



Habitat offsetting av arealbruk og arealbruksendringer i LCA rammeverk

Vilde Fluge Lillesund^{1,2}, Dagmar Hagen², Ottar Michelsen¹,
Anders Follvik² & David Barton²

¹ NTNU, ² NINA



Arealbruk i LCA

- Bakgrunn – LCA sliter med areal
- Case-studie i fire foreslåtte kraftverksprosjekt
- Restaurering av natur som indikator for å finne kostnad for biodiversitet
- Resultater
- Og så da...?



Foto A.B. Skrindo





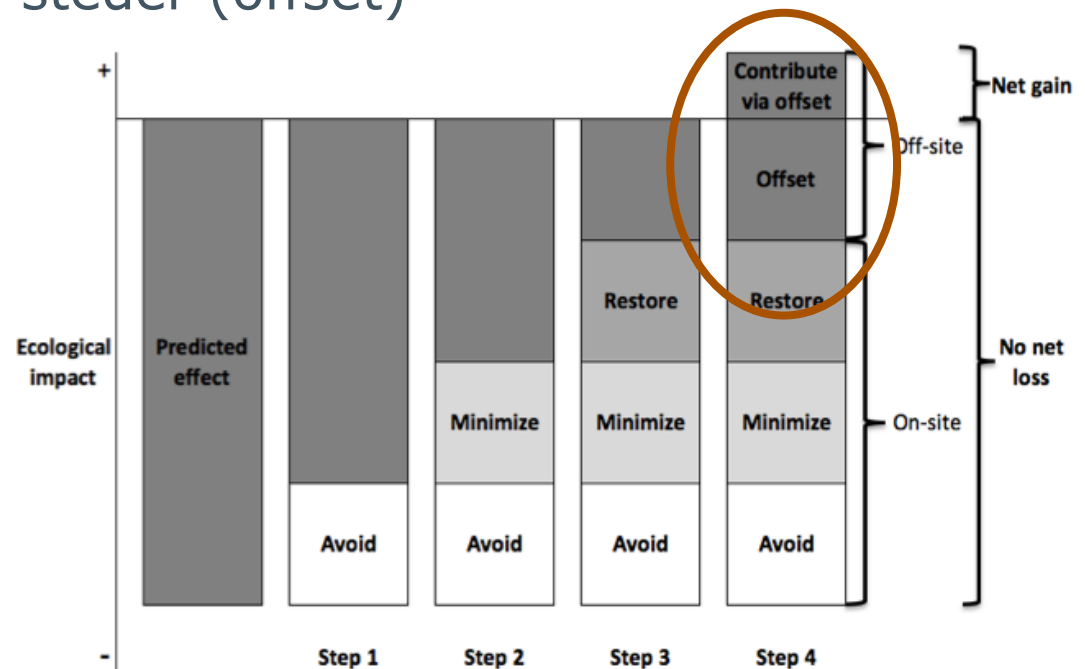
Bakgrunn

- Arealbruk og habitatendringer en hovedtrussel mot biologisk mangfold
- Life Cycle Assessment (LCA) sliter med å få med arealbruk i sine beregninger (Koellner et al 2013)
 - ▶ Økosystemkvalitet
 - ▶ Tid
 - ▶ Areal
- Dermed utelates ofte areal i LCA
 - ▶ vanskelig
 - ▶ ulike syn på hva som er riktig
 - ▶ biodiversitet er så komplekst



Mitigation framework

- Minimere effekter av ny utbygging
 - ▶ Unngå (avoid)
 - ▶ Minimere inngrep (minimize)
 - ▶ Restaurere på stedet (restore)
 - ▶ Gjøre tiltak andre steder (offset)



