

Пример 2. Пречистване на отпадъчни води в една централна пречиствателна станция или в няколко по-малки децентрализирани станции

Методика:

Примерът илюстрира възможностите и ограниченията на метода на сравняване на разходите за икономическа оценка на алтернативни пречиствателни съоръжения с децентрализирана и централизирана структура.

1 Дефиниране на проекта

Поради увеличеното натоварване и остаряването на системите трябва да се извърши реконструкция на канализационните съоръжения в дадена област. Разглеждат се три населени места: град А с 25 000 ЕЖ, град Б с 15 000 ЕЖ, и град В с 10 000 ЕЖ. Местните власти трябва да решат дали ще бъде по-разумно да построят една централна пречиствателна станция в град А с довеждащи колектори от град Б (4 км) и от град В (5,8 км), вместо да изградят три отделни пречиствателни станции.

2 Описание на проектните алтернативи

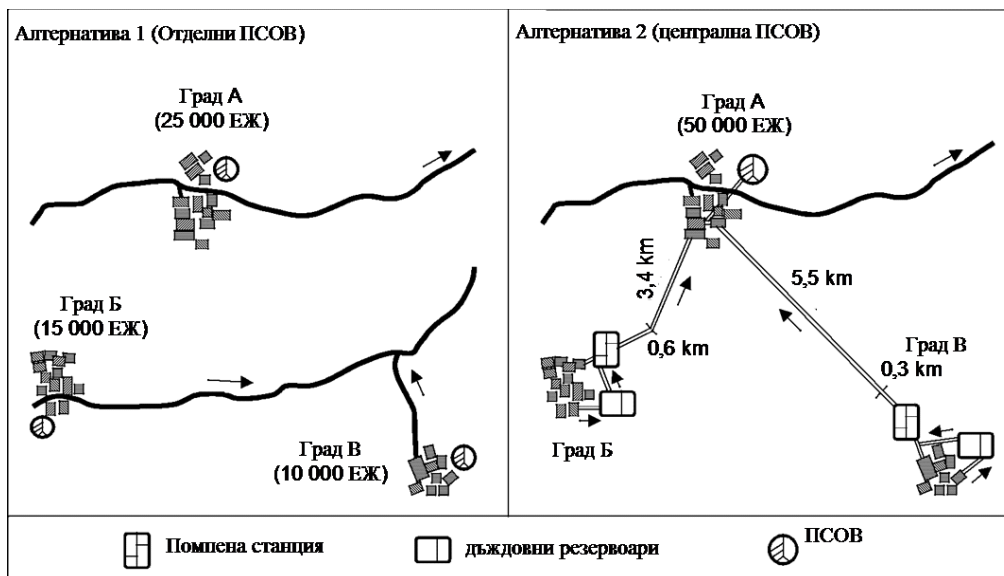
Разглеждат се две алтернативи за вземане на решение:

Алтернатива 1: Отделни пречиствателни станции - А1

Проектират се отделни ПСОВ за посочените селища в дадения район. Има достатъчно капацитет да се поемат пречистените отпадъчни води, въпреки че градовете Б и В могат да разчитат само на един малък водоприемник за целта (Фиг. А.3.2-1). Съоръженията могат да получат разрешение за заустване.

Алтернатива 2: Централна (обща) пречиствателна станция А2

В град А ще бъде построена една централна ПСОВ, към която ще се свържат градовете Б и В чрез напорни и гравитачни тръбопроводи. Отпадъчните води се качват нагоре с помощта на помпена станция и сравнително къси напорни тръбопроводи (0,6 км и 0,3 км съответно), след което продължават по гравитачен път (по канали от 3,4 км и 5,5 км съответно) към ПСОВ в град А. За справяне с върховия отток, който се получава при дъждовно време, ще бъдат изградени задържателни резервоари за дъждовна вода в градовете Б и В (с капацитет 800 m³ и 400 m³ съответно).



