



Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний аграрний університет

# Магістерська дипломна робота

на тему :

## Енергозбереження будівель

---

## при використанні додаткового утеплення

*Виконала:*

*Ст. гр. Буд- 71 Шандала Л.А.*

*Керівник: к.т.н., доцент*

*Боднарчук Т.Б.*

*Дубляни 2016р.*

**Мета роботи:** теоретичне дослідження тепло- і паропаропроникності різних конструкцій, дослідження точки роси за допомогою програмного комплексу «Kisan». Підбір найбільш економічно вигідної конструкції теплоізоляції, а також оптимальної товщини утеплення яка актуальна саме для нашої кліматичної зони. Визначення доцільності утеплення будівлель.

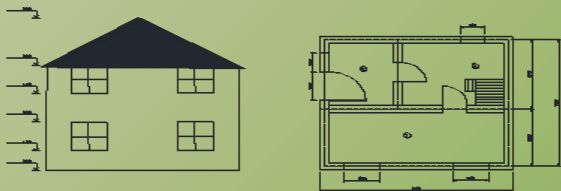
**Завдання дослідження:**

- За допомогою програмного комплексу « Kisan» порахувати втрати тепла через огорожуючі конструкції, які складаються з різних шарів утеплення;
- За допомогою програмного комплексу « Kisan» побудувати графіки паро- і теплопроникності різних конструкцій утеплень;
- Визначити розміщення точки роси в огорожувальних конструкціях;
- Виконати аналіз фізичних процесів, які характеризують формування температурно-вологісного режиму, експлуатаційних властивостей та довговічності конструкцій фасадної теплоізоляції ;
- За допомогою теплотехнічного розрахунку визначення найбільш економічно вигідної товщини утеплення, яке актуальне для нашої кліматичної зони;
- Визначення економічного ефекту від утеплення будинку з різними товщинами мінвати і пінопласту
- **Об'єкт дослідження:** зовнішні стіни, які складаються із різних шарів утеплення.

**Актуальність теми:** Необхідність підвищення теплотехнічного опору огороджуючи конструкцій та створення більш енергоощадних будівель, що дозволить підвищити енергетичну незалежність України, а як наслідок мінімізувати її залежність від східного сусіда. Проблема сформована тим, що реальна ситуація з енергоощадністю на споживчому ринку є умисно викривлена маркетинговою політикою великих торговельних мереж та виробників, які орієнтовані перш за все на збільшення обсягів реалізації власної продукції за будь-яку ціну

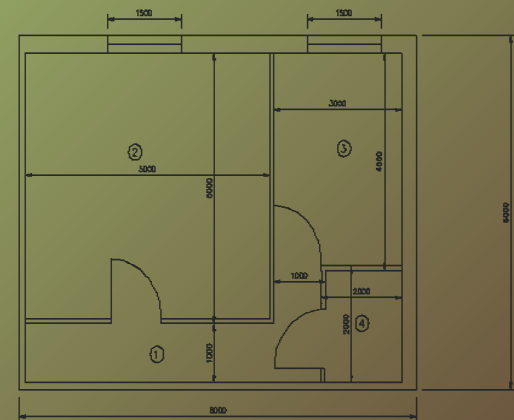
**Основна проблема теплового захисту будівель:** пониження теплових втрат через огороджуючі конструкції .

Для експериментальних-досліджень беру дві типові будівлі і експериментую з товщинами їх стін і утеплювача:



типовий цегляний будинок площею 112м<sup>2</sup>

1)вітальня; 2)кухня; 3)спальня 1; 4) спальня 2; 5)спальня 3; 6)ванна.