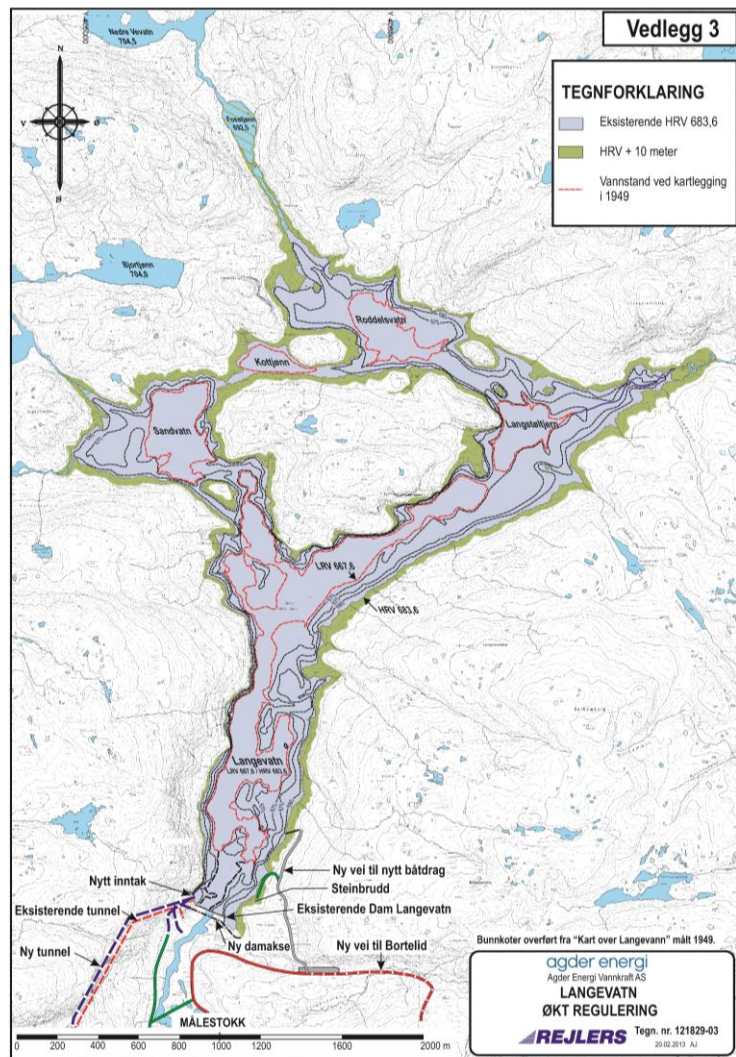
Case-studie

- Fire planlagte prosjekt
 - Status (før)
 - Planer (etter)

