

Snøproduksjon – praktiske erfaringer

The Snow Competency Centre

The Ski- and Snowsport's centre for practical knowledge in cost- and energy efficient production, storage, grooming and preservation of snow



SNOW PRODUCTION

How do we produce snow in the most efficient way considering today's and our future climate?



SNOW STORAGE

What is the best method for storing snow over the summer?



SNOW GROOMING

How do we groom the snow the best way for competitions and other uses?



SNOW PRESERVATION

How can the snow be best preserved during challenging weather conditions?

Grunnleggende forståelse er viktig

- Hva er egentlig kunst(ig) snø og hvordan lager vi den?
- Hva er den beste metoden og utstyr for meg/mitt anlegg?
- Hvor mye koster det?
 - Å bygge systemet
 - Å kjøpe produksjonseenhetene
 - Å drifte (i.e. tid og arbeidskraft)

Hva gjør vi uten villsnø?

- Lage (kunstig) snø
- Bruke snø som er lagra lokalt fra forrige år
- Transportere snø fra fjellet?

Hva er kunst(ig) snø?

- Kunstig snø = ispartikler (uten mange krystaller) eller is-sørpe
- Ispartikler for skigåing = frosne vanddråper, isbiter, plate is, osv. som er knust og bearbeidet (med tråkkemaskin)

Hvordan lager vi kunstig snø?

- Sprut små vanddråper ut i kald luft og la dem falle til bakken
- Frys vann til is (kUBE-is, plate-is osv), og knus
- Ingen hokus pokus!



Hvilken metode?

- Tradisjonell snøproduksjonsmaskiner (viftekanon, lanse) – med minst -2 C temperatur
- Tradisjonell ismaskin eller issørpe maskin (brukt i fiske- og gruve industrien)
- Ny modifisert ismaskin som vi nå kaller “snøfabrikk” – temperaturuavhengig
- Andre “gammeldagse” måter



Ski tunnel – med manuell arbeidskraft



Ismaskin/isfabrikk



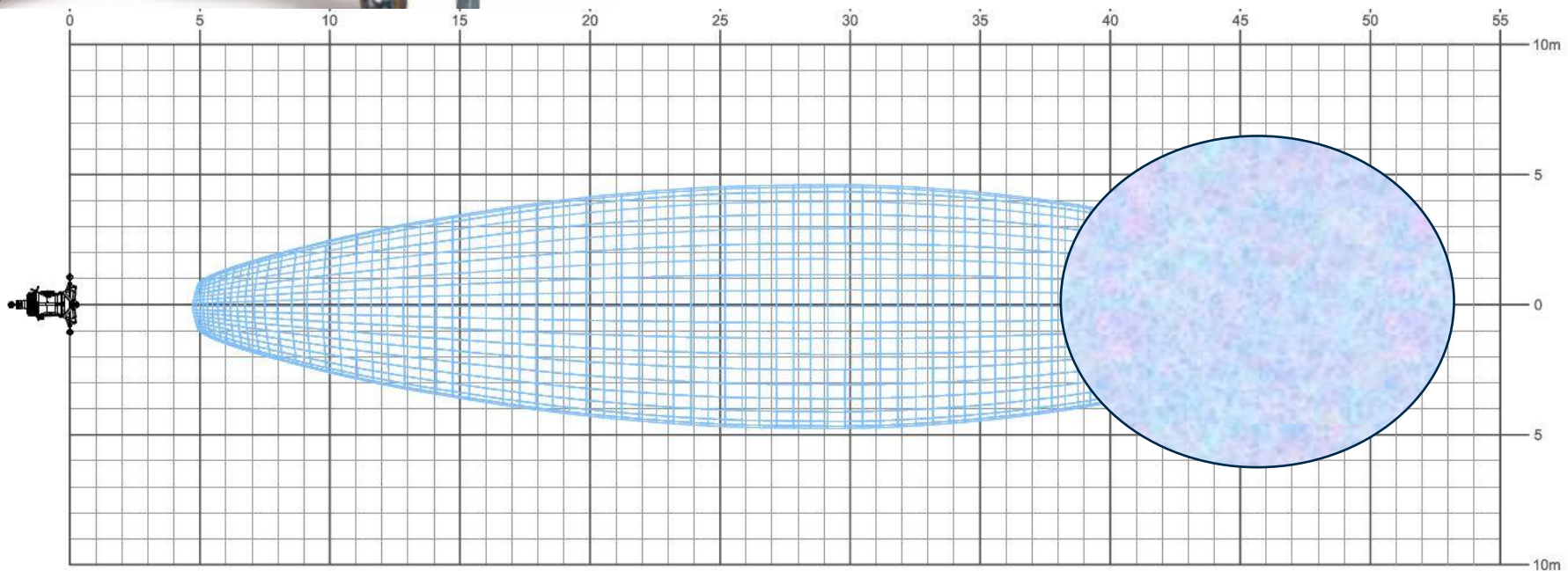
Tradisjonell snøproduksjon

Vifte kanoner



Lanser





Tradisjonell snøproduksjon

- Trenger:
 - Vannkilde
 - Strøm
 - Pumper (og eventuelt luftkompressor)
 - Rør og hydranter for å distribuere vann (og luft)
 - Produksjonseenheter





Eller alt montert på en tankbil → OL i Kina 2022

Spesialutstyr for langrenn (HKD fra USA)



Hva er den beste metoden og utstyret for mitt anlegg?

- Hva er det lokale klimaet?
- Hvordan er terrenget, løypene og dagens infrastruktur?
- Hvilken kapasitet trenger du (hvor raskt)?
- Hva er driftsplanen?
- Hva er din økonomiske/finansielle situasjonen?