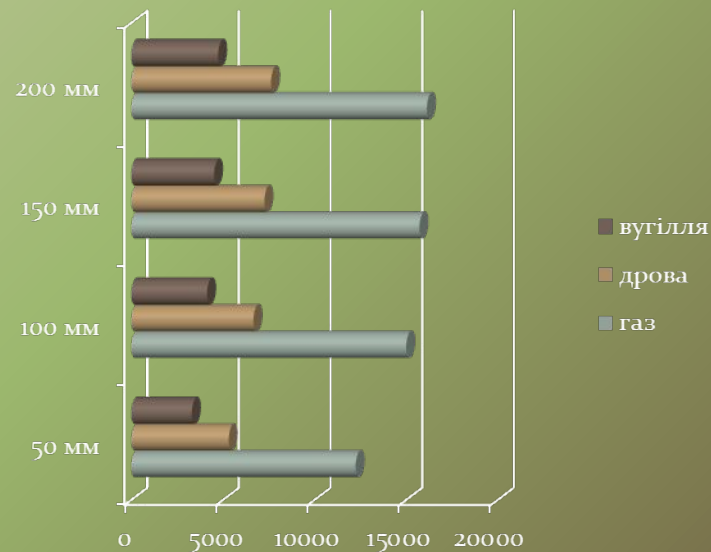
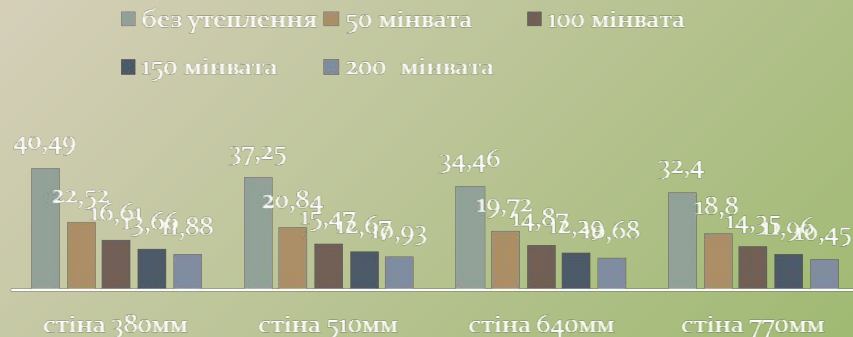


однокімнатна бокова квартири в типовому панельному будинку площею 48м<sup>2</sup>

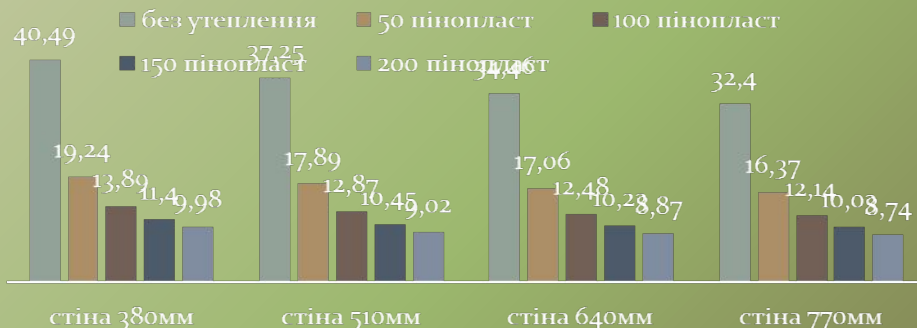
1)коридор; 2)кімната; 3)кухня 1; 4) ванна.

Програмний комплекс фірми «Kisan» Kisan OZC призначений для розрахунку тепловтрат як окремих приміщень так і будівлі в цілому, визначення сезонних потреб в тепловій енергії, а також розрахунок і підбір радіаторів, а також багато інших аспектів.

### Річна потреба в енергії, МВтгод/рік



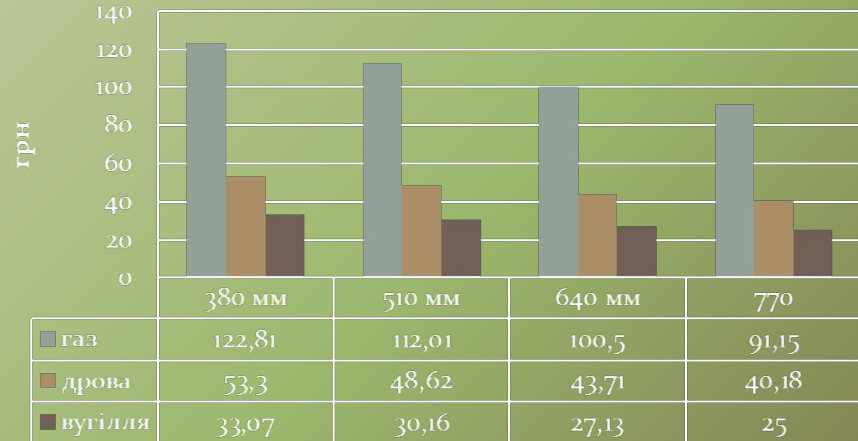
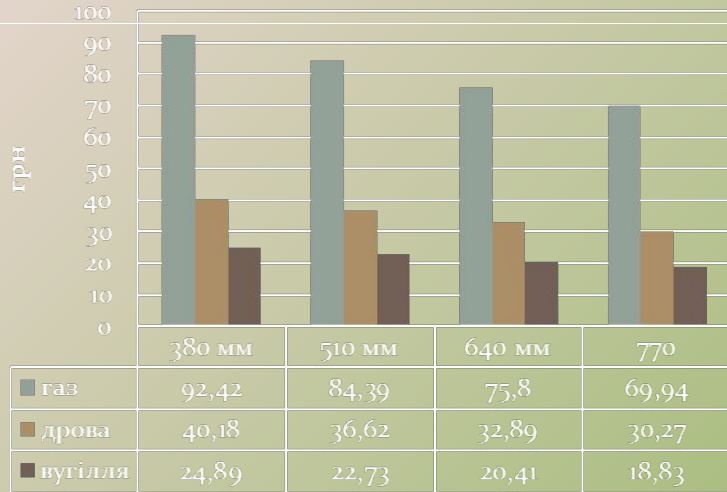
### Річна потреба в енергії, МВтгод/рік