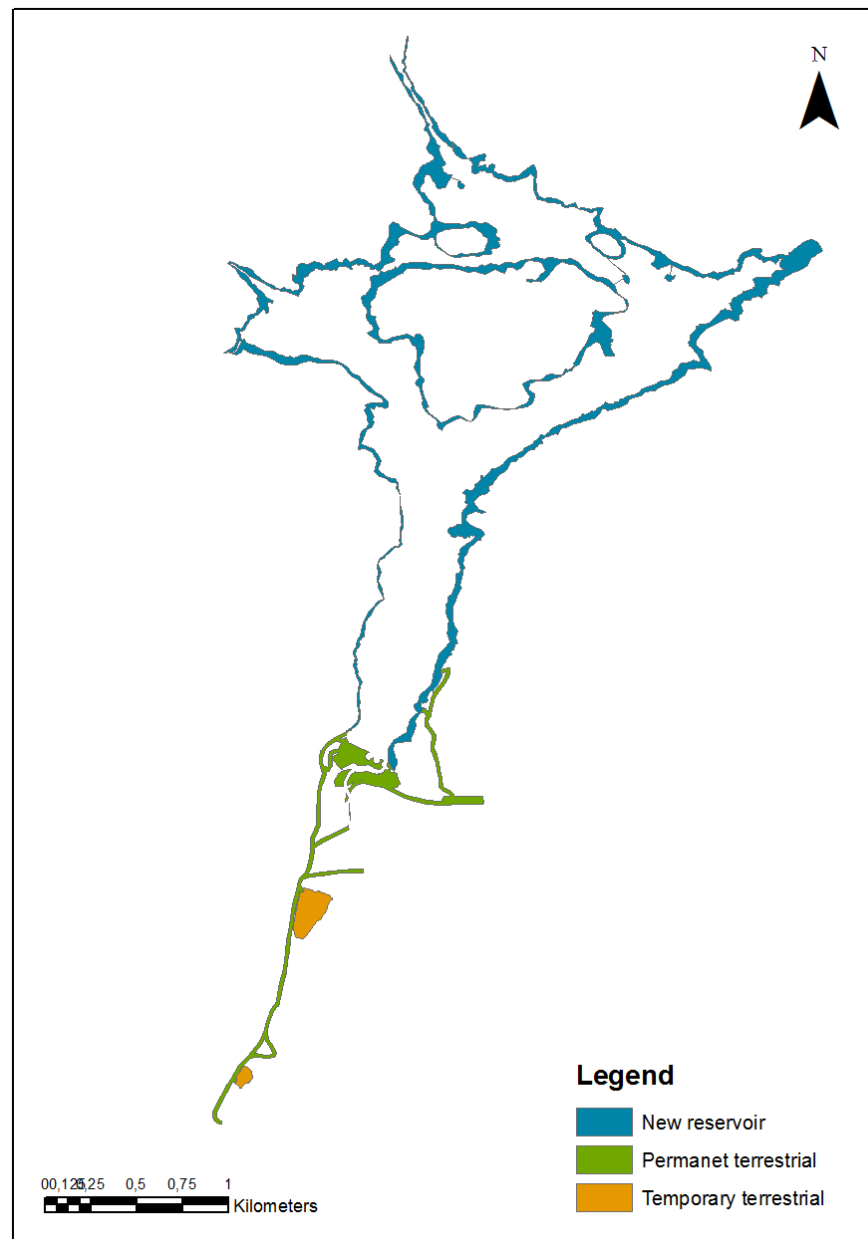


Attributes	Oppgradering		Nye elvekraftverk	
	Skjerkevatn	Langevatn	Dvergfossen	Kilandsfossen
Location	Åseral, Vest-Agder	Åseral, Vest-Agder	Kvinesdal, Vest-Agder	Åmli/Froland, Aust-Agder
Type of hydropower	Storage	Storage	Run-of-river	Run-of-river
Age	81	62	New	New