Фиг. А.3.2-1: Схеми на Алтернативи А1 и А2

3 Приложимост на метода за сравняване на разходите

Поради сложността на разглеждния проблем не може да се каже още в началото на анализа дали методът за сравняване на разходите ще осигури подходяща база за процеса на вземане на решение. Може да се приеме, че и двете алтернативи са с еднаква полезна стойност по отношение на поставената цел (т.е. заустване на отпадъчни води в съответствие с изискванията на нормативните документи). В този проект няма значение, че ПСОВ са с различен капацитет, защото към всички тях има еднакви изисквания за пречистените отпадъчни води. Следователно евентуално останали непречистени води причиняват еднакви социални разходи. Извън този аспект има редица други въздействия, които повече или по-малко не могат да се оценят с монетарни критерии (напр. удобство и сигурност на отвеждането). Най-добрата алтернатива, определена чрез сравняване на разходите, ще запази позицията си в общата оценка, ако тя покаже предимство, след като е била претеглена спрямо всички въздействия, свързани с разглежданите варианти.

4 Установяване на разходите

В разглеждания случай няма налични подробни изчисления на разходите. За да се получат разумни предварителни оценки, са използвани данни, събрани от други подобни проекти. Все пак, трябва да се подчертае, че е доста рисковано да се използват разходни функции (разходни криви), взети от най-различни съвкупности от данни, особено ако искаме качество при сравняване на разходите (виж т. 3.2.2).

Данни за специфични инвестиционни разходи SIC и инвестиционни разходи IC

- Пречиствателни станции за отпадъчни води ПСОВ (WWTP) без закупуване на терена - SICWWTP:

ЕЖ	SICWWTP (строителство)	SICWWTP (оборудване)
10 000 ЕЖ	115 EUR/ЕЖ	95 EUR/ЕЖ
15 000 ЕЖ	110 EUR/ЕЖ	90 EUR/ЕЖ
25 000 ЕЖ	100 EUR/ЕЖ	82 EUR/ЕЖ
50 000 ЕЖ	84 EUR/ЕЖ	69 EUR/ЕЖ

Тъй като разходите за земя и собственост са почти еднакви за двете алтернативи, те са оставени без разглеждане.

- Помпена станция (PS) - ICPS по приблизителна оценка

Капацитет, l/s	ICPS (строителство)	ICPS (оборудване)
100 l/s	EUR 75 000	EUR 65 000
150 l/s	EUR 94 000	EUR 80 000

- Резервоар за дъждовна вода (ST): SICST с обем в m³
SICST = 1 250 EUR/m³ при 400 m³ и 750 EUR/m³ при 800 m³

- Канализационни тръби (SEW) вкл. шахти и такса за ползване

Диаметър на тръбата	SICSEW
DN 300 напорна	150 EUR/m
DN 350 напорна	165 EUR/m
DN 400 гравитачна	215 EUR/m
DN 500 гравитачна	280 EUR/m

Данни за специфични експлоатационни разходи SRC и експлоатационни разходи RC съответно:

- PCOB (WWTP)

ЕЖ	SRCWWTP
10 000 ЕЖ	18 EUR/(ЕЖ·г)
15 000 ЕЖ	17 EUR/(ЕЖ·г)
25 000 ЕЖ	15 EUR/(ЕЖ·г)
50 000 ЕЖ	13 EUR/(ЕЖ·г)

- Помпена станция (PS)

– Строителни работи:

$$RCPS \text{ (строителство)} = 0,01 \cdot ICPS \text{ (стр.) в EUR/г.}$$

– Оборудване:

$$RCPS \text{ (оборудване)} = 0,06 \cdot ICPS \text{ (обор.) в EUR/г.}$$

- Енергийни разходи

$$RCPS \text{ (енергия)} = AWV \cdot H_{\text{ман}} \cdot \text{Factor} \cdot PP \text{ в EUR/г}$$

$$AWV = \text{обем отп. води в m}^3/\text{г}$$

$$H_{\text{ман}} = \text{манометричен напор в m}$$

$$\text{factor (коэф.)} = 0,005 \text{ в kW/m}^3 \cdot \text{m}$$

$$PP = \text{цена на енергията в EUR/kWh}$$

- Резервоар за дъждовна вода (ST):

$$RCST = 0,0175 \cdot ICST \text{ в EUR/г}$$

- Канализационни колектори (SEW):
 $RCSEW = 0,01 \cdot ICSEW$ в EUR/г.

