

# Galimi projektai hidroturbinų įrengimui miestų vandens tinkluose

Prof. A.Radzevičius

# Problemos pagrindimas

- ▶ Miesto vandens ūkis yra imlus energetikai.
- ▶ Sparčiai kylant energetikos išteklių kainoms atėjo laikas vandens, nuotekų ir šiluminiams tinklams atiduoti duoklę energetikai.
- ▶ Būtina efektyviai išnaudoti vandens energiją, esančią gravitaciniuose tinkluose ar per didelio slėgio įrenginiuose.
- ▶ Tai vienas iš pirmųjų žingsnių Lietuvoje išbudinti iš letargo miego tinkluose slypinčius hidroenergetinius išteklius.



## LIFE NEXUS projektas

- ▶ Vienas iš pagrindinių šio projekto tikslų - geografinės duomenų bazės sukūrimas su naujomis potencialiomis hidroenergijos gavybos vietomis ir esamomis hidroelektrinėmis vandentieko, nuotekų ir šiluminiuose tinkluose.

# Pasaulinė praktika



Samros (Jordanija) nuotekų tinklų  
hidroelektrinė:

Peltono turbinos

2 x 830 kW ir 2 x 807 kW

Vamzdyno skersmuo 1200 ir 1500 mm

Peraukštėjimas - 217m.

Vid. nuotekų kiekis - 268 000 m<sup>3</sup>/d



# Potencialių hidroenergetikai objektų sąrašo sudarymas



Doubling the sustainability of the urban water cycle: energy harvest in water industry using micro-hidropower technology

LIFE17 ENV/ES/000252

List of existing hydropower plants and installations (e.g., energy recovery devices) operating in water and waste water infrastructure

1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
						Longitudinal	Latitudinal													
1	Spain	La Alfranca	URBAG	Sancti Spiritus V. Center	Formosa V. Center	0.000000	42.970000	0.00	10	20										



Boosting the sustainability of the urban water cycle: energy harvest in water industry using micro-hidropower technology

LIFE17 ENV/ES/000252

List of potential sites for installing turbine generators (not existing water and waste water infrastructure)

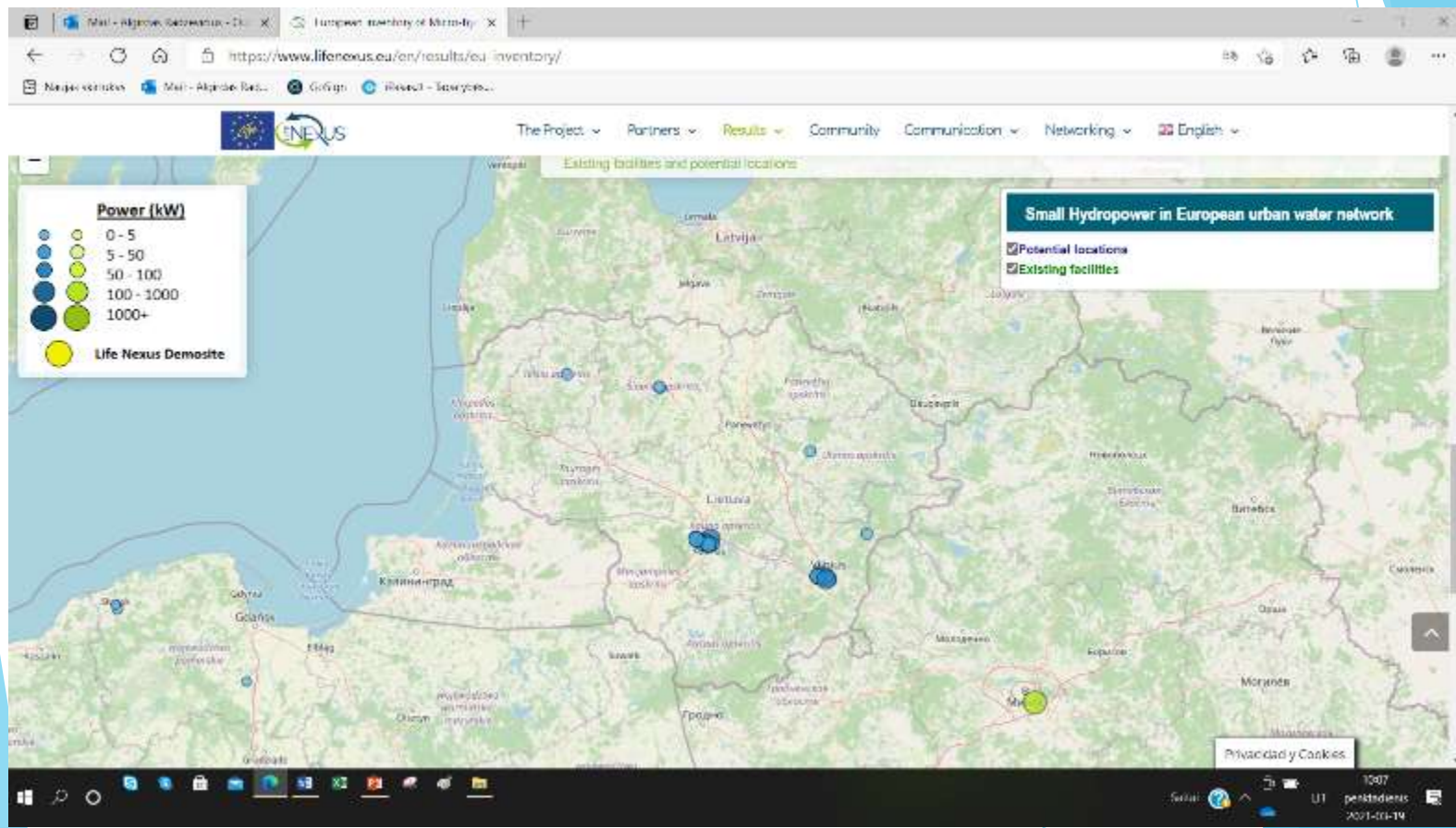
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
						Longitudinal	Latitudinal												
1	Spain	Granada, Granada	URBAG	Granada V. Center	Granada V. Center	0.000000	36.700000	0.00	10	20									

GRANADA

GRANADA  
Granada V. Center  
Granada V. Center  
Granada V. Center

GRANADA

# Lietuva: 23 potencialios vietos



# Vizualizacija interneto platformoje

- ✓ Kokie duomenys
  - ✓ Srauto debitas, m<sup>3</sup>/s
  - ✓ Slėgio saukštis, m
  - ✓ Pasiekiamas galingumas, kw
  - ✓ Adresas, koordinatės



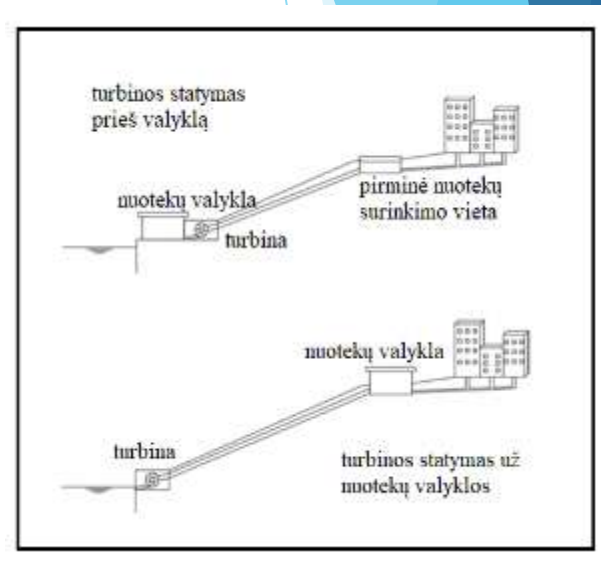
## Potencialių vietų hidroturbinoms įrengti vandentiekio ir nuotekų tinkluose skaičius

Vieta	Objektų skaičius	Nuotekų tinklai	Vandentiekio tinklai
Vilnius	8	6	1
Kaunas	8	8	0
Šiauliai	2	2	0
Alytus	2	2	0
Telšiai	1	1	0
Anykščiai	1	1	0
Pabradė	1	1	0



# Hidroturbinų įrengimo nuotekų tinkluose vieta

Vieta	Objektų skaičius	Prieš NV	Už NV
Vilnius	7	5	2
Kaunas	8	7	1
Šiauliai	2	2	0
Alytus	2	0	2
Telšiai	1	0	1
Anykščiai	1	0	1
Pabradė	1	0	1



Eil. Nr.	Potencialios vietos <b>Vilniuje</b>	Vidutinis srauto debitas	Slėgio aukštis H,m	Apytikslė galia, kW	Potencialios vietos koordinatės	
					x	y
1,	Karoliniškių nuot. kolekt, prie paviršinių nuot. valyklos	0,17	7,8	10	54,699067	25,195388
2.	Gudelių diukeris (Taurupės g.)	0,17	9,6	12	54,678194	25,164862
3.	Nemenčinės kolekt. ties Saulėtekio alėja	0,1	12,6	9	54,863074	25,444364
4.	N.Vilnios kolekt. Žirnių g, ir Kapsų g. 21	0,14	25	26	54,656387	25,291489
5.	Goštauto kolekt. Pakalnės ir Goštauto g, sankirt.	0,27	8,2	17	54,687638	25,266681
6.	Vilniaus nuotekų valyklos išleistuvas prieš Paršalio lataką	1,27	2,0	19,5	54,678445	25,158894
7.	Vilniaus nuotekų valyklos išleistuvas už Paršalio lataką	1,27	2,9	27,6	54,679076	25,159827
8.	<b>Vandentiekio magistr. vamzdynas, Vingio r. Tūkstantmečio g</b>	<b>0.16</b>	<b>53</b>	<b>57,6</b>	<b>54.661416</b>	<b>25,261153</b>

