсдэл болон тодорхойгүй байдлыг шинжлэхэд түгээмэл ашигладаг магадлалын аргуудын талаар авч үзнэ.

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	Эрсдлийг магадлалын онолын аргуудыг ашиглан шинжлэх шинжилгээний аргыг тайлбарлах	Хэрэглэх /Apply/, Шийдэх /Solve/	Ойлгох, Хэрэглэх	1, 3, 5
2	Эрсдлийг магадлалын онолын аргуудыг ашиглан шинжлэх 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:

- Random variables – Санамсаргүй хувьсагчид
- Accuracy – Нарийвчлал
- The Distribution of Random Variables – Санамсаргүй хувьсагчийн тархалт
- Sources of Uncertainty – Тодорхойгүй байдлын (эргэлзээний) эх сурвалжууд
- Decision Trees – Шийдвэрийн мод
- Evaluation of Projects with Discrete Random Variables – Дискрет санамсаргүй хувьсагчтай төслүүдийн үнэлгээ
- Evaluation of Projects with Continuous Random Variables – Үргэлжилсэн санамсаргүй хувьсагчтай төслүүдийн үнэлгээ
- Evaluation of Risk and Uncertainty by Monte Carlo Simulation – Монте Карлогийн загварчлалаар эрсдэл ба тодорхойгүй байдлыг үнэлэх
- Real Options Analysis – Бодит хувилбарын шинжилгээ
- Mean of a random variable – Санамсаргүй хувьсагчдын дундаж утга
- Expected value of perfect information – Төгс мэдээллийн хүлээгдэж буй үнэ цэнэ (өртөг)
- Probability density function – Магадлалын нягтын функц
- Cumulative distribution function – Хуримтлагдах тархалтын функц
- Probability mass function – Магадлалын массын функц
- Probability of the described event occurring – Тохиолдох үйл явдлын магадлал
- Standard deviation – Стандарт хазайлт

ХИЧЭЭЛИЙН ҮНДСЭН МАТЕРИАЛ:

Жишээ 1: Бетон зуурмагийн үйлдвэрийн төсөл

Математик хүлээлт ба вариацын үзэл баримтлалыг жижиг хэмжээний бетон зуурмагийн үйлдвэрт ашиглая. Боловсруулалтын янз бүрийн хүчин чадлын ашиглалтад хүрэх магадлалыг дараах байдлаар авч үзье:

Хүчин чадал (%)	Магадлал	Жилийн орлого	AW(15%)
50	0.10	$405,000	–$25,093
65	0.30	526,500	22,136
75	0.50	607,500	53,622
90	0.10	729,000	100,850

Жилийн орлогын математик хүлээлт ба вариацыг тодорхойлох шаардлагатай. Улмаар төслийн жилийн үнэ цэнийн математик хүлээлт ба вариацыг тооцоолно уу. Бетоны үйлдвэрийн $E(AW)$ болон $V(AW)$ хоёуланг нь үнэлэхдээ тухайн компаний дундаж ашиг, түүний эрсдэлийг харуулсан болно. Тооцооллыг 12.1 ба 12.2 дугаар хүснэгтэд харуулав.

12.1 дүгээр хүснэгт.

Жилийн орлогын хувьд тооцоолсон шийдэл (Жишээ 1)

i	Хүчин чадал (%)	(A) Магадлал $p(x_i)$	(B) Орлого x_i	(A)*(B) Хүлээгдэж буй орлого	(C)=(B)^2 x_i^2	(A) * (C)
1	50	0.10	$405,000	$40,500	$1.64*10^{11}$	$0.164*10^{11}$
2	65	0.30	526,500	157,950	$2.77*10^{11}$	$0.831*10^{11}$
3	75	0.50	607,500	303,750	$3.69*10^{11}$	$1.845*10^{11}$
4	90	0.10	729,000	72,900	$5.31*10^{11}$	$0.531*10^{11}$
				$575,100		$3.371*10^{11}$ ($)^2

12.2 дугаар хүснэгт

AW-ийн хувьд тооцоолсон шийдэл (Жишээ 1)

i	Хүчин чадал (%)	(A) $p(xi)$	(B) AW, x_i	(A)*(B) Хүлээгдэж буй AW	(C)=(B)^2 AW^2	(A) * (C)
1	50	0.10	–$25,093	–$2,509	$0.63*10^9$	$0.063*10^9$
2	65	0.30	22,136	6,641	$0.49*10^9$	$0.147*10^9$
3	75	0.50	53,622	26,811	$2.88*10^9$	$1.440*10^9$
4	90	0.10	100,850	10,085	$10.17*10^9$	$1.017*10^9$
				$41,028		$2.667*10^9$($)^2

Шийдэл:

Жилийн орлогын математик хүлээлт: $\sum(A \times B) = \$575{,}100$

Жилийн орлогын вариац: $\sum(A \times C) - (575{,}100)^2 = 6{,}360 \times 10^6(\$)^2$.