Така определените разходи са закръглени и са посочени в Таблица А.3.2-1 (инвестиционни разходи) и Таблица А.3.2-2 (експлоатационни разходи).

Таблица А.3.2-1: Изчисляване на инвестиционните разходи IC за Алтернативи А1 и А2

Категория на разхода	Специфични разходи според размера/класа		Инвестиционни разходи в EUR	
			Алтернатива А1	Алтернатива А2
ПСОВ (WWTP)				
Отделна станция, град А				
Строителство	25 000 ЕЖ	100 EUR/ЕЖ	2 500 000	
Оборудване	25 000 ЕЖ	82 EUR/ЕЖ	2 050 000	
Отделна станция, град Б				
Строителство	15 000 ЕЖ	110 EUR/ЕЖ	1 650 000	
Оборудване	15 000 ЕЖ	90 EUR/ЕЖ	1 350 000	
Отделна станция, град В				
Строителство	10 000 ЕЖ	115 EUR/ЕЖ	1 150 000	
Оборудване	10 000 ЕЖ	95 EUR/ЕЖ	950 000	
Една централна станция, град А				
Строителство	50 000 ЕЖ	84 EUR/ЕЖ		4 200 000
Оборудване	50 000 ЕЖ	69 EUR/ЕЖ		3 450 000
Обща сума ICWWTP			9 650 000	7 650 000
Помпена станция (PS)				
Град Б				
Строителство	150 l/s			94 000
Оборудване	150 l/s			80 000
Град В				
Строителство	100 l/s			75 000
Оборудване	100 l/s			65 000
Обща сума ICPS				314 000
Резервоар за дъждовна вода (ST)				
Град Б	800 m ³	750 EUR/m ³		600 000
Град В	400 m ³	1250 EUR/m ³		500 000
Обща сума ICST				1 100 000

Канализационни колектори (SEW)				
Град Б	0,6 km DN 350	165 EUR/m		99 000
	3,4 km DN 500	280 EUR/m		952 000
Град В	0,3 km DN 300	150 EUR/m		45 000
	5,5 km DN 400	215 EUR/m		1 182 500
Обща сума ICSEW				2 278 500
Обща сума IC строителство			5 300 000	7 747 500
Обща сума IC оборудване			4 350 000	3 595 000
Обща сума, инвестиционни разходи IC			9 650 000	11 342 500

Таблица А.3.2-2: Изчисляване на експлоатационните разходи RC за Алтернативи А1 и А2

Категория на разхода	Проектен капацитет	Специфични разходи	Експлоатационни разходи, EUR/г.	
			Алтернатива 1	Алтернатива 2
ПСОВ (WWTP)				
Отделна станция, град А	25 000 ЕЖ	15 EUR/(ЕЖ г)	375 000	
Отделна станция, град Б	15 000 ЕЖ	17 EUR/(ЕЖ г)	255 000	
Отделна станция, град В	10 000 ЕЖ	18 EUR/(ЕЖ г)	180 000	
Централна станция, град А	50 000 ЕЖ	13 EUR/(ЕЖ г)		650 000
Обща сума RCWWTP			810 000	650 000
Помпени станции PS				
Град Б				
Строителни работи	150 l/s			940
Оборудване	150 l/s			4 800
Енергийни разходи	AWV = 850 000 m ³ /г, H _{man} = 15 m; 0,10 EUR/kWh;			6 375
Град В				
Строителни работи	100 l/s			750
Оборудване	100 l/s			3 900
енергийни разходи	AWV = 550,000 m ³ /г, H _{man} = 25 m; 0,10 EUR/kWh			6 875
Обща сума RCPS				23 640
Резервоар за дъждовна вода, (ST) ₃				
Град Б, 800 m ³				10 500
Град В, 400 m ³				8 750
Обща сума RCST				19 250