Expected yearly production from new development	43 GWh	18 GWh	35,5 GWh	38,5 GWh
Full reservoir level/height upstream (meters above sea level)	627,7	693,6	100	126,7
Draw-down level/height downstream (meters above sea level)	591	667,6	50,4	120,7

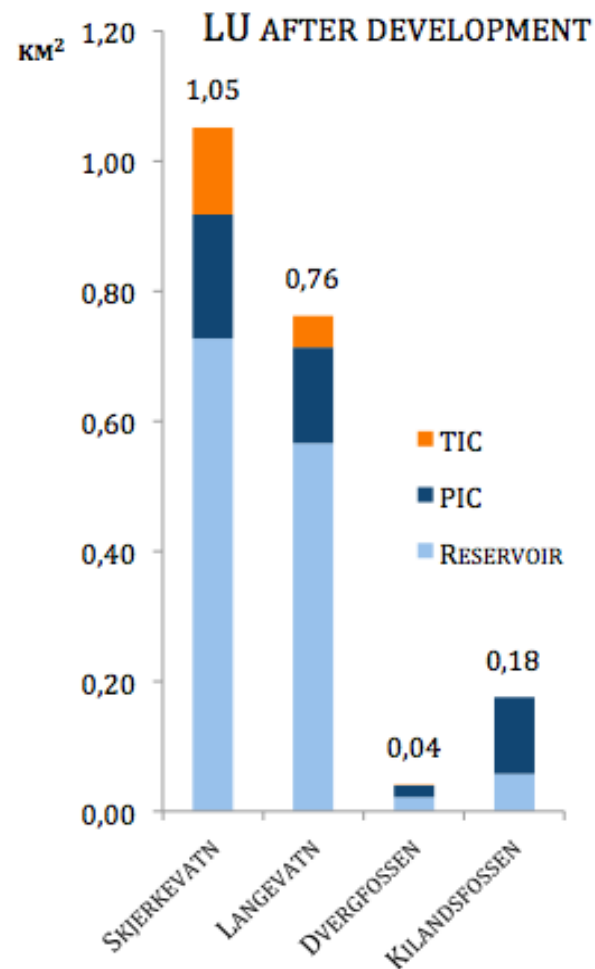
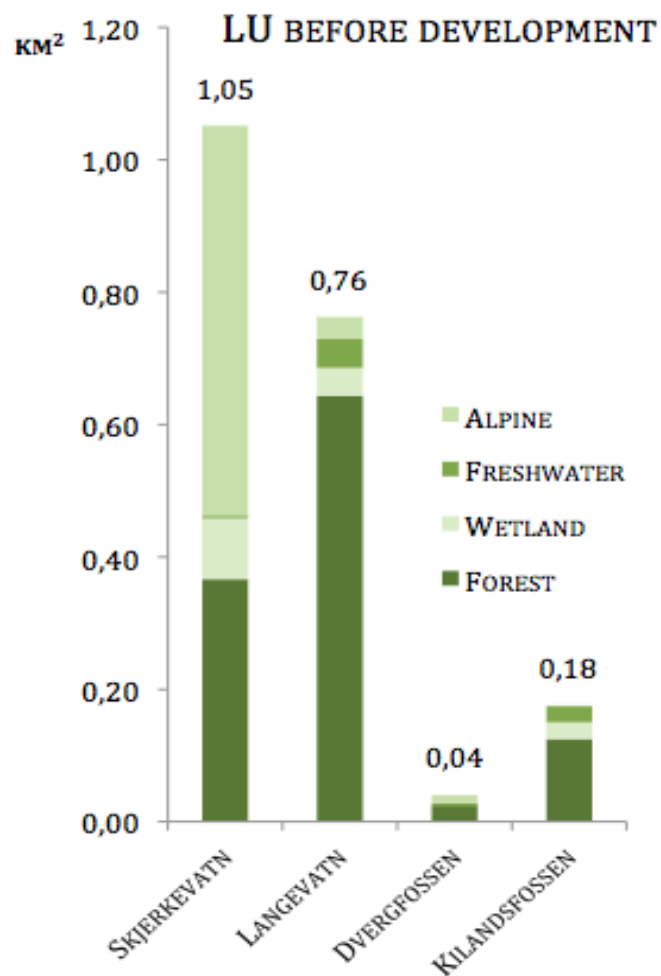
Kartlegging av areal og arealbruksendring