Eil. Nr.	Potencialios vietos <b>KAUNE</b>	Vidutinis srauto debitas	Slėgio aukštis H,m	Apytikslė galia, kW	Potencialių vietų koordinatės	
					x	y
1,	Nuotekų kolekt. žemiau grotų Nr.1 Jonavos g.	0,25	34,7	65	54,930791	23,921683
2.	Nuotekų kolekt. žemiau grotų Nr.2, Kulautuvos g.	0,2	27,4	41	54,913412	23,860898
3.	Linksmadvario kolekt. ties Marvele	0,04	33,2	10	54,893997	23,875739
4.	ŽŪA išleistuvas, ties Kauno NV Marvelėje	0,05	37,6	14	54,893636	23,838204
5.	Kauno NV išleistuvas ties Pypliais	0,84	4,4	28	54,929699	23,747671
6.	Ringaudų-Akademijos nuot. kolekt. Pienių g.	0,15	40,6	46	54,902053	23,818067
7.	Aleksoto-Fredos kolekt. Vidukalnio g.	0,2	11,2	17	54,890611	23,896287
8.	Veiverių nuot. kolekt. Alkasto	0,15	14,4	16	54,890748	23.893476

Eil. Nr.	Potencialios vietos <b>Kituose miestuose</b>	Vidutinis srauto debitas	Slėgio aukštis H,m	Apytikslė galia, kW	Potencialių vietų koordinatės	
					x	y
1,	Alytaus nuotekų valyklos išleistuvas prieš Paršalio lataką	0.11	15.5	12,8	54.435456	24.054960
2.	Alytaus nuotekų valyklos išleistuvas už Paršalio lataką	0.11	10	8,3	54.4431950	24.055544
3.	Šiaulių nuotekų kolektorius Vilniaus g.68	0,1	6,0	5	55,924309	23,337325
4.	Šiaulių nuotekų kolektorius Ežero g. 53	0,1	6,8	5,5	55,92714	23,326616
5.	Anykščių nuotekų valyklos Išleistuvo į up.Šventąją gale	0,08	8,0	5	55,507312	25,072596
6.	Telšių nuotekų valyklos išleistuvo gale	0,16	3,5	4	56,00881	22,25475
7.	Pabradės nuotekų valyklos išleistuvo gale	0,03	20,0	5	54,967307	25,726739

# Objektai, kuriems rengiamos technologinės studijos (1)

1. Mikrohidroelektrinė Kauno m. nuotekų kolektoriuje žemiau grotų Nr.1, Jonavos g.
2. Mikrohidroelektrinė Kauno m. nuotekų kolektoriuje žemiau grotų Nr.2, Raudondvario pl.
3. Mikrohidroelektrinė Kauno nuotekų valyklos išleistuve į Nemuną, Kačerginė
4. Mikrohidroelektrinė Vilniaus vandentiekio magistralėje, Vingis

## Objektai, kuriems rengiamos technologinės studijos (2)

5. Mikrohidroelektrinė Alytaus nuotekų valyklos išleistuve prieš Paršalio lataką, Bakšiai
6. Mikrohidroelektrinė Alytaus nuotekų valyklos išleistuve žemiau Paršalio latakų, Bakšiai
7. Mikrohidroelektrinė Vilniaus nuotekų valyklos išleistuve prieš Paršalio lataką, Gariūnai
8. Mikrohidroelektrinė Vilniaus nuotekų valyklos išleistuve žemiau Paršalio latakų, Gariūnai

# Kompiuterinė programa atsinaujinančios energetikos įrenginiams skaičiuoti „RETScreen“

The screenshot displays the RETScreen Expert software interface. At the top, there is a menu bar with options: File, Location, Facility, Energy, Cost, Emission, Finance, Risk, Report. Below the menu bar is a header banner with the RETScreen Expert logo and the text "Clean Energy Management Software".

The main interface is divided into several sections:

- Left Sidebar:** Contains navigation icons for Home, Open, Close, Settings, Help, Subscribe, Run, Run As, and Exit.
- Getting started - Options:** A list of analysis types and worksheets including Virtual energy analyzer, Benchmark, Feasibility, Performance, All, My files, My templates, Case studies/Templates, and My portfolio.
- Workflow:** A central circular diagram illustrating the software's workflow. It is divided into four quadrants: Performance (top-left, orange), Location (top-right, blue), Energy (bottom-right, green), and Finance (bottom-left, red). The central circle is labeled "Virtual Energy Analyzer". The workflow steps are: Start (top), Location (top-right), Facility (right), Energy (bottom-right), Emission (bottom), Feasibility (bottom-left), Finance (left), and Report (top-left).
- Facility types:** A list of facility types including Power plants, Buildings and factories (Industrial, Commercial/Institutional, Residential, Agricultural, User defined), and Individual measure.
- Integrated features:** A list of features including User manual, Databases (Product data, Cost data, Benchmark data, Climate Data, Weather data), and Dashboard.

At the bottom of the interface, there is a status bar with the text "RETScreen Expert - Professional - 6.0.7.30" on the left, "© Minister of Natural Resources Canada 1997-2017" in the center, and "NRCan/CanmetENERGY/Atkins" on the right.



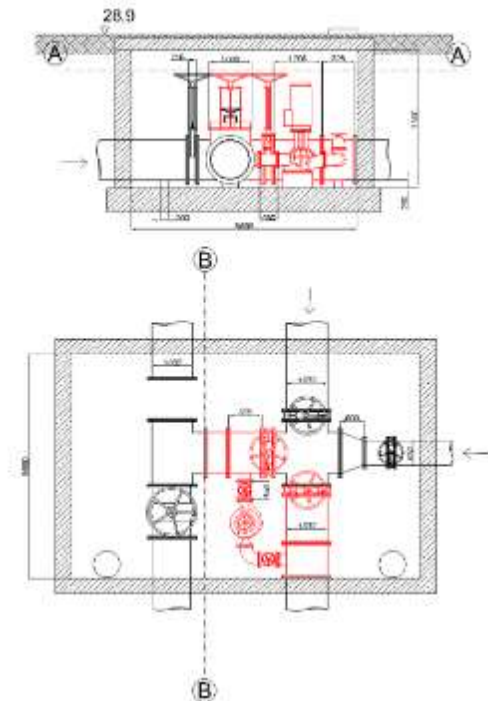
# Hidoelektrinė Kauno m. nuotekų kolektoriuje žemiau grotų Nr.1 (Jonavos g.)



# Hidoelektrinė Kauno m. nuotekų kolektoriuje žemiau grotų Nr.1 (Jonavos g.)



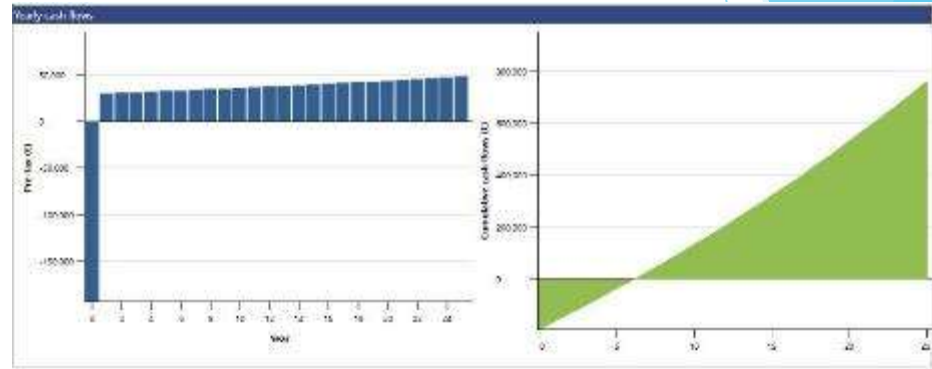
Turbinos įrengimo vieta



Siurblio kaip turbinos  
įrengimas

# Hidroelektrinės charakteristikos

- ▶ Nuotekų debitas - 0,3 m<sup>3</sup>/s
- ▶ Slėgio aukštis -35m.
- ▶ Galia- 80kW,
- ▶ Vidutinis metinis išdirbis -553 MWh.
- ▶ Jėgainė veiks 98 % laiko per metus.
- ▶ Hidroelektrinės gyvavimo laikotarpis - 25 metai.
- ▶ Atsipirkimo laikas - 6,6 metai.