Обща сума колектори RCSEW			22 785
Обща сума експл.разх. RC (закръглено)		810 000	715 700

5 Изчисляване на настоящи стойности на разходите и годишни разходи

5.1 Изчислителни параметри

Приет е стандартен реален лихвен процент 3% годишно. За пресмятане на експлоатационните разходи се разглеждат варианти без и със увеличаване на цените с 2%. За целите на пресмятането е приет период на анализ 52 години, за да се получи общ множител при съпоставянето на експлоатационните срокове на различното оборудване.

Прилагат се следните експлоатационни срокове съгласно Приложение 1, № 1:

- ПСОВ
 - строителни конструкции 26 години
 - оборудване 13 години
- Помпени станции
 - строителни конструкции 52 години
 - оборудване 13 години
- Резервоари за дъждовна вода, колектори 52 години

Инвестиционният период обхваща 3 години за строителните работи и 2 години за оборудването. Съгласно графика на строителство разходите се разпределят, както следва:

	Строителство	Оборудване
1-ва година	45 %	0 %
2-ра година	35 %	15 %
3-та година	20 %	85 %

Реинвестиционните дейности не могат точно да се оценят предвид дългия времеви хоризонт. Ето защо разходите се третираат като едно отделно разходно перо и се преизчисляват съответно.

Референтната точка е датата на въвеждане в експлоатация в края на инвестиционния етап (референтна точка 0)

5.2 Преобразуване на разходите

5.2.1 Изчисляване на настоящите стойности без да се вземат предвид реалните увеличения на цените при експлоатационните разходи

Проектните разходни редове, които ще се сравняват, са дадени във Фиг. А.3.2-2.

Фиг. А.3.2-2: Проектни разходни редове за Алтернативи А1 и А2 без да се включват реалните увеличения на цените при експлоатационните разходи

Настоящи стойности на проектните разходи

Изчислението на настоящите стойности и получените резултати са показани в Таблица А.3.2-3.

Таблица А.3.2-3: Изчисление на настоящите стойности на проектните разходи PCPV за Алтернативи А1 и А2 при реален лихвен процент 3% год. без включване на реални увеличения на цените при експлоатационните разходи

Вид разход	Фактор за преобразуване	Алтернатива 1		Алтернатива 2		
		Номинален разход, EUR и EUR/г.	Настояща стойност, EUR	Номинален разход, EUR и EUR/г.	Настояща стойност, EUR	
Инвестиционни разходи IC (3-годишен етап на строителство)						
IC · AFACIC (3;n)						
1-ва година (n = 2)	1,0609	2 385 000	2 530 250	3 486 400	3 698 720	
2-ра година (n = 1)	1,0300	2 507 500	2 582 720	3 250 900	3 348 430	
3-та година (n = 0)	1,0000	4 757 500	4 757 500	4 605 200	4 605 200	
Междинен сбор: IC; ICPV (закръглен)		9 650 000	9 870 470	11 342 500	11 652 350	
Реинвестиционни разходи RIC n години след референтната точка (RIC · DFACIC (3;n))						
n = 13	0,6810	4 350 000	2 962 350	3 595 000	2 448 200	
n = 26	0,4637	9 650 000	4 474 710	7 795 000	3 614 540	
n = 39	0,3158	4 350 000	1 373 730	3 595 000	1 135 300	
Междинен сбор RICPV (закръглен)			8 810 790		7 198 040	
Експлоатационни разходи RC						
RC · DFACS (3;52)		26,1662	810 000	21 194 620	715 700	18 727 150
Наст. стойност на проектните разходи PCPV (закръглена)			39 875 900		37 577 500	