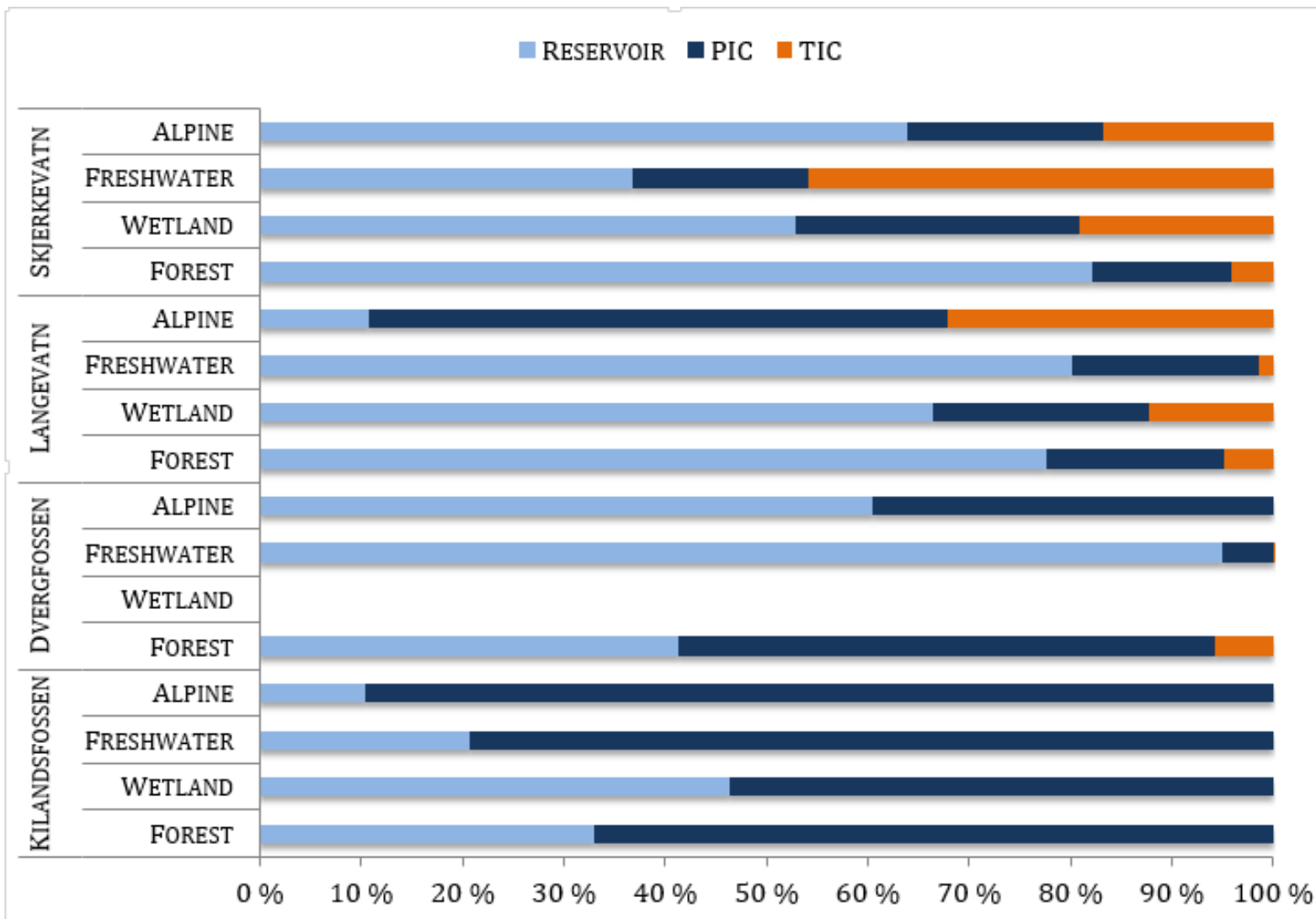


Langevatn



Arealbruksendring





PIC (permanent infrastructure construction) = permanente inngrep
 TIC (temporary infrastructure construction) = midlertidige inngrep

Relativ fordeling av arealbruk (land-use) fordelt på naturtyper i de fire case-prosjektene.

Ulike metoder for å vurdere biodiversitetstap

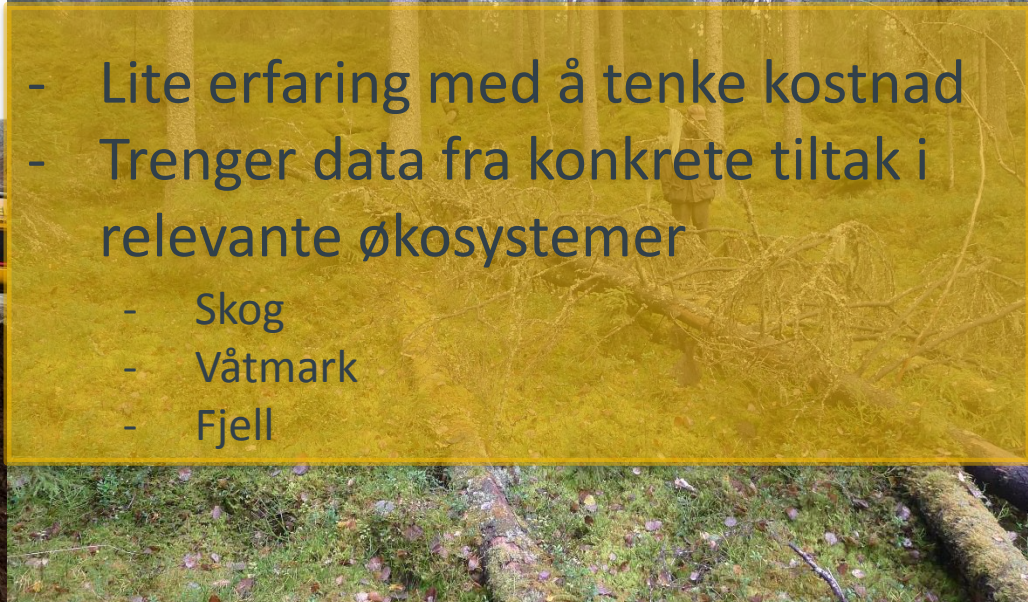
- Sjeldenhet / sårbarhet (Michelsen 2008)
 - ▶ Sjeldne økosystem har større risiko for å gå tapt
 - ▶ Kan kalkuleres på ulikt systemnivå (avh av data)
 - ▶ "Økosystemkvalitet" før og etter utbygging
- Karbonutslipp
 - ▶ Avhengig av forstyrrelsen (omfang, type, varighet)
 - ▶ Avhengig av mengde karbon i hver naturtype
 - ▶ Bioforsk (Grønlund et al. 2010): norske standardverdier for hovednaturtypene
- Restaureringskostnader



