

Kostnaðarjöfnur í virkjanalíkani

Hörður Svavarsson

Greinargerð HS-83/01

04/02/83
ORKUSTOFNUN Vatnsorkudeild
Verk- og vatnafræði

Greinargerð

GREINARGERÐ

GREINARGERÐ

KOSTNAÐARJÖFNUR Í VIRKJANALÍKANI.

Hörður Svavarsson

HS-83/01

Febrúar 1983

KOSTNAÐARJÖFNUR Í VIRKJANALÍKANI1. INNGANGUR

Hér á eftir verður gerð grein fyrir jöfnum þeim sem notaðar eru við kostnaðarreikninga í virkjanalíkani Orkustofnunar "HYDRO" (Gunnlaugur H. Jónsson 1980). Gerð verður grein fyrir kostnaði við einstök mannvirki og einingarverð sem notuð eru. Allur kostnaður er miðaður við verðlag í maí 1976 (vísitala byggingarkostnaðar 105 stig). Kostnaður fyrir hvern lið er gefinn í miljónum gamalla króna. Lýst er hvaða stærðir koma inn í hverja jöfnu og hversvegna. Í öllum kostnaðarjöfnum er innifalinn óbeinn kostnaður sem reiknast 50% af beinum kostnaði. Til stendur að endurskoða einingarverð og kostnaðarreikninga fljótlega.

2. ÁRLEGUR KOSTNAÐUR

Árlegar greiðslur af fjárfestingum. Miðað er við, að allar fjárfestingar séu fjármagnaðar með lánum, sem endurgreidd verða með jöfnum árlegum afborgunum á jafnlöngum tíma og afskriftartími mannvirkjanna er áætlaður. Ein árleg greiðsla af fjárfestingunni SK nemur $SK \cdot k(n,r)$, þar sem $k(n,r)$ er svokallaður annuitetsstuðull. Hann má finna með jöfnunni:

$$k(n,r) = \frac{r}{1 - (1+r)^{-n}}$$

n er afskriftartíminn í árum og r er reiknivextirnir. Gert er ráð fyrir því að byrjað verði að greiða niður fjárfestinguna sama árið og hún er tekin í notkun.

Í virkjanalíkani Orkustofnunar er nú miðað við að reiknivextir séu 8% og að mannvirkin séu afskrifuð á 40 árum, var áður miðað við 12% reiknivexti og 40 ára afskriftir.

$$k(40,0.08) = \frac{0,08}{1 - (1+0,08)^{-40}} = 0,0839$$

Þessu til viðbótar kemur fastur rekstrarkostnaður mannvirkjanna, svo sem vegna viðhalds, umsjónar, trygginga, mannahalds o.fl. Þessi kostnaður er áætlaður ákveðin prósentu af stofnkostnaði mannvirkjanna á ári. Í virkjanalíkani Orkustofnunar er miðað við 1% af stofnkostnaði mannvirkja.

Árlegur kostnaður verður því $0,0839 + 0,01 = 0,0939$ eða 9,39% af stofnkostnaði mannvirkja.

Árlegur hagnaður er reiknaður samkvæmt þessu (í Mkr):

$$\text{Árlegur hagnaður} = E * 2,50 - 0,0939 * K - (\text{Eneq} - \text{Epos}) * 17,50$$

Verðlag í maí 1976 (vísitala byggingarkostnaðar 105 stig), og miðað við verðlag í des. 1982 (vísitala byggingarkostnaðar 1482 stig).

$$\text{Árlegur hagnaður} = E * 0,35 - 0,0939 * K - (\text{Eneq} - \text{Epos}) * 2,47$$

K : Stofnkostnaður í Mkr.
 E : Framleidd orka í GWh/a.
 Eneq : Orkuskortur í GWh/a.
 Epos : Umframorka í GWh/a

Gengið er út frá því að orka megi mest kosta 2,50 (0,35) kr/kWh til að vera hagkvæm, fyrir litlar og dýrar virkjanir hefur verið notað 3,50 kr/kWh. Miðað er við að orkuskortur að frádreginni umframorku kosti orkusala 17,50 (2,47) kr/kWh. Þessi kostnaður ætti í raun að vera jafn og kostnaður við að framleiða rafmagn með dísilrafstöðvum, ef ekki er umframorka fánleg frá öðrum vatnsorkuverum. Einnig er vafasamt að verðleggja umframorku (Epos) til jafns við orkuskort, nema umframorkan vegi upp orkuskort.