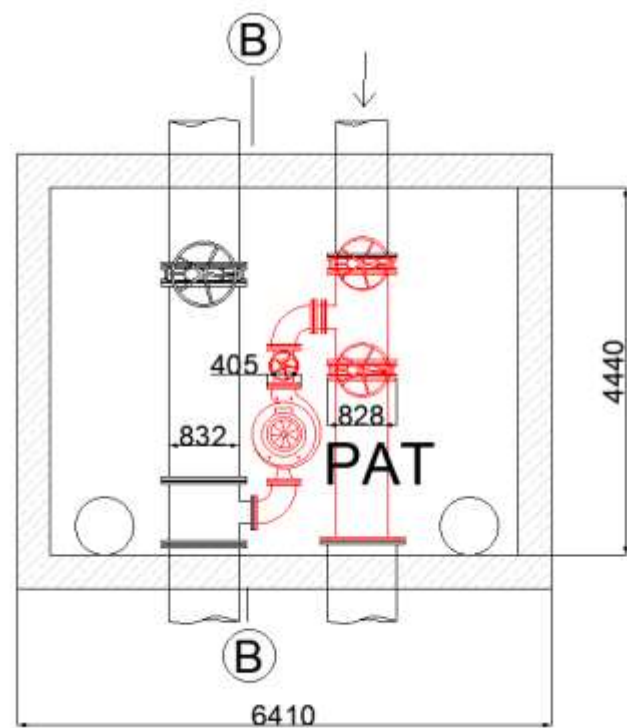
Financial parameters and viability  
and cumulative cash flow



# Hidoelektrinė Kauno m. nuotekų kolektoriuje žemiau grotų Nr.2 ( Raudondvario pl.)



# Hidoelektrinė Kauno m.nuotekų kolektoriuje žemiau grotų Nr.2 ( Raudondvario pl.).

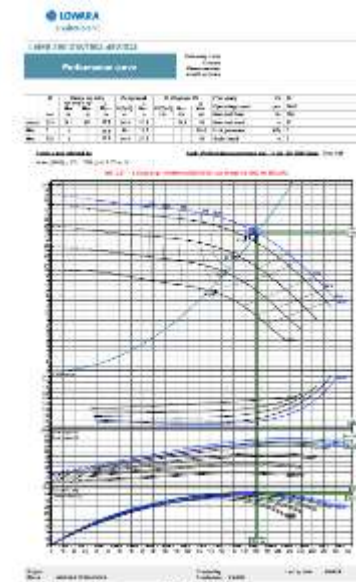


Siurblio kaip turbinos  
įrengimas



# Hidoelektrinė Kauno m.nuotekų kolektoriuje žemiau grotų Nr.1 (Jonavos g.)

	Design flow	Gross head m	Power capacity kW	Electricity exported to grid MWh	Electricity export revenue €	Initial costs €	Simple payback yr	Gross annual GHG emission reduction tCO <sub>2</sub>	Pre-tax IRR-assets %
Proposed case	0.14	27	29.2	102	10,209	61.733	15.5	27.6	9.1



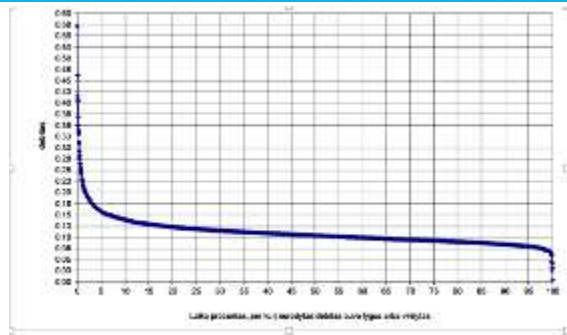
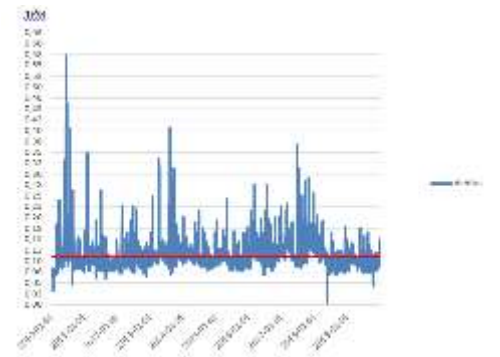
# Alytaus nuotekų valykla

## Dvi hidroelektrinės išvalytų nuotekų išleistuve

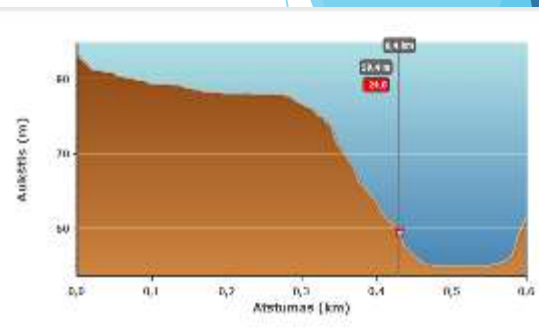




# Alytaus nuotekų valykla: hidroelektrinių įrengimo vietos



Flow duration curve

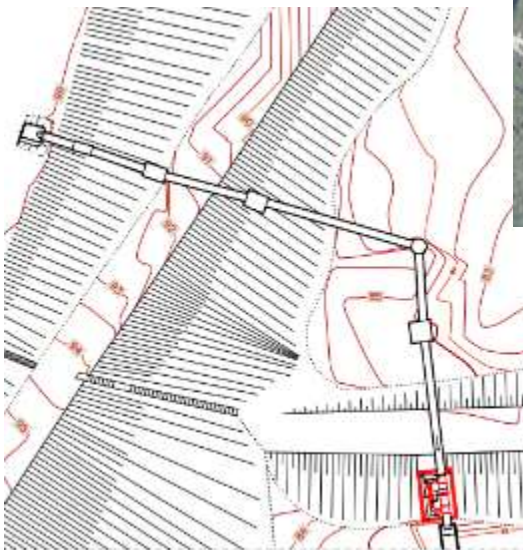


Average annual flows



# Alytaus nuotekų valykla: HE-1

HE-1



# Hidroelektrinės HE-1 charakteristikos

Nuotekų debitas - 0,12 m<sup>3</sup>/s

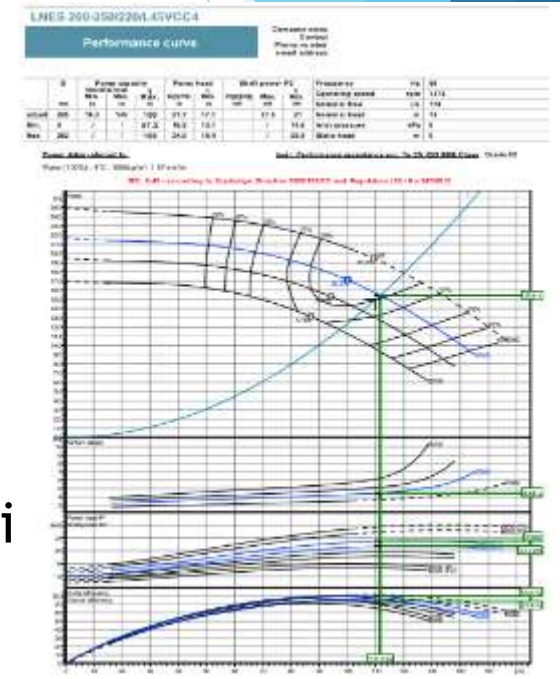
Slėgio aukštis - 15,0 m.

Turbinos instaliuotas galingumas - 16,5 kW.

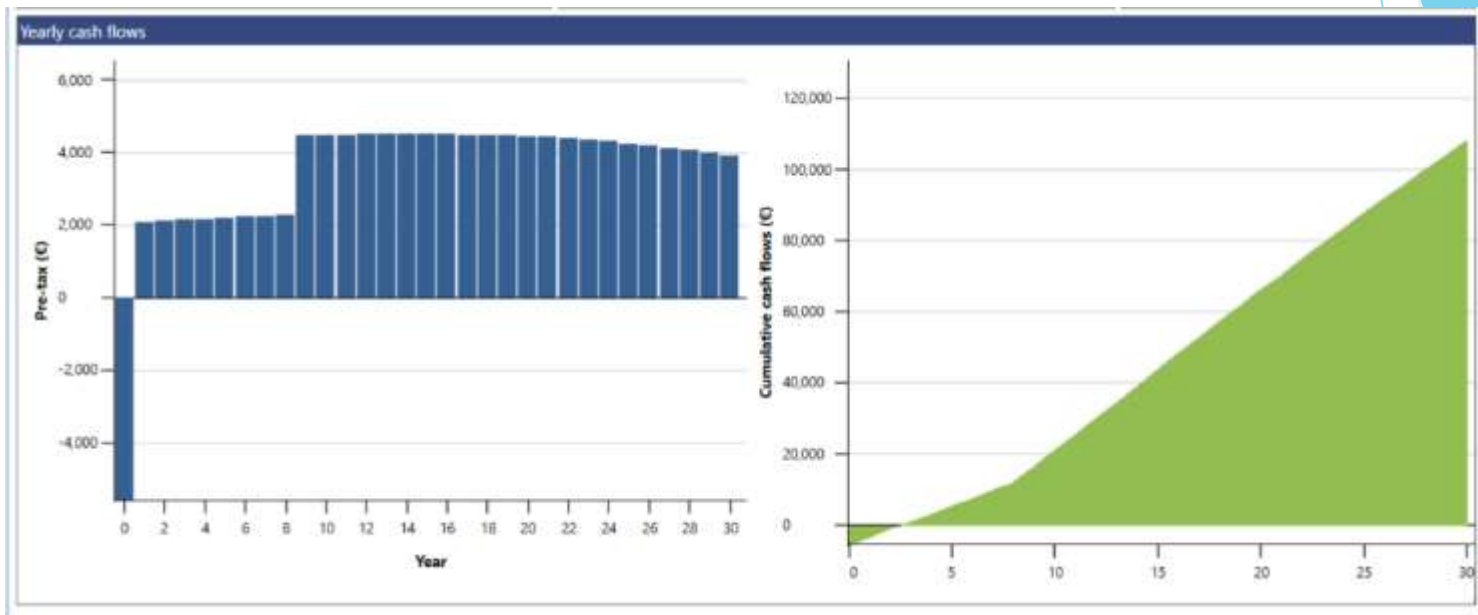
Vidutinis metinis išdirbis - 101 MWh.