Restaureringskostnader



- Lite erfaring med å tenke kostnad
- Trenger data fra konkrete tiltak i relevante økosystemer
 - Skog
 - Våtmark
 - Fjell



Restaureringskostnader

Ecosvstem	Restoration aim	Action	Target/effort	Costs
Alpine – previously disturbed by road construction	Secure ownership and protection of land	Procure land	Land should be equal in LU and size to the area affected by LUC in the development project	0,5 NOK per m ²
	Remove existing disturbance from previous LU	Remove roads and add topsoil	All roads in area – area assumed to be circular with roads equal to 2x area diameter	300 NOK per meter road
	Enable biodiversity and biodiversity growth	Add fertilizer and indigenous seeds	Applied to 30% of road area	90 NOK per meter road
		Plant indigenous shrub	Conducted on 5% of road area	15 NOK per meter road
Wetland – former wetland previously turned into managed forest	Secure ownership and protection of land	Procure land	Should be equal in LU and size to the area affected by LUC in the development project	1 NOK per m ²
	Remove existing disturbance from previous LU	Remove roads	All roads in area – area assumed to be circular with roads equal to 2x diameter	300 NOK per meter road
		Fill ditches	All ditches in area should be filled – assumed to be 4x area diameter	6,44 NOK per meter ditch
	Remove unwanted species	Fell trees	100% of the trees in the area should be felled	111,12 NOK per m ³ wood
		Remove trees	All felled trees should be transported away	234,26 NOK per m ³ wood
Forest – old-growth forest previously turned into managed forest	Secure ownership and protection of land	Procure land	Land should be equal in LU and size to the area affected by LUC in the development project	1 NOK per m ²
	Remove existing disturbance from previous LU	Remove roads	All roads in area – area assumed to be circular with roads equal to 2x area diameter	300 NOK per meter road
		Fill ditches	All ditches in area should be filled – assumed to be 4x area diameter	3,44 per meter ditch
	Enable biodiversity growth by creating a heterogeneous environment	Uproot trees	40 trees per ha	117,13 NOK per uprooting
		Create glades/gaps	20 glades per ha	97,61 NOK per glade
		Girdle (ring-barking)	40 m ³ of decaying wood per ha	78,09 NOK per m ³ wood

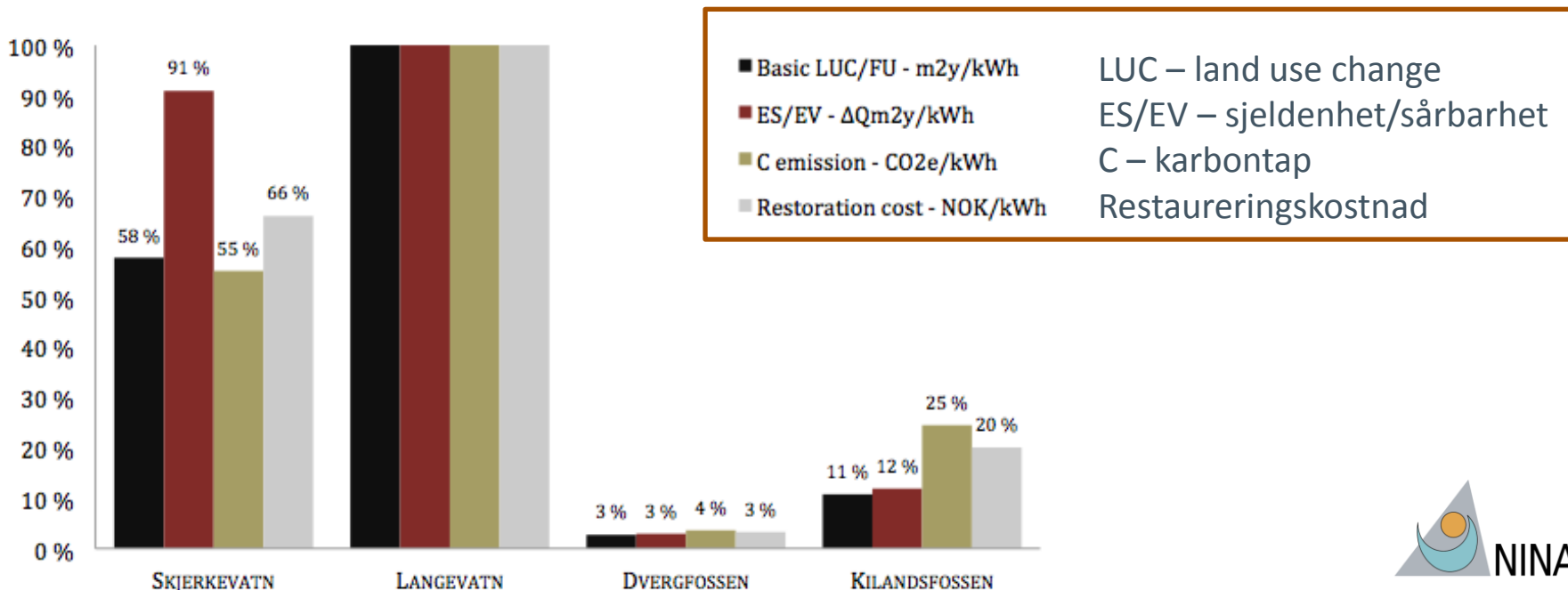
Simil & Junninen 2012, Aapala et al. 2013, Hagen & Evju 2013, Hagen et al. 2014