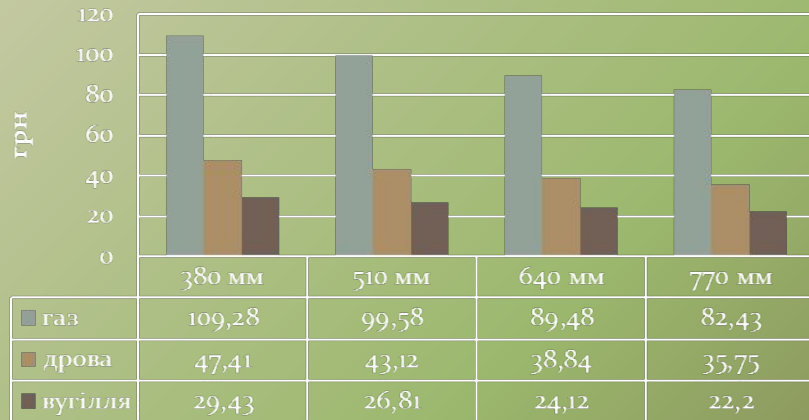
Залежність економічного ефекту за рік від товщини пінопласту при різних видах палива в стіні 380 мм

Залежність витрат енергії від товщини утеплювача в будівлі №1

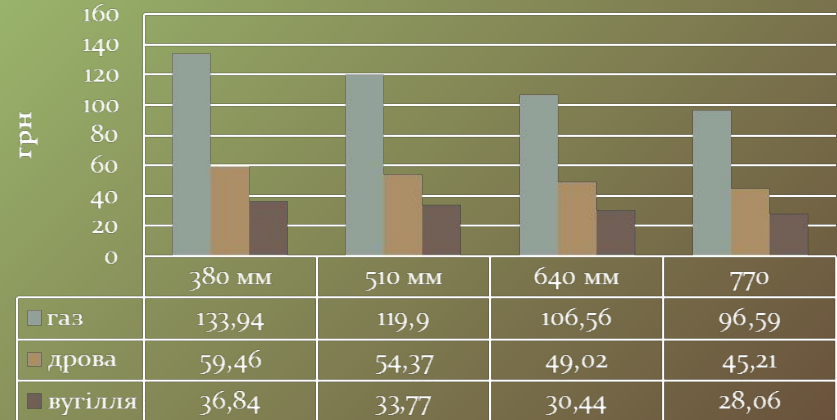
## Економічний ефект від утеплення



Економічний ефект при утепленні мінватою 50 мм за рік/м<sup>2</sup>житла і використання різних джерел палива



Економічний ефект при утепленні мінватою 100 мм за рік/м<sup>2</sup>житла і використання різних джерел палива



Економічний ефект при утепленні пінопластом 50 мм за рік/м<sup>2</sup>житла і використання різних джерел палива

Економічний ефект при утепленні пінопластом 100 мм за рік/м<sup>2</sup>житла і використання різних джерел палива