Jėgainė veiks 96 % laiko per metus.

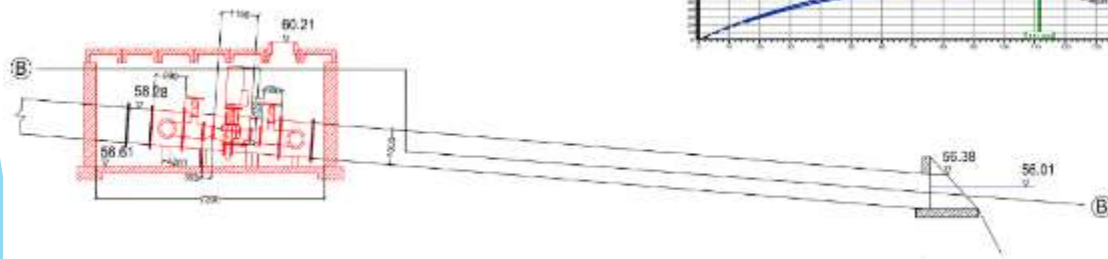
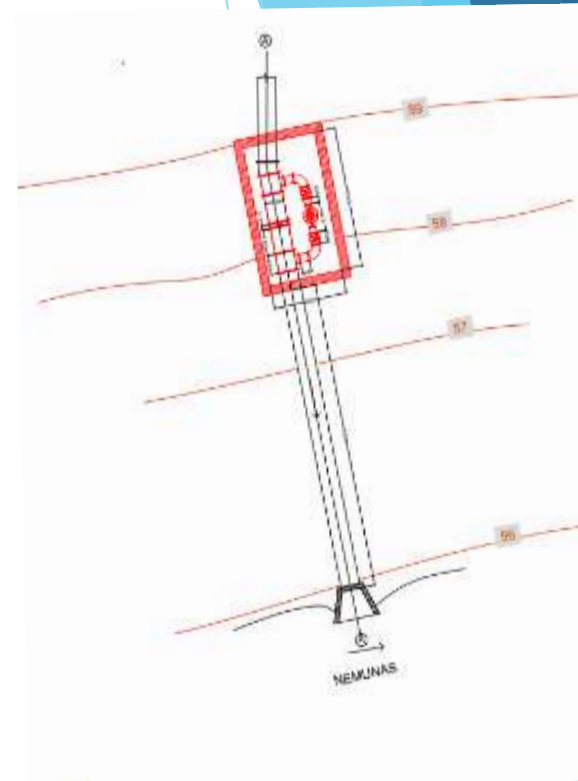
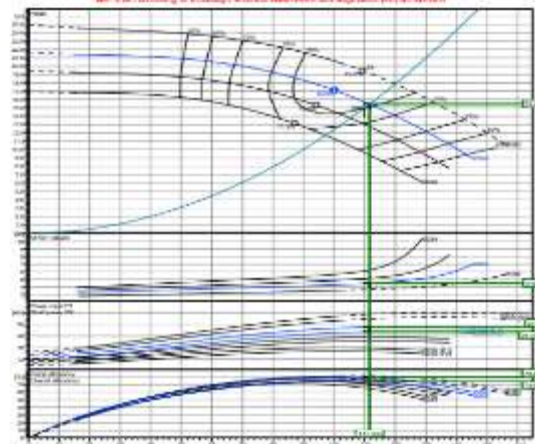
Hidroelektrinės gyvavimo laikotarpis - 25 metai



# HE-1 atsipirkimo laikas

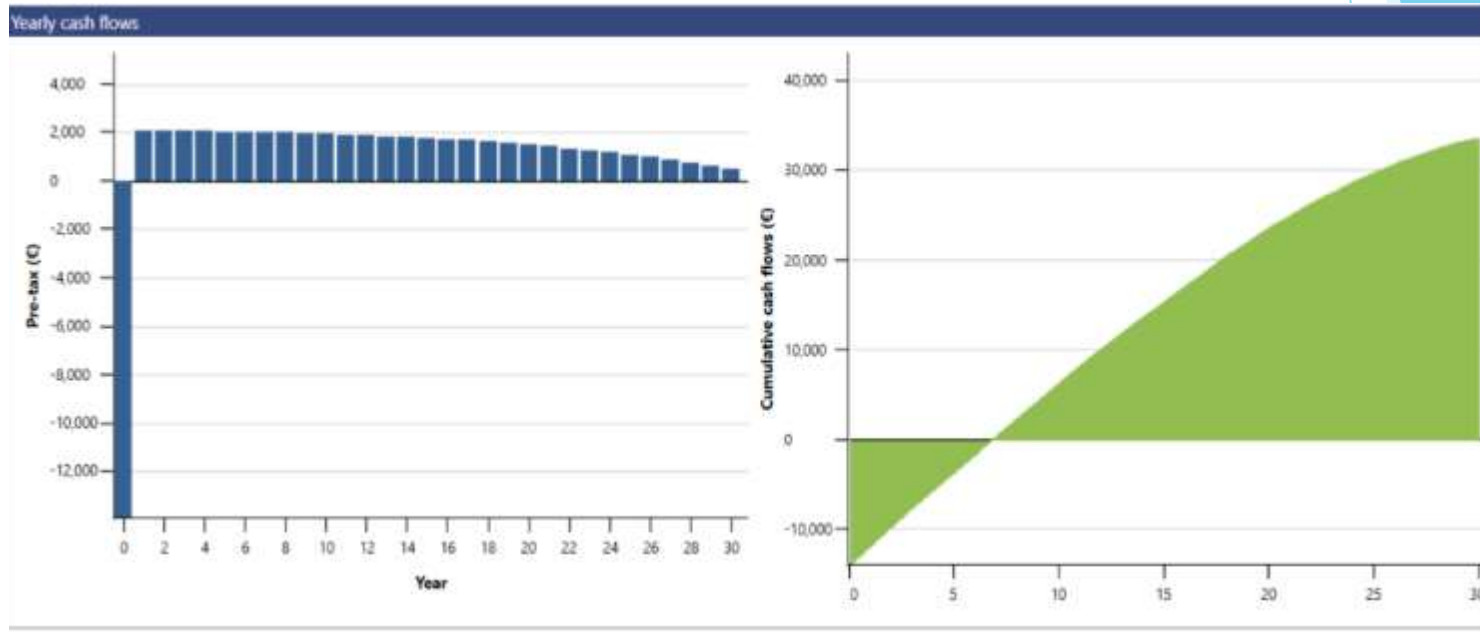


## ALYTAUS NUOTEKŲ VALYKLA: HE-2





# HE-2 atsipirkimo laiko skaičiavimai



# Vilnius: Vandentiekio magistralinis vamzdynas Tūkstantmečio gatvėje





# Vilnius: Vandentiekio magistralinis vamzdynas Tūkstantmečio gatvėje

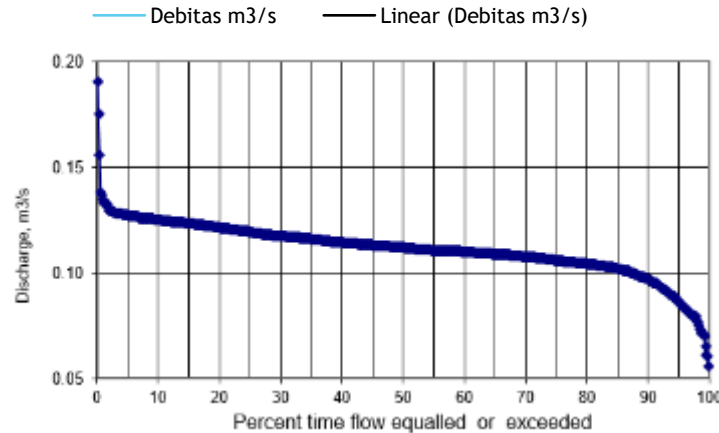
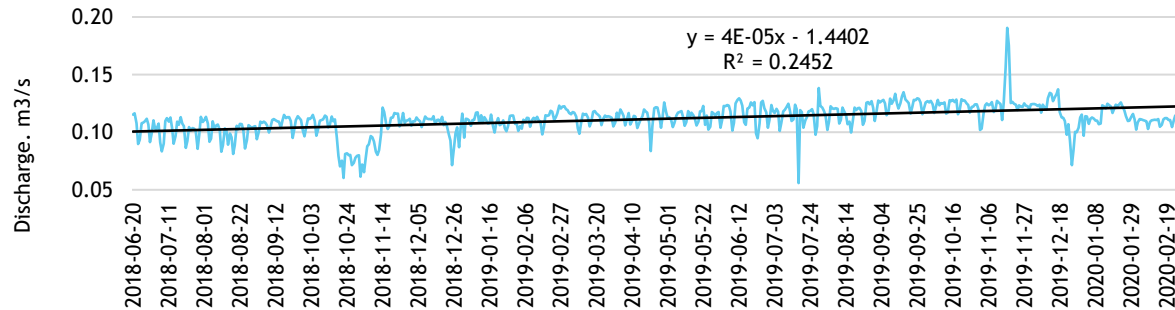