AW-ийн математик хүлээлт: $\sum(A \times B) = \$41{,}028$

AW-ийн вариац: $\sum(A \times C) - (41{,}028)^2 = 9{,}837 \times 10^5(\$)^2$

AW-ийн стандарт хазайлт: $31,364

AW-ийн стандарт хазайлт буюу $SD(AW)$ нь AW-ийн математик хүлээлт $E(AW)$-ээс бага байгаа бөгөөд зөвхөн хүчин чадлыг 50% -иар ашиглах нөхцөлд сөрөг AW-тэй байна. Үүнээс үүдэн энэ нэмэлт мэдээллийг ашиглан хөрөнгө оруулагчид уг үйл ажиллагаа эрхэлж буй үйлдвэрийг хүлээн зөвшөөрөх, ажиллуулах боломжтой гэж үзэж болох юм.

Жишээ 2: Үерийн усны сувгийн өргөжүүлэлт

Гудамжны үерийн ус зайлуулах суваг нэг секундэд 700 куб фут ус зайлуулах хүчин чадалтай. Инженерийн судалгаагаар дурын жилд үерийн усны урсац хэтрэх магадлал болон сувгийг өргөжүүлэх өртөгтэй холбоотой дараах өгөгдлийг гаргаж ирсэн:

Усны урсгал (фут^3/сек)	Дурын нэг жилд тохиох их хэмжээний үерийн магадлал	Энэ үерийн усыг зайлуулах сувгийг томсгох хөрөнгө оруулалт
700	0.20	—
1,000	0.10	$20,000
1,300	0.05	30,000
1,600	0.02	44,000
1,900	0.01	60,000

Баримтаас харвал их хэмжээний үерээс болж үүсэх хохирлын дундаж хэмжээ $20,000 болж байна. Үүнийг усны урсгалын хэмжээ сувгийн багтаамжаас давж гарсан үе бүрд учрах дундаж хохирлын хэмжээ гэж үздэг. Суваг сэргээн засварлах ажлыг жилд 8%-ийн хүүтэй, 40 жилийн хугацаатай бондоор санхүүжүүлнэ. Иймд $(A/P, 8\%, 40) = 0.0839$ учир хөрөнгө оруулалтын нөхөн төлбөрийн хэмжээ (бонд + хүүгийн төлбөр) хөрөнгө оруулалтын 8.39% байна. Хамгийн хэмнэлттэй сувгийн хэмжээг (усны урсгалын багтаамж) тодорхойл.

Шийдэл:

Бүх хувилбарын сувгийн хэмжээний хувьд бүтцийн болон эд хөрөнгийн эвдрэлийн нийт үе тутмын жилийн эквивалент зардлын математик хүлээлтийг 12.3 дугаар хүснэгтэд харуулав. Энэ тооцооноос харвал жилийн зардал нь хамгийн бага байх (математик хүлээлт) хувилбар бол секундэд 1,300 куб фут урсгаж чадах, их хэмжээний үер дунджаар 20 жилийн хугацаанд 1 жилд тохиох магадлалтай, үүсэх хөрөнгийн хохирлын хэмжээ $20,000 байх юм.

12.3 дугаар хүснэгт

Хүлээгдэж буй жилийн эквивалент зардал (Жишээ 2)

Усны урсгал (фут^3/сек)	Хөрөнгө нөхөн сэргээх мөнгөн дүн	Хүлээгдэж буй жилийн эд хөрөнгийн хохирол[a]	Нийт хүлээгдэж буй үе тутмын жилийн эквивалент зардал
700	None	$20,000(0.20) =$4,000	$4,000
1,000	$20,000(0.0839) =$1,678	20,000(0.10) =2,000	3,678
1,300	30,000(0.0839) =2,517	20,000(0.05) =1,000	3,517
1,600	44,000(0.0839) =3,692	20,000(0.02) =400	4,092
1,900	60,000(0.0839) =5,034	20,000(0.01) =200	5,234

[a] Энэ мөнгөн дүнг $20,000-ыг их хэмжээний үер тохиох магадлалаар үржүүлэх замаар гарган авсан.