# Порівняння фактичної та зекономленої кількості і вартості газу при утепленні

Товщ. стіни	Вид утеп.	Товщ. утеп.	Факт.вит. кВт*год/рік	Зеконом. кВт*год/рік	Факт.вит. м³/рік	Зеконом. м³/рік	Факт.вит. м³/міс.	Зеконом. м³/міс.	Факт.вит. грн/міс.	Зеконом. грн/міс.
380	піноп.	50	19240	21250	1539,2	1700	256,53	283,33	1127	2039,97
		100	13890	26600	111,2	2128	185,2	354,66	666,72	2500,28
		150	11400	29090	912	2327,2	152	387,86	547,2	2619,8
		200	9980	30510	798,4	2440,8	133,07	406,8	479,05	2688
	мін.	50	22520	17970	1801,6	1437,6	300,26	239,6	1441,87	1725,12
		100	16610	23880	1328,8	1910,4	221,47	318,4	874,58	2292,48
		150	13660	26830	1092,8	2146,4	182,13	357,73	655,67	2511,32
		200	11880	28610	950,4	2288,8	158,4	381,47	570,24	2596,8
510	піноп.	50	17890	19360	1431,2	1548,8	238,53	258,13	997,41	1858,53
		100	1287	24380	1029,6	1950,4	171,6	325,06	617,76	2238,2
		150	10450	26800	836	2144	139,33	357,34	501,59	2354,4
		200	9020	28230	721,6	2258,4	120,27	376,4	432,97	2442,69
	мін.	50	20840	16410	1667,2	1312,8	277,87	218,8	1280,66	1575,36
		100	15470	21780	1237,6	1742,4	206,27	290,4	769,46	2090,88
		150	12670	24580	1013,6	1966,4	168,93	327,73	608,15	2247,78
		200	10930	26320	874,4	2195,6	145,73	350,93	524,63	2331,37
640	піноп.	50	17060	17400	1364,8	1392	227,47	232	917,78	1670,4
		100	12480	21980	998,4	1758,4	166,4	293,07	599,04	1989,14
		150	10280	24230	822,4	1938,4	137,07	323,07	493,45	2099,56
		200	8870	25590	709,6	2047,2	118,26	341,2	425,73	2117,37
	мін.	50	19720	14740	1577,6	1179,2	262,93	196,53	1173,1	1415
		100	14870	19590	1189,6	1567,2	198,27	261,2	713,77	1876
		150	12290	22170	983,2	1773,6	163,87	295,6	589,93	1998,16
		200	10680	23780	854,4	1902,4	142,4	317,07	512,62	2075,32
770	піноп.	50	16370	16030	1309,6	1282,4	218,27	213,73	815,54	1538,85
		100	12140	20260	963,49	1620,8	160,58	270,13	578,09	1803,02
		150	10030	22370	802,4	1789,6	199,73	298,266	481,43	1908,83
		200	8740	23660	699,2	1892,8	116,53	315,47	419,51	1970,49
	мін.	50	18800	13600	1504	1088	250,67	181,33	1084,82	1305,58
		100	14350	18050	1148	1444	191,33	240,66	688,79	1701,5
		150	11960	20440	956,8	1635,2	159,46	263,52	574,06	1751,4
		200	10450	21950	836	1756	139,3	292,66	501,48	1888,4

## Точка роси в огорожувальних конструкціях

Точка роси це температура до якої має охолотитись повітря, щоб пара яка в ньому знаходиться почала конденсувати в росу – дрібні краплі вологи. Розташування точки роси є дуже важливим чинником для енергозбереження та нормальної експлуатації будинку, а також комфортного проживання людей, оскільки не правильно підібрана товщина утеплювача може призвести до зволоження муру, а як наслідок до розвитку різноманітних мікроорганізмів і плісені, що негативно впливає на здоров'я людей.

### Розміщення точки роси в огорожувальній конструкції від внутрішнього краю стіни

Товщина утеплювача	Вид утеплення	380, мм	510, мм	640, мм	770, мм
	Без утеплення	на внутрішній стороні стіни	на внутрішній стороні стіни	на внутрішній стороні стіни	на внутрішній стороні стіни
50 мм	пін мінвата	194	219	227	260
		99	131,5	133	158
100 мм	пін мінвата	385	514	640	755
		380	384	396	389
150 мм	пін мінвата	386	515	645	774
		384,5	514	640	744
200 мм	пін мінвата	387	516	646	775
		385	515	645	774