Годишни разходи

Годишните разходи могат лесно да се определят от настоящата стойност на проекта, като се умножи тя по фактора на възстановяване на капитала CRFAC(3;52):

$$AC_1 = 39\,875\,900 \cdot CRFAC(3;52) = 39\,875\,900 \cdot 0,03822 = 1\,524\,060 \text{ EUR/г.}$$

$$AC_2 = 37\,577\,500 \cdot CRFAC(3;52) = 37\,577\,500 \cdot 0,03822 = 1\,436\,210 \text{ EUR/г.}$$

5.2.2 Изчисляване на настоящата стойност с включване на реалните увеличения на цените в експлоатационните разходи

На базата на същите предположения, както при предишните изчисления (реален лихвен процент $i = 3\%$ годишно, период на анализ $n = 52$ години, еднакво разпределение на инвестиции и реинвестиции), в експлоатационните разходи включваме реално увеличение на цените $r = 1,5\%$ годишно. Има 4-годишен период между цените, валидни към датата на изчислението, и онези, валидни към датата на въвеждане в експлоатация на съоръжението. Така разходният ред ще се развива, както е показано на фиг. А.3.2-3. За изчисляване на настоящите стойности вижте Таблица А.3.2-4.

Фиг. А.3.2-3: Проектни разходни редове за Алтернативи А1 и А2 с отчитане на реално увеличение на цените от 1,5% годишно в експлоатационните разходи

Таблица А.3.2-4: Изчисляване на настоящите стойности на проектите разходи за Алтернативи А1 и А2 при реален лихвен процент 3% годишно и годишно реално увеличение на цените 1,5% в експл. разходи.

Тип разход	Фактор за преобразуване	Алтернатива 1		Алтернатива 2	
		Номинален разход, EUR и EUR/г.	Настояща стойност	Номинален разход, EUR и EUR/г.	Настояща стойност
Инвестиционни разходи IC (както в Табл. А.3.2-3)		9 650 000	9 870 470	11 342 500	11 652 350
Реинвестиционни разходи RIC (както в Табл. А.3.2-3)			8 810 790		7 198 040
Експлоатационни разходи RC $RC \cdot DFACSP(1,5; 3; 52) \cdot AFACIC(1,5; 4)$ $RC \cdot 36,1113 \cdot 1,06136$		810 000	31 044 940	715 700	27 430 700
Настояща стойност на проектния разход PCPV (закръглена)			49 726 200		46 281 090
Годишни разходи AC $AC = PCPV \cdot CRFAC(3;52) = PCPV \cdot 0,03822$			1 900 540		1 768 860

6 Сравняване на разходите

Сравнението на настоящите стойности на проектите разходи – изчислени на базата на 3% реален лихвен процент годишно без увеличаване на цените, свързани с експлоатационните разходи – показва капиталови икономии в полза на Алтернатива 2 (централна ПСОВ), в размер на:

$$PCPV_1 - PCPV_2 = 39\,875\,900 - 37\,577\,500 = \text{EUR } 2\,298\,400$$

Еквивалентното преимущество в разходите за Алтернатива 2, изразено като средни годишни икономии (AAS), възлиза на:

$$AAS = AC_1 - AC_2 = 1\,524\,060 - 1\,436\,210 = 87\,850 \text{ EUR/г.}$$

Тази разлика ще нараства, ако се приеме годишно увеличение на реалните цени от 1,5%, защото Алтернатива А1 се очаква да има по-големи експлоатационни разходи от Алтернатива А2. Численото изражение на преимуществото (стойността на капитала) тогава е:

$$PCPV_1 - PCPV_2 = 49\,726\,200 - 46\,281\,090 = \text{EUR } 3\,445\,110 \text{ EUR/г.}$$

и

$$AAS = AC_1 - AC_2 = 1\,900\,540 - 1\,768\,860 = 131\,680 \text{ EUR/г.}$$

Това означава, че при приетите параметри е по-ефективно от гледна точка на разходите да се построи една централна ПСОВ, отколкото да се построят и експлоатират няколко отделни станции.