XII.2 жишээнд үзүүлсэн шиг ийм төрлийн төслүүдэд амь нас, эрүүл мэндээ алдах эрсдэл нь цэвэр ашгийг харахгүй, харин хүн амын аюулгүй байдлыг чухалчилсан мөнгөн биш үнэт зүйлсийг дээдэлсэн төслүүдийг боловсруулах чухал хүчин зүйл болдог.

Жишээ 3: Цахилгаан хэлхээний гэмтэл гарах магадлалыг бууруулахад оруулах хөрөнгө оруулалт

Дараах шаардлагатай хөрөнгө оруулалт болон гэмтэл гарах магадлал бүхий цахилгаан хэлхээ хамгаалах гурван хувилбарыг үнэлж байна:

Хувилбар	Хөрөнгө оруулалт	Дурын жилд гэмтэл гарах магадлал
A	$90,000	0.40
B	100,000	0.10
C	160,000	0.01

Хэрэв гэмтэл үнэхээр гарвал 0.65 магадлалтайгаар $80,000–ын зардал, 0.35 магадлалтайгаар $120,000–ын зардал гарах болно. Дурын жилийн гэмтэл гарах магадлал нь хэрэв тохиолдсон бол гарсан үр дүнгийн алдагдалтай холбоотой магадлалаас үл хамаарна. Хувилбар бүр найман жилийн ашиглалтын хугацаатай бөгөөд энэ хугацааны эцэст зах зээлийн үнэгүй болно. MARR жилд 12%, жилийн засвар үйлчилгээний зардал хөрөнгө оруулалтын 10% байх төлөвтэй. Хүлээгдэж буй жилийн нийт зардалд тулгуурлан аль хувилбарыг сонгохыг тодорхойлно уу (12.4 дүгээр хүснэгт).

12.4 дүгээр хүснэгт

Хүлээгдэж буй жилийн эквивалент зардал (Жишээ 3)

Хувилбар	Хөрөнгө нөхөн сэргээх мөнгөн дүн = Хөрөнгө оруулалт * (A/P, 12%, 8)	Жилийн засвар үйлчилгээний зардал = Хөрөнгө оруулалт * (0.10)	Гэмтэл гарсан үеийн хүлээгдэж буй жилийн зардал	Нийт хүлээгдэж буй жилийн эквивалент зардал
A	$90,000(0.2013) = $18,117	$9,000	$94,000(0.40) = $37,600	$64,717
B	100,000(0.2013) = 20,130	10,000	94,000(0.10) = 9,400	39,530
C	160,000(0.2013) = 32,208	16,000	94,000(0.01) = 940	49,148

Шийдэл:

Гэмтэл гарсан тохиолдолд түүний математик хүлээлтийг дараах байдлаар тооцоолно:

$$\$80,000(0.65) + \$120,000(0.35) = \$94,000.$$

Тиймээс B хувилбар урт хугацааны дундаж зардал болох нийт хүлээгдэж буй жилийн үе тутмын эквивалент зардалд тулгуурлавал хамгийн сайн хувилбар юм. Гэсэн хэдий ч, нийт хүлээгдэж буй үе тутмын жилийн эквивалент зардлыг 24.3%-иар өсгөхийн оронд дурын жилд тохиох $80,000, эсвэл $120,000-ын алдагдлыг хангалттай хэмжээгээр бууруулах боломжийг олгож байгаа C хувилбарыг сонгох нь илүү оновчтой юм.

Жишээ 4: Санамсаргүй хувьсагч байдлаар тодорхойлогдох төслийн ашиглалтын хугацаа

Худалдааны барилгад тавьсан халаалт, агааржуулалт, хөргөлтийн систем нь найдваргүй, үр ашиггүй болжээ. Түрээсийн орлого буурч, системийн жилийн зардал үргэлжлэн өсөж байна. Уг барилгын эзэмшигч танай инженерийн компанийг (1) системийн техникийн шинжилгээ хийх, (2) системийг дахин хийж сайжруулах урьдчилсан загвар боловсруулах, (3) эзэмшигчдэд шийдвэр гаргахад нь туслалцаа үзүүлэхүйц инженерчлэлийн эдийн засгийн шинжилгээг хийж гүйцэтгүүлэхээр хөлсөлсөн. Урьдчилсан загварт тулгуурлан тооцоолсон үндсэн хөрөнгө оруулалтын зардал, үйл ажиллагааны болон засвар үйлчилгээний зардлын жилийн хэмнэлтийг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

Эдийн засгийн хүчин зүйл	Тооцоолсон нь
Үндсэн хөрөнгө оруулалт	$521,000
Жилийн хэмнэлт	48,600
Өсөн нэмэгдсэн жилийн орлого	31,000

Орчин үеийн системтэй барилгын түрээсийн орлогын жилийн өсөлтийн тооцоог эзэмшигчийн маркетингийн ажилтнууд боловсруулсан ба үүнийг дараах хүснэгтэд харуулав.