3. KOSTNAÐARJÖFNUR FYRIR MANNVIRKI

Skurðir.

$$\text{CANAL} = \text{CANLEN} + \text{CANLEM} * \text{RMQ}$$

Jafnan er línulegt fall af hönnunarrennsli, reiknaður er kostnaður fyrir mismunandi rennsli og táknað jafnan línu í gegnum þá punkta. Þetta er gert í sérstöku forriti "CANAL".

CANAL : Kostnaður við skurð í miljón gkr.
 RMQ : Hönnunarrennsli m³/s.
 CANLEN : Fasti.
 CANLEM : Fasti.

Einingarverð: Óbeinn kostnaður innifalinn.

Kostnaður við sprengingar (kr/m³) : 2100
 Kostnaður stíflufyllingar (kr/m³) : 1600
 Kostnaður við gróft á jarðvegi (kr/m³) : 600

Jarðstíflur.

$$\text{RESERV} = (R \cdot 1.575 + F \cdot 2.) / 1000 + \text{SL} \cdot .01$$

RESERV : Kostnaður við stíflu í miljón gkr.
 Óbeinn kostnaður 50% er innifalinn í
 einingarverðum, t.d. fyrir stíflurúmmál
 verður einingarverðið $1050 \cdot 1,5 = 1575$ kr/m³.
 R : Rúmmál stíflufyllingar í m³.
 F : Langskurðarflatarmál stíflu (m²).
 SL : Lengd stíflu (m).

Einingarverð: Gert er ráð fyrir að stíflufylling kosti 1575 kr/m³. Kostnaður vegna þéttingar og hreinsunar undir stíflu er áætlaður út frá langskurðarflatarmáli á 2000 kr/m². Kostnaður vegna vegagerðar og fl. er áætlaður út frá lengd stíflu á 10.000 kr/m.

Yfirföll.

$$\text{SPILLW} = 3.143 \cdot (\text{VSVID} - \text{FLAT}) / (\text{VSVID})^{**} (.3333)$$

Fastinn 3,143 er jafn og $2,09533 \cdot 1,5$ v/óbeins kostnaðar.
 SPILLW : Kostnaður við yfirfall í miljón gkr.
 VSVID : Vatnasvið í km².
 FLAT : Flatarmál lóns í km².

Botnrásir.

$$\text{BOTNRA} = (28 + 2.2 \cdot \text{DD}^{**} 2 + 30.6 \cdot (\text{DD}^{**} 2 - \text{D}^{**} 2) + 21.4 \cdot \text{D}) \cdot 1.5 \cdot \text{BOTL}$$

Ath. Botnrás er reiknuð sem fððruð jarðgöng.

BOTNRA : Kostnaður við botnrás í miljón gkr.
 Margföldunarstuðull 1,5 er vegna hækkunar um 50%
 fyrir óbeinan kostnað.
 D : $0.67 \cdot \text{VSVID}^{**} .3333$
 DD : $D + 1.2$
 VSVID : Vatnasvið í km².
 BOTL : Lengd á botnrás í km.

Ófóðruð jarðgöng.

$$TUNUNL = (28 + 2.2 * DD^{**2} + 19 * D) * 1.5 * TUNLEN$$

Gert er ráð fyrir í kostnaðarreikningum að "Ófóðruð jarðgöng" séu fóðruð að 1/5 hluta. Margföldunarstuðull 1,5 er vegna hækkunar um 50% fyrir óbeinan kostnað.

TUNUNL : Kostnaður fyrir ófóðruð jarðgöng í miljón gkr.
 D : Þvermál í metrum, lágmark 2,5 metrar eða $2 * (RMQ / 3.62) ** 0.414$
 DD : $D + 0.6$
 TUNLEN : Lengd á jarðgöngum í km.
 RMQ : Hönnunarrennsli í m³/s.