SMV

8 to 2.8 Bar  
≈53 m

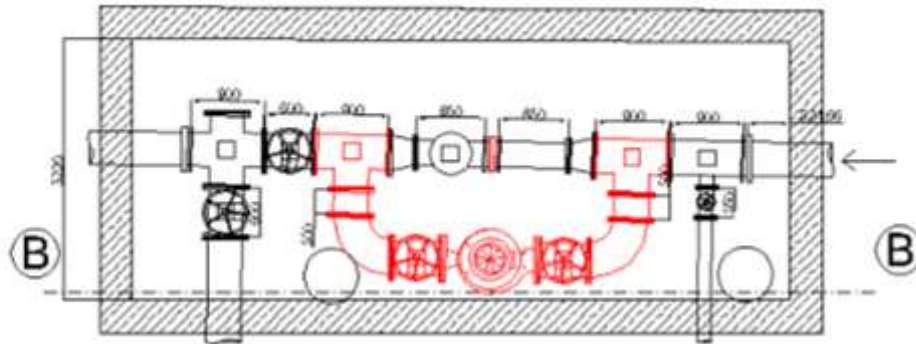
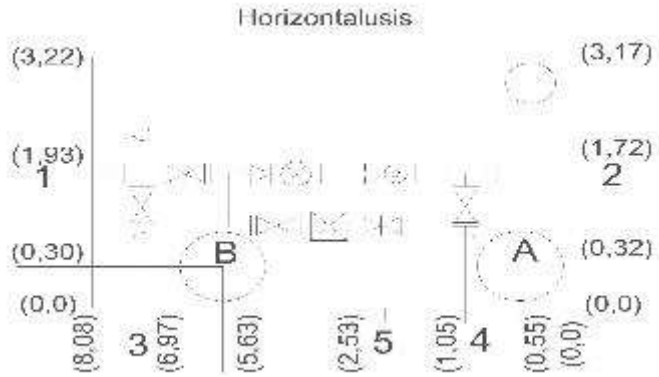


# Vandens resursų vertinimas



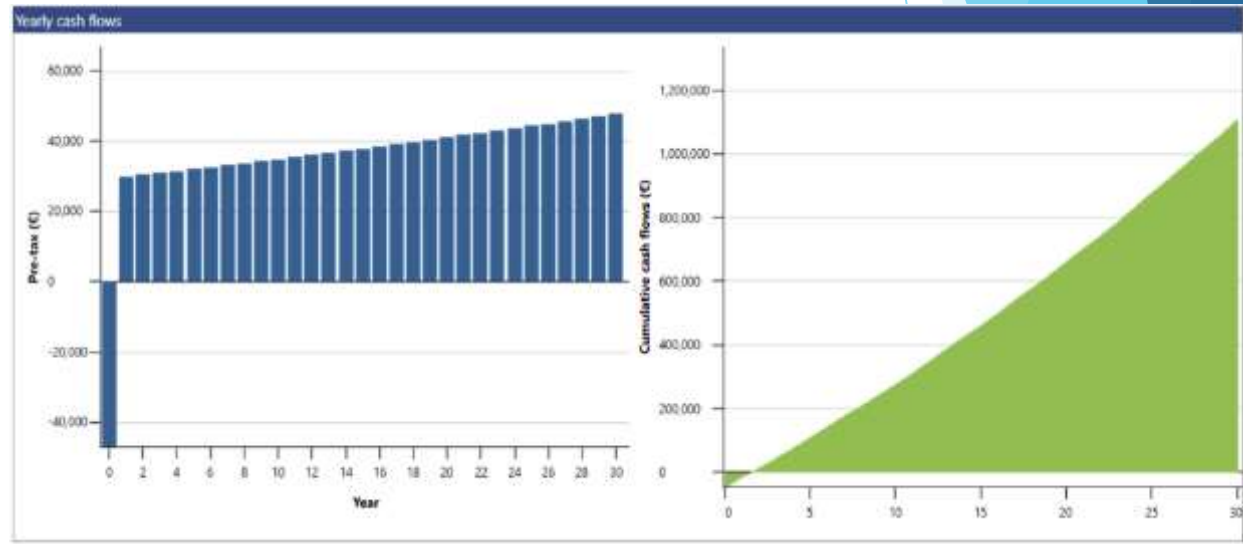
Srauto trukmės kreivė

# Siurblio kaip turbinos įrengimas



# Finansinė ir rizikos analizė: atsipirkimo laikas - 1,6 m.

Costs   Savings   Revenue			
Initial costs			
Feasibility study	6.3%	€	3,000
Development	4.2%	€	2,000
Engineering	10.6%	€	5,000
Power system	68.9%	€	32,552
Balance of system & miscellaneous	10%	€	4,719
<b>Total initial costs</b>	<b>100%</b>	<b>€</b>	<b>47,270</b>
Yearly cash flows - Year 1			
Annual costs and debt payments			
O&M		€	3,852
Debt payments		€	0
<b>Total annual costs</b>		<b>€</b>	<b>3,852</b>
Annual savings and revenue			
Electricity export revenue		€	33,312
GHG reduction revenue		€	0
Other revenue (cost)		€	0
ICE production revenue		€	0
<b>Total annual savings and revenue</b>		<b>€</b>	<b>33,312</b>
<b>Net yearly cash flow - Year 1</b>		<b>€</b>	<b>29,459</b>
Financial viability			
Pre-tax IRR - equity	%		65.1%
Pre-tax MIRR - equity	%		11.2%
Pre-tax IRR - assets	%		65.1%
Pre-tax MIRR - assets	%		11.2%
Simple payback	yr		1.6
Equity payback	yr		1.6
Net Present Value (NPV)	€		311,320
Annual life cycle savings	€/yr		30,303
Benefit-Cost (B-C) ratio			7.6
Debt service coverage			No debt
GHG reduction cost	€/tCO <sub>2</sub>		-137
Energy production cost	€/kWh		0.032



# LIFE NEXUS Pilotinis projektas - Pormos (Ispanija) geriamojo vandens stotyje slėgio mažinimo vožtuvo pakeitimas hidroturbina

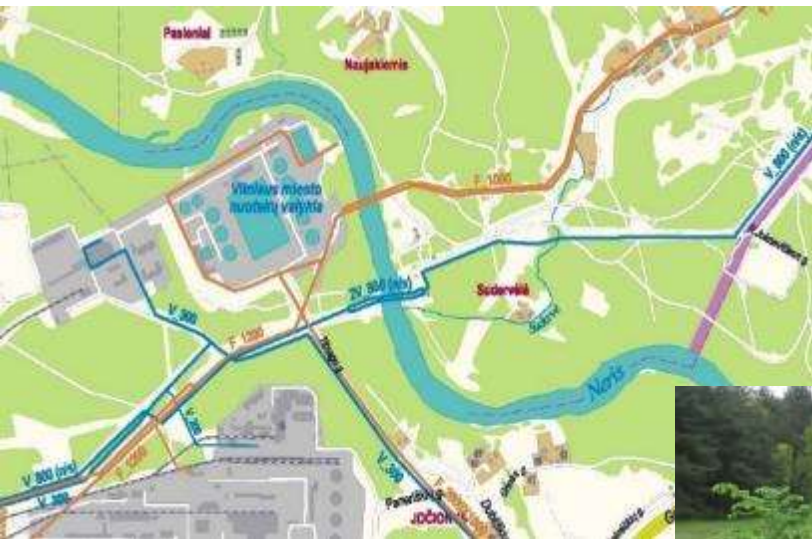
- ▶ Projekto tikslas - pademonstruoti mikrohidroelektrinės (35 kW) prototipą Pormos geriamojo vandens valymo stotyje Leone (Ispanija), pagrįstą naujovišku siurblio kaip turbinos (ST), sujungto su akumuliacine talpa, integraciją. Naujasis prototipas atgaus energiją, kurią šiuo metu išsklaido slėgio mažinimo vožtuvas, esantis prie geriamojo vandens ruošimo stoties įvado.