Ашигтай хугацаа, жил (N)	$p(N)$
12	0.1
13	0.2
14	0.3
15	0.2
16	0.1
17	0.05
18	0.05
	$\sum = 1.00$

Эдгээр мэдээллийг өргөн хүрээг хамарсан мэдээллийн эх сурвалжаас авч бэлдсэн тул найдвартай гэж үзэж байна. Дахин шинэчилсэн системийн ашиглалтын хугацаа тодорхой бус. Янз бүрийн ашиглалтын хугацааны тооцоолсон магадлалыг урьдчилан авч үзсэн. MARR жилд 12%, дахин шинэчилсэн системийн ашиглалтын хугацааны эцэс дэх тооцоолсон зах зээлийн үнэ тэг байна гэж үзье. Энэ мэдээлэлд үндэслэн төслийн мөнгөн урсгалын $E(PW), V(PW), SD(PW)$ ямар байхыг тодорхойлно уу. Мөн PW ≥ 0 байх үеийн магадлал ямар байх вэ? Төслийг хэрэгжүүлэх талаар та ямар шийдвэр гаргах вэ?, одоо байгаа мэдээллээ ашиглавал таны гаргасан шийдвэр хэр зэрэг үндэслэлтэй вэ? Гараар болон цахим хүснэгтийн тусламжтайгаар шийднэ үү ?

Гараар тооцоолсон шийдэл:

Төслийн мөнгөн урсгалын PW-ийг төслийн ашиглалтын хугацаа (N)–наас хамаарах функц гэж үзвэл дараах байдалтай байна:

$$PW(12\%)_N = -\$521{,}000 + \$79{,}600(P/A, 12\%, N).$$

$E(PW) = \$9{,}984$ болон $E[(PW)^2] = 577{,}527 \times 10^6 (\$)^2$-ын утгуудын тооцооллыг 12.5 дугаар хүснэгтэд харуулав.

12.5 дугаар хүснэгт

E(PW) болон E[(PW)^2] –ийн тооцоолол (Жишээ 4)

(1) Ашиглалтын хугацаа (N)	(2) $PW(N)$	(3) $p(N)$	(4) = (2)*(3) $E[PW(N)]$	(5) = (2)^2 $[PW(N)]^2$	(6) = (3)*(5) $p(N)[PW(N)]^2$
12	–$27,926	0.1	–$2,793	779.86*10^6	77.986*10^6
13	–9,689	0.2	–1,938	93.88*10^6	18.776*10^6
14	6,605	0.3	1,982	43.63*10^6	13.089*10^6
15	21,148	0.2	4,230	447.24*10^6	89.448*10^6
16	34,130	0.1	3,413	1,164.86*10^6	116.486*10^6
17	45,720	0.05	2,286	2,090.32*10^6	104.516*10^6
18	56,076	0.05	2,804	3,144.52*10^6	157.226*10^6
			$E(PW) = \$9{,}984$	$E[(PW)^2] = 577{,}527 \times 10^6(\$)^2$	

Дараа нь (12.8) тэгшитгэлийг ашиглан PW-ийн вариацыг:

$$V(PW) = E[(PW)^2] – [E(PW)]^2 = 577{,}527 \times 10^6 – (\$9{,}984)^2 = 477{,}847 \times 10^6(\$)^2.$$