Fóðruð jarðgöng.

$$TUNLIN = (28 + 2.2 * DD^{**2} + 30.6 * (DD^{**2} - D^{**2}) + 21.4 * D) * 1.5 * TULEN$$

TUNLIN : Kostnaður fyrir fóðruð jarðgöng í miljón gkr. Margföldunarstuðull 1,5 er vegna 50% hækkunar fyrir óbeinan kostnað.
 D : Þvermál í metrum, lágmark 1,6 metrar eða $2 * (RMQ / 12.54) ** 0.47$
 DD : $D + 1.2$
 TULEN : Lengd á jarðgöngum í km.
 RMQ : Hönnunarrennsli í m³/s.

Fallgöng.

$$FGONG = ((4.35 + .331 * SMIS) * D^{**2} + 160 * D + 117) * FULEN$$

FGONG : Kostnaður í miljón gkr.
 D : Þvermál í metrum, lágmarks þvermál 1,6 m eða $RMQ ** 0.434 / \text{ABS}(XINNH - UTH) ** 0.105$
 FULEN : Lengd á fallgöngum í km.
 SMIS : Sjá vélar og rafbúnaður.
 RMQ : Hönnunarrennsli í m³/s.
 XINNH : Áætluð meðal inntakshæð m y.s.
 UTH : Úthæð m y.s.

Aðkomugöng.

$$ACTUNN = 353 * AL$$

ACTUNN : Kostnaður í miljón gkr.
 AL : Lengd á aðkomugöngum í km.

Inntök og lokur.

$$RINNL = 4.5 * SKI + 75$$

RINNL : Kostnaður við inntök og lokur í miljón gkr.
 SKI : Rennsli í rúmmetrum á sekúndu.

Stöðvarhús.

$$STATFR = 24. * (XIBN * SMIS) ** 0.25 * SKI ** 0.5 * TURF$$

STATFR : Kostnaður í miljón gkr.
 XIBN : $(AFF/120+1)$, lágmark = 2.
 SMIS : Sjá vélar og rafbúnaður.
 SKI : Rennsli í rúmmetrum á sekúndu.
 AFF : Afl í MW
 TURF : jafnt og 1 ef reikna á kostnað fyrir stöðvarhús
 annars jafnt og 0.

Vélar og rafbúnaður.

$$TURGEF = (1.5 * (70 - .21 * AFF / XIBN) * AFF * (SMIS ** (-.3333) + .13) + 195) * TURF$$

TURGEF : Kostnaður í miljón gkr.
 Margföldunarstuðull 1,5 er til að bæta við 50% fyrir
 óbeinan kostnað.
 AFF : Afl í MW.
 XIBN : $(AFF/120)+1$, (lágmark jafnt og 2, samsvarar
 120 MW afli).
 SMIS : X-UTH-DF*XGL**2-1 eða XINNH-UTH-DF*XGL**2-1
 valin er sú stærð sem er stærri
 TURF : Jafnt og 1 ef reikna á kostnað fyrir vélar og
 rafbúnað, annars jafnt og 0.
 X : Hæsta miðlun m y.s.
 UTH : Úthæð m y.s.
 DF : Falltöpp (m).
 XGL : Hönnunarrennsli (G1/2v)
 XINNH : Áætluð meðalinntakshæð m y.s.

4. LOKAORÐ

Aðrir kostnaðarliðir sem koma inn í "HYDRO" eru:

ADDRES : Viðbótar stíflukostnaður í Mgkr.

VEITA : Kostnaður við veitur í Mgkr.

ANNAD : Annar kostnaður t.d. vegagerð og annað slíkt í Mgkr.

Í virkjanalíkani Orkustofnunar "HYDRO" eru allar kostnaðartölur miðað við verðlag (gkr.) í maí 1976 (vísitala 105 stig), lesin er inn ný vísitala og niðurstöður sem prentaðar eru út eru miðaðar við þá vísitölu í nýkr.

Kostnaður er gefinn upp fyrir einstök mannvirki í hverjum safnpunkt (virkjun, miðlun) ásamt heildarkostnaði fyrir viðkomandi safnpunkt. Einnig er sýndur heildarkostnaður allra sambærilegra mannvirkja í virkjanakerfinu svo og heildar kostnaður fyrir virkjunarkerfið.

5. HEIMILDIR

Gunnlaugur H. Jónsson 1980: HYDRO -A Dynamic Simulation Program for Optimization of Hydropower Sites and Simulation of Hydropower Plants. Preprint of a paper presented at the Nordic Hydrological Conference, Vemdalen, Sweden, August 10-16th 1980.