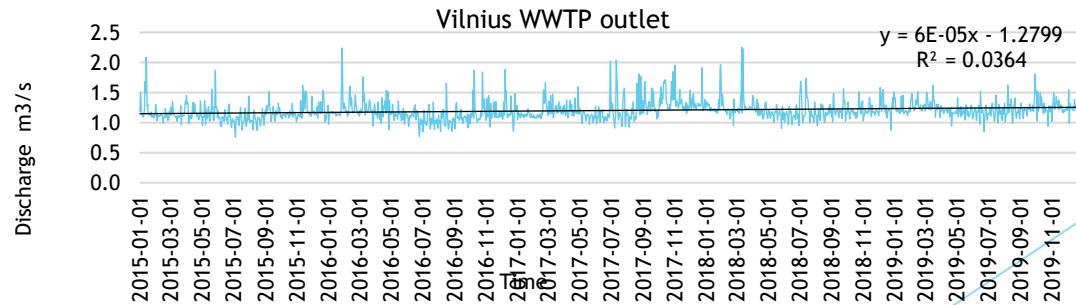


# Vilniaus nuotekų valykla

## Dvi hidroelektrinės išvalytų nuotekų išleistuve

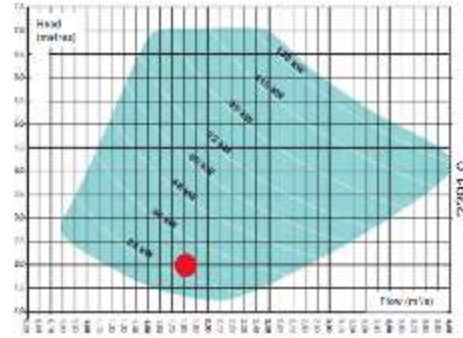
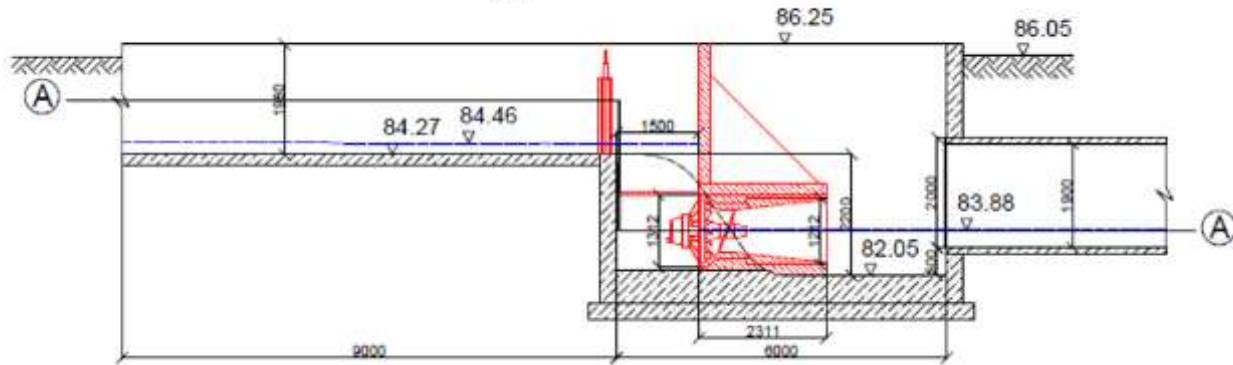
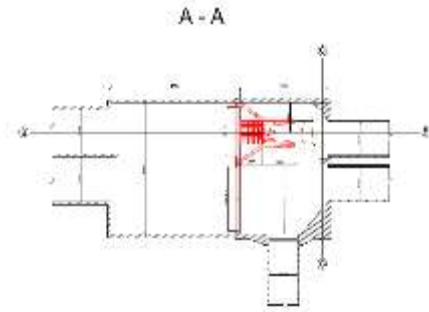


# Išvalytų nuotekų išleidimo



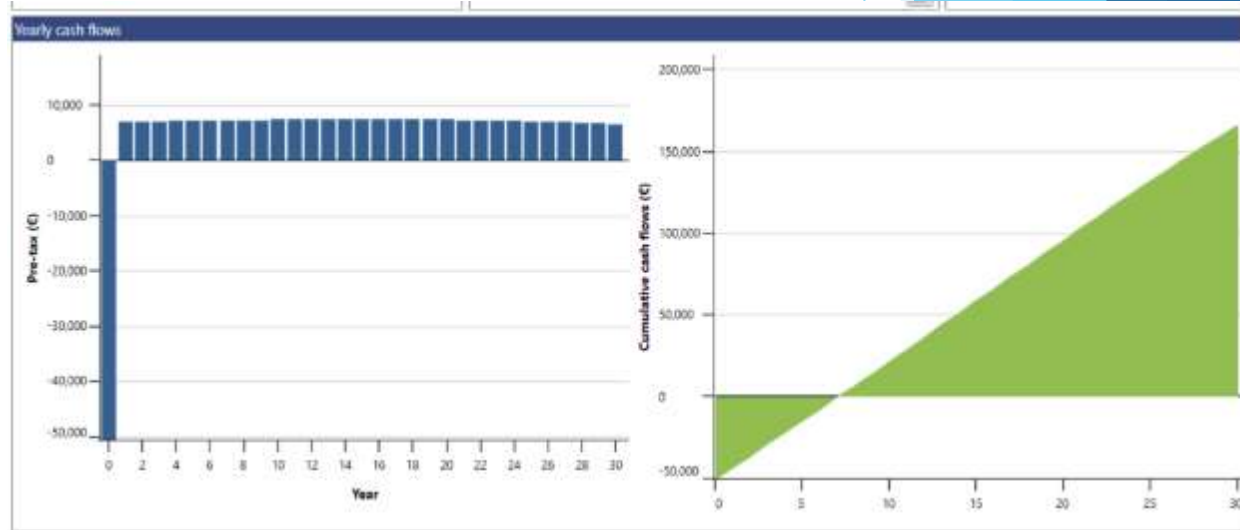


# Turbinos komponavimas

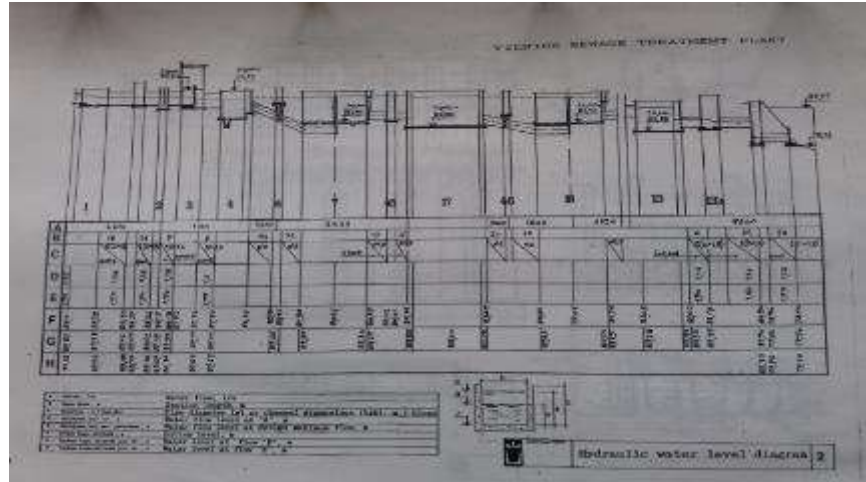


# Finansinė ir rizikos analizė: atsipirkimo laikas - 7,3 m.

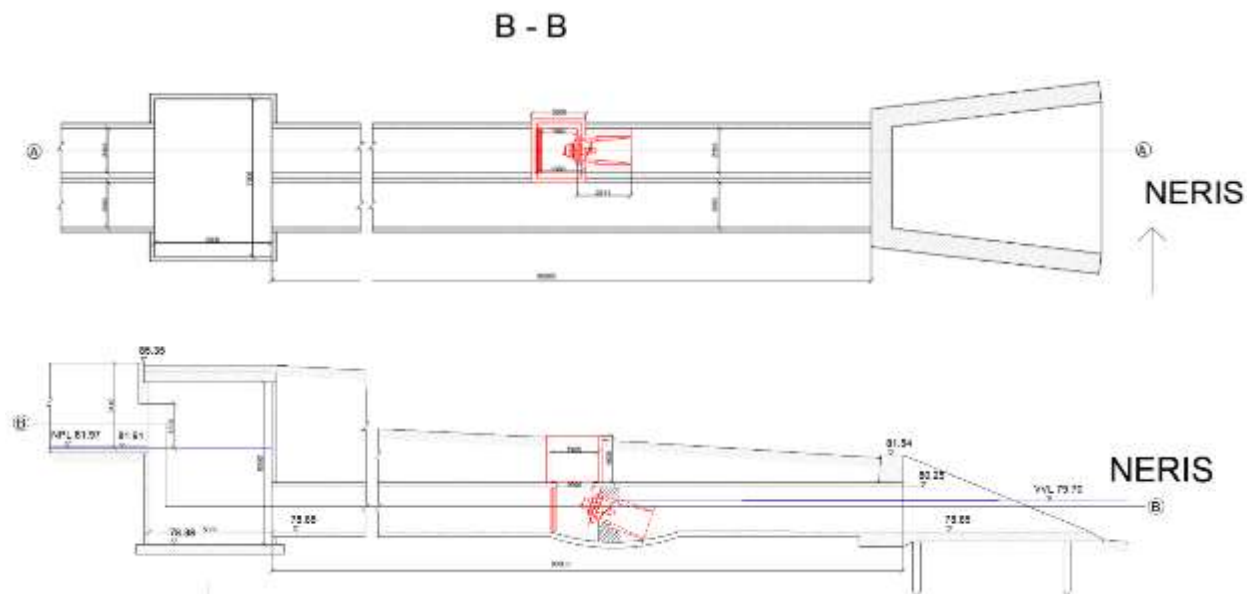
Costs   Savings   Revenue			
<b>Initial costs</b>			
Feasibility study	3.9%	€	2,000
Development	2%	€	1,000
Engineering	5.9%	€	3,000
Power system	79.8%	€	40,583
Balance of system & miscellaneous	8.4%	€	4,260
<b>Total initial costs</b>	<b>100%</b>	<b>€</b>	<b>50,843</b>
<b>Yearly cash flows - Year 1</b>			
<b>Annual costs and debt payments</b>			
O&M	€	4,176	
Debt payments	€	0	
<b>Total annual costs</b>	<b>€</b>	<b>4,176</b>	
<b>Annual savings and revenue</b>			
Electricity export revenue	€	11,124	
GHG reduction revenue	€	0	
Other revenue (cost)	€	0	
CF production revenue	€	0	
<b>Total annual savings and revenue</b>	<b>€</b>	<b>11,124</b>	
<b>Net yearly cash flow - Year 1</b>	<b>€</b>	<b>6,948</b>	
<b>Financial viability</b>			
Pre-tax IRR - equity	%	13.9%	
Pre-tax MIRR - equity	%	5%	
Pre-tax IRR - assets	%	13.9%	
Pre-tax MIRR - assets	%	5%	
Simple payback	yr	7.3	
Equity payback	yr	7.1	
Net Present Value (NPV)	€	23,493	
Annual life cycle savings	€/yr	2,287	
Benefit-Cost (B-C) ratio		1.5	
Debt service coverage		No debt	
GHG reduction cost	€/tCO <sub>2</sub>	-76.16	
Energy production cost	€/kWh	0.502	



## A person wearing a bright yellow jacket, dark pants, and a backpack stands on a rocky, grassy bank next to a river. The river has patches of ice floating in it. The background shows a wooded area with bare trees.