$SD(PW)$ нь $V(PW)$ вариацын эерэг квадрат язгууртай тэнцүү байна:

$$SD(PW) = [V(PW)]^{1/2} = (477{,}847 \times 10^6)^{1/2} = \$21{,}859.$$

N-ээс хамаарах функц (2 дугаар багана) болох төслийн PW, тохиох $PW(N)$ бүрийн утгын магадлал (3 дугаар багана) болон PW-ийн магадлал нь ≥ 0 байх магадлалд тулгуурлавал:

$$Pr\{PW \geq 0\} = 1 - (0.1 + 0.2) = 0.7.$$

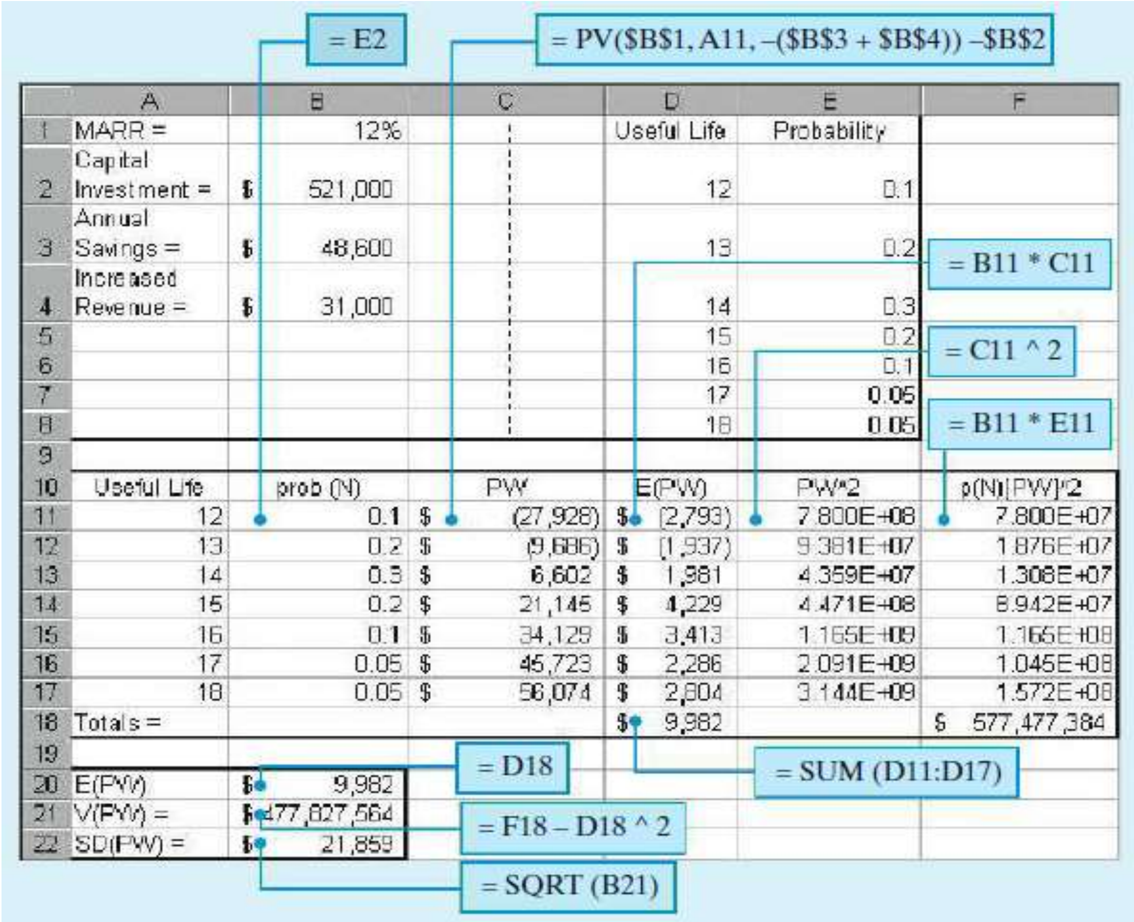
Инженерчлэлийн эдийн засгийн шинжилгээний үр дүнгээс харвал уг төсөл эргэлзээтэй бизнесийн үйл ажиллагаа болохыг харуулна. Төслийн $E(PW)$ эерэг байгаа ($9,984) боловч, их хэмжээний хөрөнгө оруулалттай нь харьцуулахад бага байна. Мөн PW–ийн магадлал тэгээс их (0.7) байгаа нь хэдийгээр таатай боловч, $SD(PW)$ –ийн утга их байна [$E(PW)$–ийн утгаас бараг хоёр дахин их утгатай].

Цахим хүснэгт ашигласан шийдэл (MS Excel):

Цахим хүснэгт нь дискрет магадлалын функцтэй холбоотой математик хүлээлт болон вариацыг тооцоолоход ашиглагдах их хэмжээний тооны хувьд тохиромжтой байдаг. Энэ жишээнд шаардагдах тооцооллыг хийхэд цахим хүснэгтийг хэрхэн ашигласныг 12.1 дүгээр зурагт харуулав. 12.5 дугаар хүснэгтийн үндсэн хэлбэрийг ашигласан бөгөөд үр дүн нь ижил байна.