Beregning av kostnader per prosjekt

	Skjerkevatn	Langevatn	Dvergfossen	Kilandsfossen
Total cost of restoration actions	6 441 785	4 078 302	266 416	1 750 329
<i>Alpine cost</i>	<i>996 473</i>	<i>182 086</i>	<i>110 631</i>	<i>14 784</i>
Procure land	294 738	16 426	6 491	129
Remove roads + add topsoil	519 804	122 711	77 141	10 856
Fertilize and seed	155 941	36 813	23 142	3 257
Plant shrubs	25 990	6 136	3 857	543
<i>Wetland cost</i>	<i>4 279 914</i>	<i>2 033 494</i>	-	<i>1 233 600</i>
Procure land	92 042	42 731	-	25 380
Remove roads	205 399	139 952	-	107 859
Fill ditches	8 821	6 011	-	4 632
Fell trees	1 278 433	593 523	-	352 526
Remove timber	2 695 220	1 251 278	-	743 203
<i>Forest cost</i>	<i>1 165 398</i>	<i>1 862 722</i>	<i>155 785</i>	<i>501 944</i>
Procure land	366 262	643 321	23 543	125 135
Remove roads	409 734	543 025	103 881	239 495
Fill ditches	17 597	23 322	4 461	10 286
Uproot trees	143 002	251 175	9 192	48 857
Create glades	171 602	301 410	11 030	58 629
Girdle trees	57 201	100 470	3 677	19 543
Cost per m² restored (NOK/m²)	6,12	5,35	6,57	10,00
Cost per FU over LT (NOK/kWh)	0,00150	0,00227	0,00008	0,00045

Sammenlikning av restaureringskostnader mot andre metoder

- Relativ sammenlikning (**** pr kWh)
 - ▶ Langevatn høgast (100%)
 - ▶ Dvergfossen lågast (3-4%)
 - ▶ Varierer for de andre



Oppsummering

- ▶ Metodene viser relativt like trender
- ▶ Relative kostnader varierer mye mellom prosjektene
- ▶ Andel våtmark gir stort utslag
- ▶ Produksjonen er viktig
 - De «gode» prosjektene produserer mye kraft
 - De små har større andel rigg / arealbruk



Hvordan funker restaureringskostnader for å fange arealbruk i LCA?

- 
- Dynamisk metodikk der ny kunnskap kan tas inn om: økologisk restaurering, kostnad, arealkart, tilgjengelige offset-lokaliteter
 - Kostnaden for restaurering er avhengig av habitat (varierer mye med habitat) og valg av offset-lokaliteter
 - Trenger mer kunnskap om tidsfaktor, skala, kvalitet på restaurerte områder, nytte/utbytte av restaurering for andre ØT