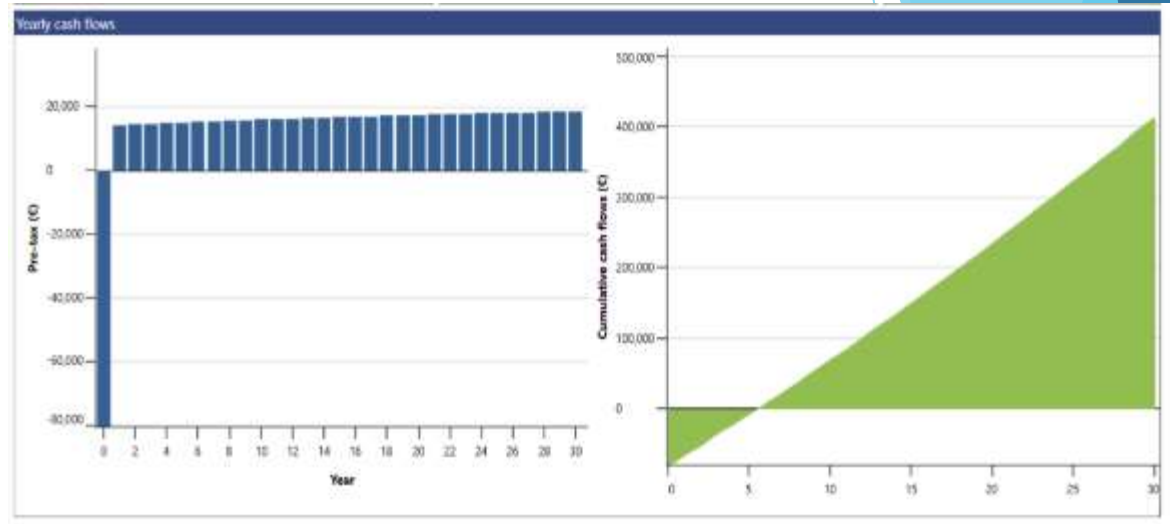


# Turbinos komponavimo schema



# Turbinos atsipirkimo laikas - 5,8 m.

Costs   Savings   Revenue			
<b>Initial costs</b>			
Feasibility study	2.5%	€	2,000
Development	1.2%	€	1,000
Engineering	3.7%	€	3,000
Power system	85.6%	€	69,248
Balance of system & miscellaneous	7%	€	5,693
<b>Total initial costs</b>	<b>100%</b>	<b>€</b>	<b>80,941</b>
<b>Yearly cash flows - Year 1</b>			
<b>Annual costs and debt payments</b>			
O&M		€	4,928
Debt payments		€	0
<b>Total annual costs</b>		<b>€</b>	<b>4,928</b>
<b>Annual savings and revenue</b>			
Electricity export revenue		€	18,878
GHG reduction revenue		€	0
Other revenue (cost)		€	0
CE production revenue		€	0
<b>Total annual savings and revenue</b>		<b>€</b>	<b>18,878</b>
<b>Net yearly cash flow - Year 1</b>		<b>€</b>	<b>13,950</b>
<b>Financial viability</b>			
Pre-tax IRR - equity	%		18.5%
Pre-tax MIRR - equity	%		6.2%
Pre-tax IRR - assets	%		18.5%
Pre-tax MIRR - assets	%		6.2%
Simple payback	yr		5.8
Equity payback	yr		5.6
Net Present Value (NPV)	€		79,135
Annual life cycle savings	€/yr		7,703
Benefit-Cost (B-C) ratio			2
Debt service coverage			No debt
GHG reduction cost	€/tCO <sub>2</sub>		-151
Energy production cost	€/kWh		0.082



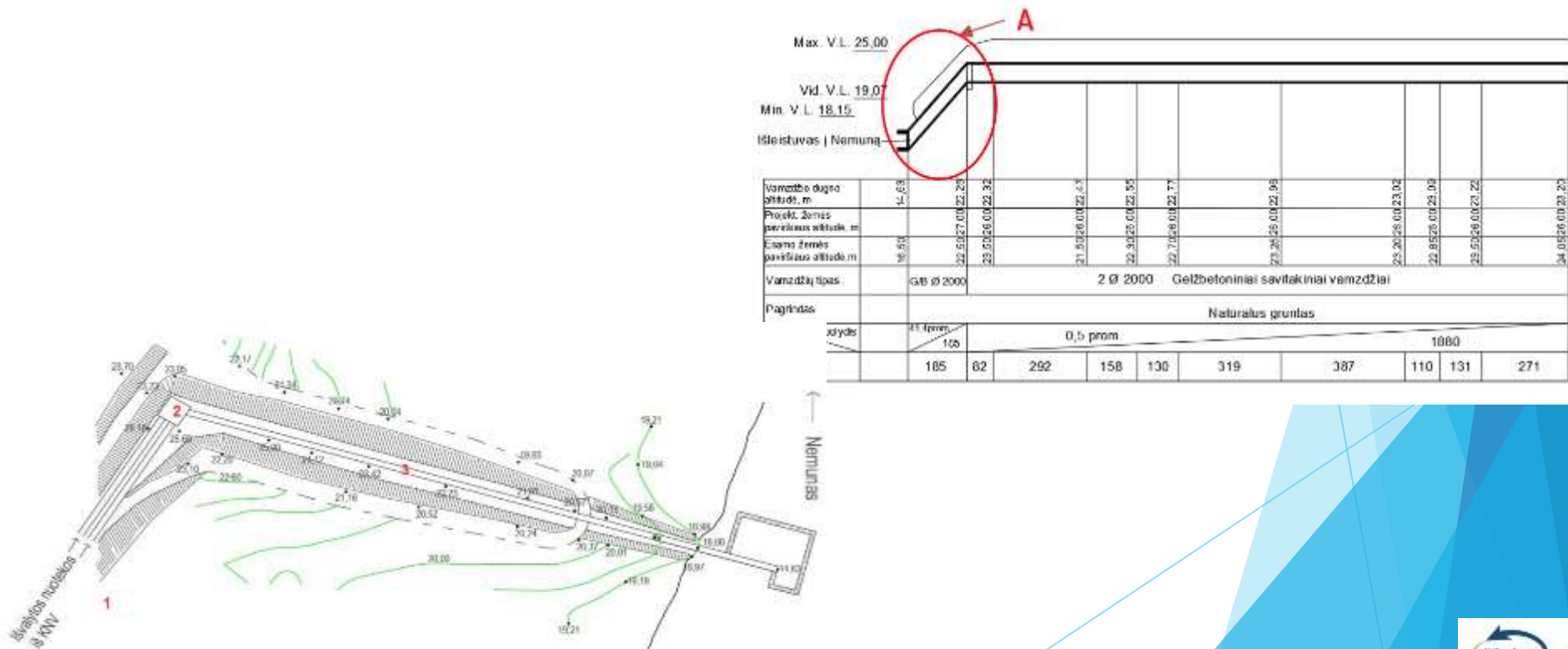
Objektai	Hidroturbinos tipas	Instaliuot as galingum as kw	Slėgio aukštis, m	Debitas m3/s	Prelimin. kaina, EUR	Atsipirkim o laikas
Alytus	ST	20,4	15,5	0,13	1000	10,9



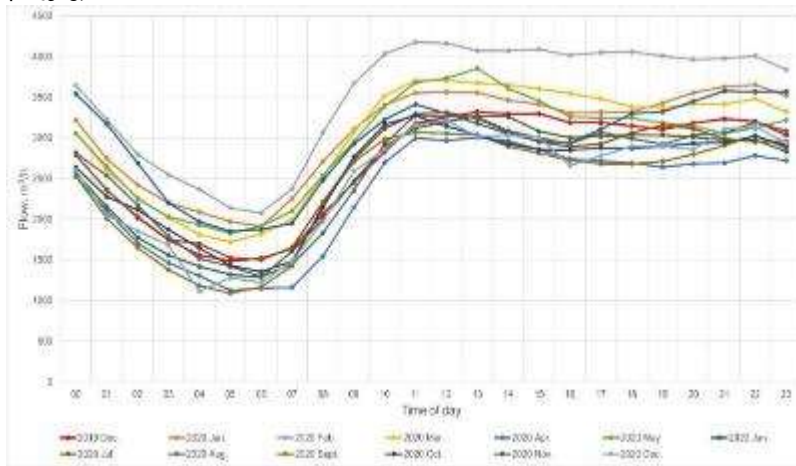
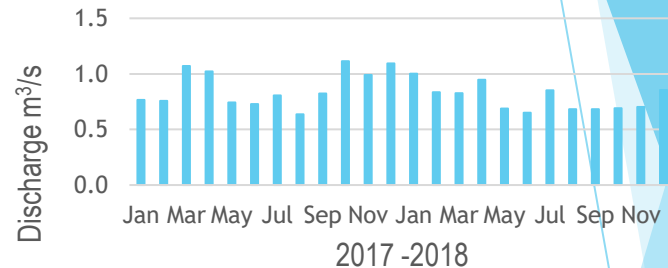
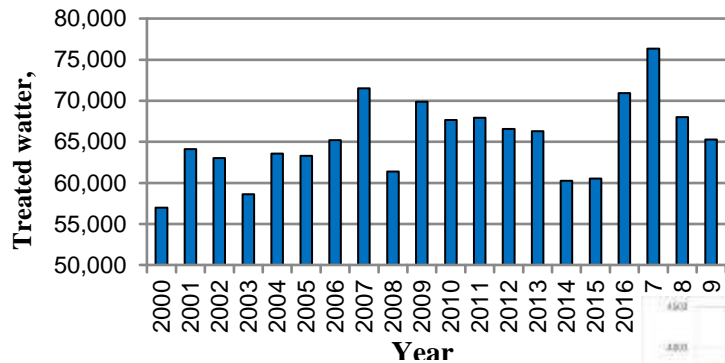
# Hidroelektrinė Kauno nuotekų valyklos išleistuve į Nemuną