Цахим хүснэгтийг нэгэнт боловсруулсан бол бид зөвлөмжийг гаргахын тулд мэдрэмжийн шинжилгээг хялбархан хийх боломжтой болно.

Жишээлбэл, жилийн хэмнэлтийг 5%-иар бууруулахад сөрөг $E(PW)$-ийг үүсгэдэг бөгөөд төслийн үр ашгийн талаар эргэлзээтэй гэж дүгнэсэн бидний дүгнэлтийг баталж байна.



	A	B	C	D	E	F
1	MARR =	12%		Useful Life	Probability	
2	Capital Investment =	$ 521,000		12	0.1	
3	Annual Savings =	$ 48,600		13	0.2	
4	Increased Revenue =	$ 31,000		14	0.3	
5				15	0.2	
6				16	0.1	
7				17	0.05	
8				18	0.05	
9						
10	Useful Life	prob (N)	PW	E(PW)	PW^2	p(N)[PW]^2
11	12	0.1	$ (27,928)	$ (2,793)	7.800E+08	7.800E+07
12	13	0.2	$ (9,686)	$ (1,937)	9.381E+07	1.876E+07
13	14	0.3	$ 6,602	$ 1,981	4.359E+07	1.308E+07
14	15	0.2	$ 21,145	$ 4,229	4.471E+08	8.942E+07
15	16	0.1	$ 34,129	$ 3,413	1.165E+09	1.165E+08
16	17	0.05	$ 45,723	$ 2,286	2.091E+09	1.045E+08
17	18	0.05	$ 56,074	$ 2,804	3.144E+09	1.572E+08
18	Totals =			$ 9,982		$ 577,477,384
19						
20	E(PW)	$ 9,982				
21	V(PW) =	$ 477,827,564				
22	SD(PW) =	$ 21,859				

12.1 дүгээр зураг XII.4 жишээг цахим хүснэгт (MS Excel) ашиглан тооцоолсон шийдэл

Жишээ 5: Магадлалын модыг ашиглан төслийн шинжилгээ хийх

Сайжруулах шаардлагатай жижиг төсөлд зориулсан тодорхой бус мөнгөн урсгалыг 12.2 дугаар зурагт магадлалын модны диаграммаар тодорхойлж харуулав (Зангилаа бүрийн магадлалын нийлбэр нэг болохыг анхаарна уу). Шинжилгээний хугацаа хоёр жил, MARR жилд 12% байна. Энэ мэдээлэлд үндэслэн,

a. Төслийн $E(PW)$, $V(PW)$, $SD(PW)$ ямар байх вэ?

b. PW≤0 байх магадлал ямар байх вэ?

c. Төслийн ямар шинжилгээний үр дүнг боломжтой, ямар үр дүнг тааламжгүй гэж үзсэн бэ?

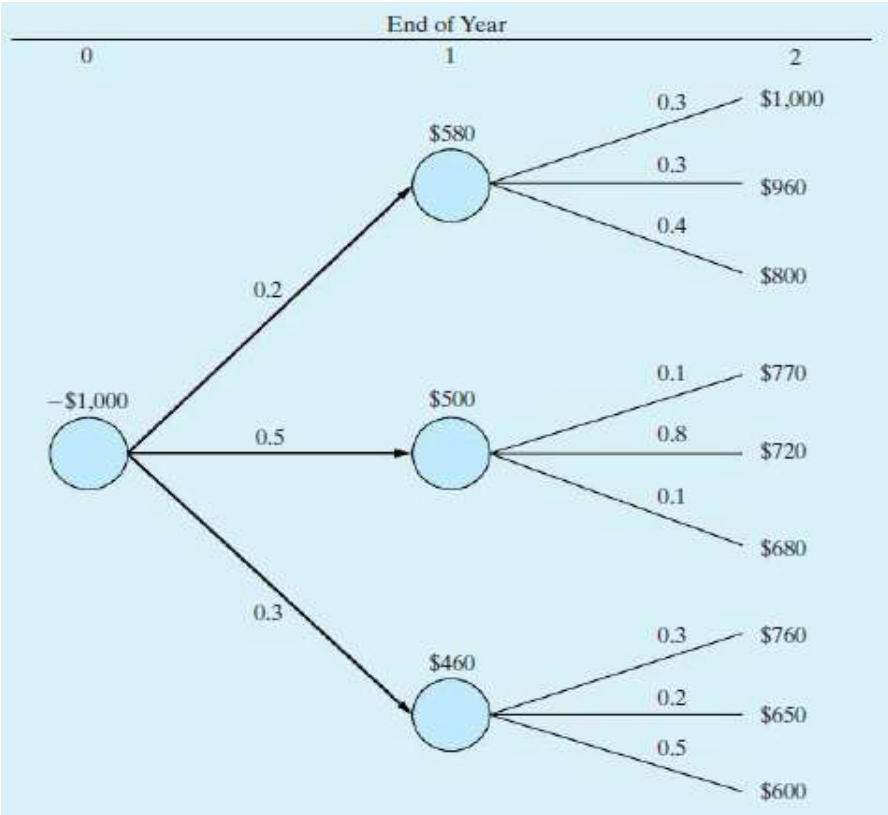
Шийдэл:

a. $E(PW)$, $E[(PW)^2]$–ийн утгуудын тооцооллыг 12.6 дугаар хүснэгтэд үзүүлэв.

12.6 дугаар хүснэгт

E(PW) болон E[(PW)²] –ийн тооцоолол (Жишээ 4)

				(2)	(3)	(4) = (2)*(3)	(5) = (2)^2	(6) = (3)*(5)
	Цэвэр мөнгөн урсгал, жилийн эцэст			PW_j	$p(j)$	$E(PW_j)$	$(PWj)^2$	$E[(PW_j)^2]$
j	0	1	2					
1	–$1,000	$580	$1,000	$315	0.06	$18.90	99,225$2	5,953$2
2	–1,000	580	960	283	0.06	16.99	80,089	4,805
3	–1,000	580	800	156	0.08	12.45	24,336	1,947
4	–1,000	500	770	60	0.05	3.04	3,600	180
5	–1,000	500	720	20	0.40	8.17	400	160
6	–1,000	500	680	–11	0.05	–0.57	121	6
7	–1,000	460	760	17	0.09	1.49	289	26
8	–1,000	460	650	–71	0.06	–4.27	5,044	302
9	–1,000	460	600	–111	0.15	–16.64	12,321	1,848
						$E(PW) = \$39.56$	$E[(PW)^2] = 15{,}227\$^2$	



12.2 дугаар зураг. XII.5 жишээнд зориулсан магадлалын модны диаграм

2 дугаар баганад байгаа PW_j бол модны диаграмм дахь мөчрийн PW юм. Мөчир бүрийн тохиох магадлалыг 3 дахь баганад харуулав. Жишээлбэл, 12.2 дугаар зураг дахь мөнгөн урсгал бүрийн хувьд баруун зангилаанаас зүүн зангилаа хүртэл үргэлжлүүлвэл $p(1) = (0.3)(0.2) = 0.06$ ба $p(9) = (0.5)(0.3) = 0.15$ байна. Тиймээс,

$$E(PW) = \sum_j (PW_j) p(j) = \$39.56$$

Улмаар,

$$V(PW) = E[(PW)^2] - [E(PW)]^2 = 15{,}227 - (\$39.56)^2 = 13{,}662(\$)^2,$$

$$SD(PW) = [V(PW)]^{1/2} = (13{,}662)^{1/2} = \$116.88.$$

b. 2 дугаар баганан дахь өгөгдөл PW_j болон 3 дугаар баганан дахь өгөгдөл $p(j)$–д тулгуурлавал:

$$Pr\{PW \leq 0\} = p(6) + p(8) + p(9) = 0.05 + 0.06 + 0.15 = 0.26.$$

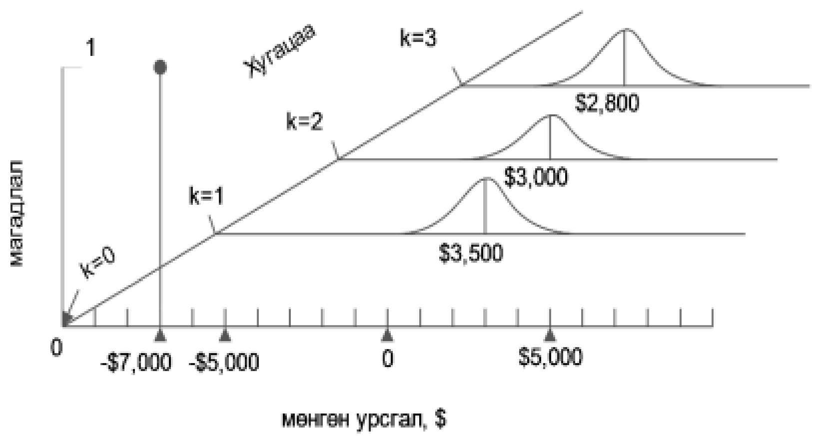
c. Төслийг хэрэгжүүлж болохуйц шинжилгээний үр дүн болох $E(PW) = \$39.56$ нь тэгээс ердөө бага мөнгөн дүнгээр л их байгаа ба $Pr\{PW > 0\} = 1 - 0.26 = 0.74$ байна. $SD(PW) = \$116.92$ байгаа нь $E(PW)$-ээс ойролцоогоор 3 дахин их байна. Энэ нь төслийн эдийн засгийн ач холбогдлыг хэмжихэд харьцангуй их хазайлтыг илэрхийлж байгаа бөгөөд төслийг хүлээн зөвшөөрөх боломжгүйг илтгэх үзүүлэлт юм.