## Зекономлені кошти на опаленні за рік

Товщина стін	Утеплювач	50	100	150	200
При опаленні газом					
380	пін	12239,82	15001,68	15718,8	16128
	мінвата	10350,72	13754,88	15067,92	15580,8
510	пін	1151,18	13429,2	14126,4	14656,14
	мінвата	9452,16	12545,28	13486,8	13988,22
640	пін	10022,4	11934,84	12597,36	12704,22
	мінвата	8490	11256	11988,96	12451,92
770	пін	9233,1	10818,12	11452,98	11822,94
	мінвата	7833,48	10209	10508,4	11331,6
При опаленні дровами					
380	пін	5310	6660	7260	7620
	мінвата	4500	5970	6690	7140
510	пін	4830	6090	6690	7050
	мінвата	4101	5445	6147	6579
640	пін	4350	5490	6060	6390
	мінвата	3684	4896	5541	5940
770	пін	4005	5064	5592	5910
	мінвата	3390	4500	5109	5487
При опаленні вугіллям					
380	пін	3296,22	4126,14	4512,42	4732,62
	мінвата	2787,48	3704,22	4161,78	4437,9
510	пін	3003,12	3781,8	4157,19	4378,95
	мінвата	2545,47	3378,51	3812,76	4082,76
640	пін	2699,1	3409,47	3758,49	3969,45
	мінвата	2286,45	3038,76	3438,99	3688,5
770	пін	2486,52	3142,71	3469,95	3670,11
	мінвата	2109,6	2799,9	3179,61	3404,79



# Термін окупності утеплення цегляного будинку, рік

товщина стіни	утеп.	вид опалення	50 мм	100 мм	150 мм	200 мм
380	пін	газ	3.62	3.22	3.34	3.5
		дрова	8.33	7.25	7.22	7.42
		вугілля	13.41	11.71	11.62	11.94
510	пін	газ	3.96	3.6	3.71	3.86
		дрова	9.15	7.93	7.84	8.02
		вугілля	14.72	12.78	12.62	12.91
640	пін	газ	4.41	4.04	4.16	4.45
		дрова	10.16	8.80	8.66	8.84
		вугілля	16.38	14.17	13.95	14.24
770	пін	газ	4.79	4.47	4.59	4.79
		дрова	11.04	9.54	9.38	9.56
		вугілля	17.78	15.37	15.11	15.39
380	мін	газ	4.32	3.59	3.64	3.85
		дрова	9.93	8.28	8.21	8.41
		вугілля	16.04	13.35	13.2	13.53
510	мін	газ	4.73	3.94	4.07	4.29
		дрова	10.9	9.08	8.93	9.12
		вугілля	17.56	14.63	14.41	14.71
640	мін	газ	5.26	4.39	4.58	4.82
		дрова	12.13	10.1	9.91	10.11
		вугілля	19.55	16.27	15.97	16.28
770	мін	газ	5.7	4.84	5.33	5.3
		дрова	13.19	10.99	10.75	10.94
		вугілля	21.18	17.66	17.32	17.63

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Утеплення стін є дуже ефективним заходом, який суттєво заощаджує кошти власнику будинку.
2. Більш ефективним і економічно вигідним є утеплення пінопластом, ніж мінватою. Оскільки теплопровідність пінопласту  $\lambda=0.064$  Вт/м\*К, а мінеральної вати  $\lambda=0.093$  Вт/м\*К. Також вартість мінераловатних плит в середньому на 14% вища ніж при аналогічній товщині пінопласту.
3. Утеплення цегляної стіни пінопластом 50 мм економить енергоспоживання на опаленні на 52%, а панельної залізобетонної утеплювачем тієї ж товщини та 61% і т.д.
4. Із збільшенням товщини стіни і при однаковій товщині утеплювача економія на м<sup>2</sup> житла спадає, але все одно є дуже високою.
5. . Оптимальним є використанням утеплювачів 100-200 мм оскільки там точка роси утворюється в утеплювачі, що є нормальним для експлуатації.
6. Використання власних коштів є більш економічно вигідним ніж при залученні коштів кредитної програми «Тепле житло».
7. При використанні кредитних коштів споживач переплата за відсотковими ставками від 11 до 20 % що залежить від товщини утеплювача.
8. Всі проаналізовані види утеплень є економічно вигідними, оскільки окупаються значно швидше терміну експлуатації утеплювача
9. Найбільший економічний ефект утеплення проявляється при опаленні будинку газом, оскільки при цьому собівартість утеплення окупається в середньому за 3.5 роки.
10. При використанні власних коштів на протязі експлуатації утеплювача 30 років можна зекономити від 18 500 до 73 000 грн на обігріві першої будівлі і від 38 000 до 115000 грн при обігріві другої будівлі. Це залежить від виду енергоносіїв, а також від виду і товщини стіни і утеплювача.

## ПРОПОЗИЦІЇ

Утеплення цегляних і залазо-бетонних стін утеплювачами 100-200 мм, оскільки це економічно і енергетично вигідно, а також дозволяю муру залишатись «сухим». Із збільшенням товщини утеплювача зростає енергоощадність будівель, що є першим кроком до створення пасивного будинку.

Основна перевага пінопласту – це ціна, а мінеральної вати – негорючість.

**Дякую за увагу!**