# Hidroelektrinė Kauno nuotekų valyklos išleistuve į Nemuną

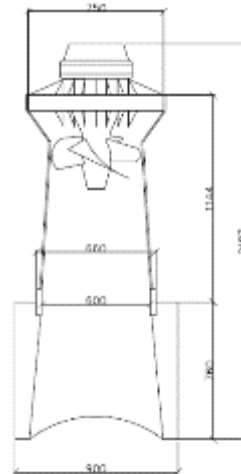
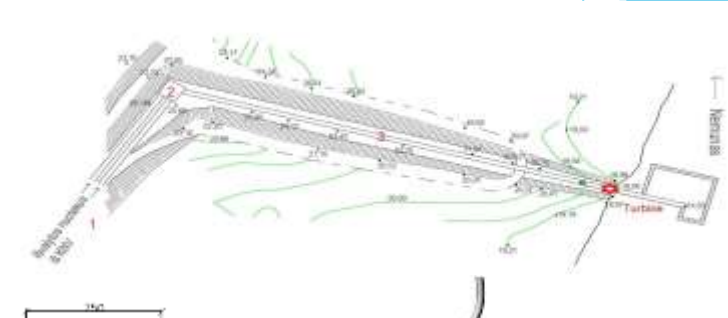
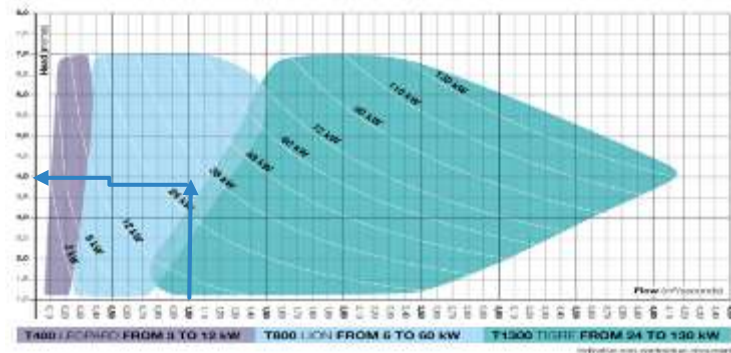


# Išvalytų nuotekų ištekėjimo dinamika paros, mėnesio ir metų bėgyje



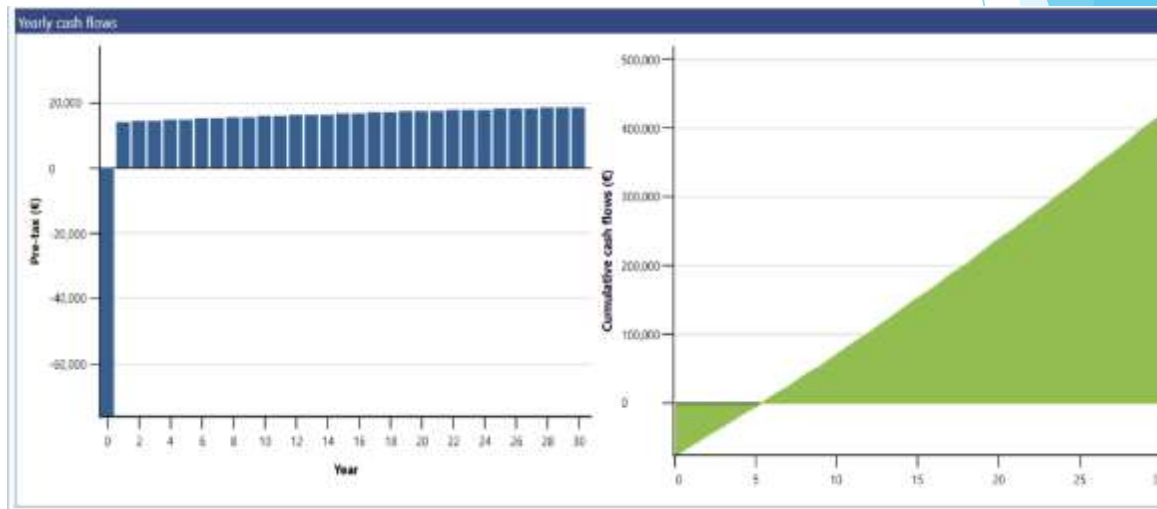


# Hidroelektrinė Kauno nuotekų valyklos išleistuve į Nemuną



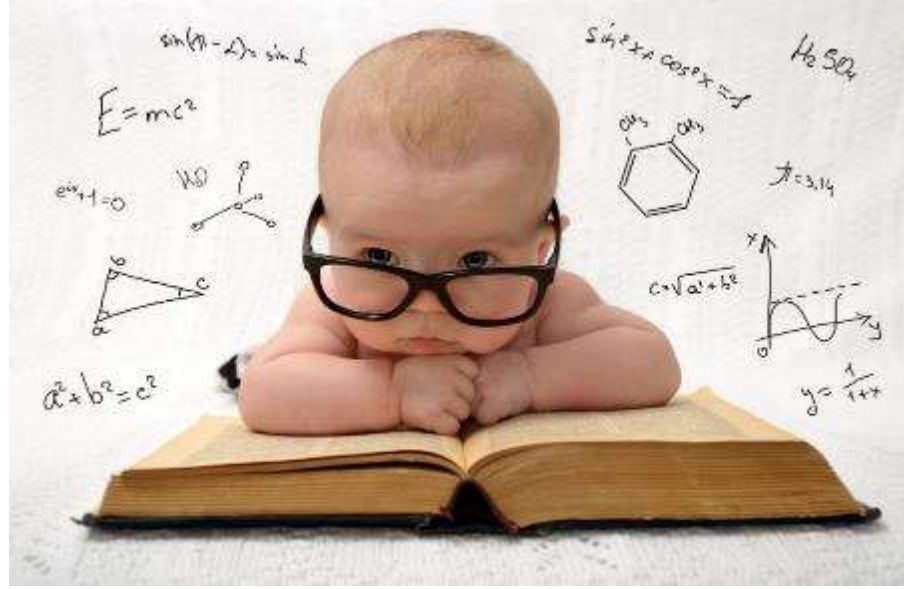
# Turbinos atsipirkimo laikas - 5,3 m.

Costs   Savings   Revenue			
<b>Initial costs</b>			
Feasibility study	1.3%	€	1,000
Development	2.6%	€	2,000
Engineering	6.4%	€	5,000
Power system	79.7%	€	60,806
Balance of system & miscellaneous	2.2%	€	5,471
<b>Total initial costs</b>	<b>100%</b>	<b>€</b>	<b>76,277</b>
<b>Yearly cash flows - Year 1</b>			
<b>Annual costs and debt payments</b>			
Op&M		€	4,618
Debt payments		€	0
<b>Total annual costs</b>		<b>€</b>	<b>4,618</b>
<b>Annual savings and revenue</b>			
Electricity export revenue		€	18,510
GHG reduction revenue		€	0
Other revenue (cost)		€	0
CE production revenue		€	0
<b>Total annual savings and revenue</b>		<b>€</b>	<b>18,510</b>
<b>Net yearly cash flow - Year 1</b>		<b>€</b>	<b>13,892</b>
<b>Financial viability</b>			
Pre-tax IRR - equity	%		19.5%
Pre-tax MIRR - equity	%		6.4%
Pre-tax IRR - assets	%		19.5%
Pre-tax MIRR - assets	%		6.4%
Simple payback	yr		5.5
Equity payback	yr		5.3
Net Present Value (NPV)	€		84,046
Annual life-cycle savings	€/yr		8,181
Benefit-Cost (B-C) ratio			2.1
Debt service coverage			No debt
GHG reduction cost	€/tCO <sub>2</sub>		-164
Energy production cost	€/MWh		0.076



# Padėka

Nuoširdžiai dėkojame Kauno, Vilniaus, Alytaus, Anykščių, Šiaulių vandens tiekimo įmonių darbuotojams, lydėjusiems tyrėjus potencialių hidroenergetikai objektų paieškų metu, užtikrinusiems saugią jų apžiūrą, suteikusiems techninę dokumentaciją ir kitą vertingą informaciją



Projektuodami ir statydami vandens energijos slopinimo įrenginius **pagalvokite apie veltui švaistomą hidroenergiją!**

**Ačiū už dėmesį**