Жишээ 6: Жилийн цэвэр мөнгөн урсгалыг тасралтгүй санамсаргүй хувьсагчаар илэрхийлэх нь

Жилийн мөнгөн урсгалын дараах тооцоололд зориулан төслийн $E(PW)$, $V(PW)$, $SD(PW)$-ийг тодорхойлно уу. Жилийн цэвэр мөнгөн урсгалын мөнгөн дүнг өгөгдсөн математик хүлээлт болон стандарт хазайлттайгаар нормал тархсан, статистик бие даасан (хараат бус) гэж үзэх бөгөөд MARR жилд 15% байна.

Жилийн эцэс, k	Цэвэр мөнгөн урсгалын математик хүлээлт, F_k	Цэвэр мөнгөн урсгалын SD, F_k
0	–\$7,000	0
1	3,500	\$600
2	3,000	500
3	2,800	400

Эдгээр нормал тархсан мөнгөн урсгалын график дүрслэлийг 12.3 дугаар зурагт харуулав.



12.3 дугаар зураг. Хугацаанаас хамаарсан магадлалт мөнгөн урсгалууд (Жишээ 6)

Шийдэл:

(12.14) тэгшитгэл ашиглан PW–ийн математик хүлээлтийг дараах байдлаар тооцоолов. Энд: $E(F_k)$ – $k(0 \leq k \leq N)$–р жилийн хүлээгдэж буй цэвэр мөнгөн урсгал (математик хүлээлт), c_k – нэг удаагийн төлбөрийн PW хүчин зүйл $(P/F, 15\%, k)$:

$$E(PW) = \sum_{k=0}^{3} (P/F, 15\%, k) E(F_k) =$$

$$= -\$7{,}000 + \$3{,}500(P/F, 15\%, 1) + \$3{,}000(P/F, 15\%, 2) + \$2{,}800(P/F, 15\%, 3) = \$153.$$

V(PW)-ийг тодорхойлохын тулд (12.13) тэгшитгэлийн хамаарлыг ашиглана:

$$V(PW) = \sum_{k=0}^{3} (P/F, 15\%, k)^2 V(F_k) =$$

$$= 0^2 1^2 + 600^2 (P/F, 15\%, 1)^2 + 500^2 (P/F, 15\%, 2)^2 + 400^2 (P/F, 15\%, 3)^2 = 484{,}324\$^2$$

ба

$$SD(PW) = [V(PW)]^{1/2} = \$696$$

Төслийн мөнгөн урсгалын PW зэргийг $E(PW)$ дундажтай нормал тархалттай, $V(PW)$ вариацтай санамсаргүй хувьсагч гэж үзсэн үед санамсаргүй хувьсагчийн хувьд тохиох үйл явдлын магадлалыг тооцоолж чадна. Жишээлбэл, санамсаргүй хувьсагчийн тархалтын хэлбэрийг тодорхой хэмжээгээр мэдэж байх үед болон үүнийг хийхэд тохиромжтой гэж үзсэн үед энэ таамаглалыг хийж болно. Мөн төслийн PW утга зэрэг санамсаргүй хувьсагч нь бусад бие даасан (хараат бус) санамсаргүй хувьсагчдын (жишээлбэл, мөнгөн урсгалын мөнгөн дүн, F_k) шугаман хослол байхад эдгээр хувьсагчдын магадлалын тархалтын хэлбэр мэдэгдэж байгаа эсэхээс үл хамааран энэ таамаглалыг ашиглаж болно.

СЕМИНАР №14-ын ДААЛГАВАР:

ДААЛГАВАР БАЙХГҮЙ ☺