7 Анализ на чувствителността

Анализ на чувствителността се предприема, когато трябва да се покаже как възможни промени в основните параметри биха повлияли на резултатите. Изчисленията на настоящите стойности при променливи лихвени проценти, експлоатационни срокове и увеличения на цените (тук не са показани) фактически променят разликите в разходите между разглежданите алтернативи, но определено не променят класирането по стойност. Критичният лихвен процент i_{crit} (точка на равновесието), при който Алтернатива 1 би била по-доброто решение, възлиза на почти 7,3% годишно, ако в експлоатационните разходи не се включи увеличение на цените. При нарастващи експлоатационни разходи тази критична стойност също нараства и достига 8,4% годишно при годишно реално увеличение на цените 1,5%.

Увеличените изисквания за качество при пречистените отпадъчни води - най-вече по отношение на отстраняване на биогенните елементи, съществено ще увеличи както инвестиционните разходи, така и експлоатационните разходи при отделните ПСОВ в град Б и град В (Алтернатива 1). Тук може да се каже без повече пресмятаня, че в този случай Алтернатива 2 ще стане още по-ефективна по отношение на разходите от Алтернатива 1.

8 Цялостна оценка

Сравняването на разходите показва, че в този случай да се построи една централна ПСОВ е по-ефективно от гледна точка на разходите, отколкото да се построят и експлоатират няколко местни станции. Обратният вариант може да се случи само при високи реални лихвени проценти от над 7% годишно (стандартна стойност = 3% годишно). Ако се вземат предвид и увеличенията на цените при изчисляването на експлоатационните разходи, както и допълнителни изисквания към пречистването в децентрализираните ПСОВ в градовете Б и В (в случай на чувствителни водоприемници), икономите, които биха се реализирали при централна ПСОВ, биха били даже по-очевидни.

Освен сравняването на разходите, при цялостната оценка на разходите за такива сложни проекти би трябвало да се разгледат множество други аспекти. . Ето защо едно просто изчисление на разходи не би дало достатъчно информация за правилното решение. Свързано с конкретните условия за всеки планов сценарий трябва да се вземат предвид следните общи критерии:

- Съвместимост с околната среда, въздействия върху повърхностните води, близост до застроени пространства;
- Експлоатационна сигурност, техническо обезпечаване на процесите;
- Депониране на утайките (разстояние за транспортиране при използване в земеделието);
- Защита на ландшафта и контрол на замърсяването
- Възможности за придобиване на земята.

След анализ на плюсовете и минусите, могат да се направят изводите, че построяването на централна ПСОВ за няколко по-малки населени места има преимущество, ако нейният проектен капацитет отговаря на следните критерии:

- може лесно да се регулира, за да посрещне бъдещи нужди по ефективен начин;
- позволява използване на съвременен оборудване, заместващо непривлекателния ръчен труд;
- позволява допълнително пречистване от икономическа и техническа гледна точка, както и използване на автоматични измервателни и контролни системи;
- по-добре се справя с пикови входни натоварвания от гледна точка на количество и качество;
- справя се с промишлени отпадъчни води и може да подобри ефекта на пречистване при смесване на промишлени и битови отпадъчни води;
- по-малко чувствителен е към замърсители или количества неотговарящи на нормативите;
- ще бъде под постоянно наблюдение от квалифициран персонал, с което ще намали нуждата от проверки от контролни органи;

- ще улеснява мониторинга на опасни за околната среда емисии от техническа и икономическа гледна точка, с което ще намали нуждата от проверки от контролни органи;
- спазвайки горните условия, ще гарантира постоянно добре пречистени отпадъчни води;
- ще генерира допълнителни икономии.

От друга страна трябва да се имат предвид следните неблагоприятни въздействия:

- локалният отток се намалява поради пренасянето надалеч на използваната битова и промишлена вода, както и на дъждовната вода, която се довежда до ПСОВ;
- остатъчният обем замърсители след пречистването, който се зауства точково във водоприемник, нараства с нарастването на големината на ПСОВ;
- пренасянето на отпадъчната вода до централна ПСОВ е свързан с изграждането на по-сложни транспортиращи системи, подложени на по-голям риск от аварии.