Lokalt klima

- Antall timer under -2 C

	November	Desember	Januar	Februar	Mars	Sum
2007			320	451	92	863
2007/2008	185	394	327	202	332	1440
2008/2009	128	417	451	470	204	1670
2009/2010	175	468	675	560	339	2217
2010/2011	536	663	415	456	341	2411
2011/2012	11	313	495	292	79	1190
2012/2013	113	624	507	438	521	2203
2013/2014	92	193	524	92	108	1009
2014/2015	189	327	403	200	128	1247
2015/2016	125	131	550	347	209	1362
2016/2017	269	98	248	346	283	1244
2017/2018	243	407	509	560	546	2265
2018/2019	154	306	440	247	336	1483
2019/2020	367	288	98	228	280	1261
2020/2021	91	114	675	434	183	1497
Gjsnitt timer	191	339	442	355	265	
Gjsnitt dager	8	14	18	15	11	

Kulde er kritisk for kapasiteten

Våtkule temp	Lanse	Viftekanon
-3 C	7,2 m ³ /t snö	20.7 m ³ /t snö
-5 C	13,5 m ³ /t snö	29.7 m ³ /t snö
-7 C	18,9 m ³ /t snö	39.6 m ³ /t snö
-10 C	24,7 m ³ /t snö	54 m ³ /t snö
-12 C	32,4 m ³ /t snö	63 m ³ /t snö

Snøfabrikk er uavhengig av kulden:
100 m³/døgn

Klimaet påvirker ...

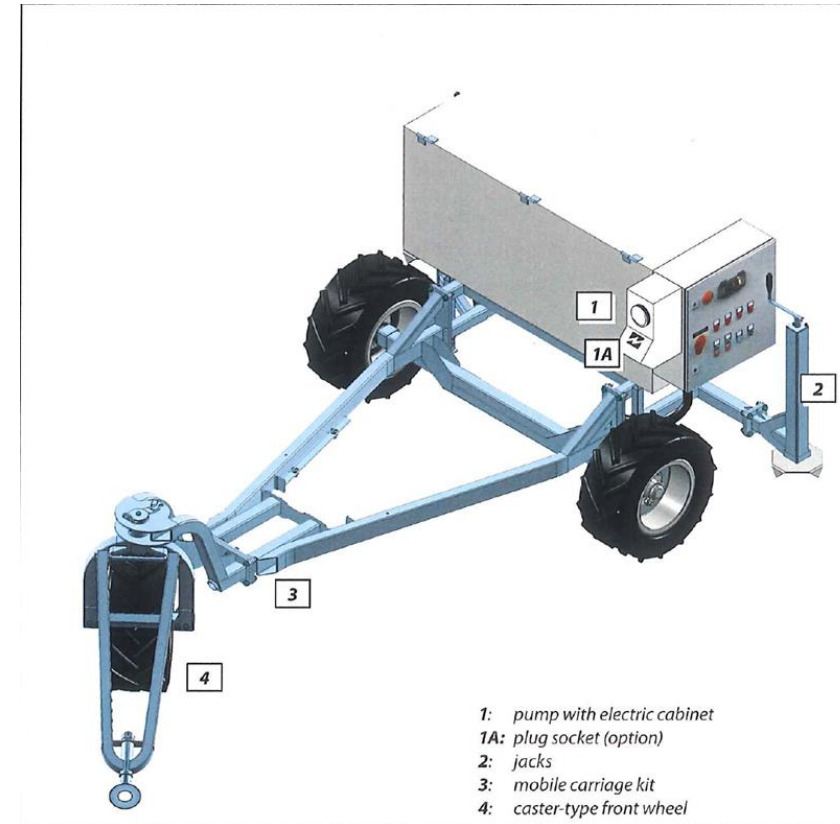
- Kald og tørr for/tidligvinter → de fleste metoder fungerer (både vifter og lanser)
- Masse kalde dager og lav luftfuktighet → alle metoder fungerer
- Kaldt og stabilt vær → drifts- og strømkostnader lavere per m³ snø med høykapasitet viftekanoner
- Mangel på antall kalde dager → viftekanoner + snøadditiv (stor kapasitet)
- Høy luftfuktighet → de nyeste og mest effektive maskinene + snøadditiv
- Kulden kommer sent → er kanskje snølagring en ide?

Eksisterende infrastruktur og terreng påvirker ...

- Tilgjengelig strøm i eller nær løypene → viftekanoner
 - Men husk: kanoner bruker ca 3 ganger mer strøm enn lanser
- Kan kommunalt vann (fra rør) brukes?
 - Ca. 1 km med løype trenger ca. 1500 kubikkmeter vann (samme som Oslos vannforbruk i 8 min i januar)
- Lett “gravbart” underlag → bygg/legg rør under frostdybden slik at vannrørene kan stå “ladet” (trenger automatisering)
 - Reduserer driftskostnader og effektiv produksjonstid

Eksisterende infrastruktur og terreng påvirker ...

- Vannkilde i høyere terreng → vil kunne spare strøm og pumper
 - ca. 1 bar vanntrykk per 10 m høydeforskjell
 - Hvis trykket ikke er nok, kan flyttbar “pumpe” innkjøpes (se bilde) - øker trykket med 20 bar
- Viftekanoner trenger fra 8 – 40 bar vanntrykk, lanser fra 15 - 50 bar



Eksisterende infrastruktur og terreng påvirker ...

- Smale løyper → små og flyttbare lanser eller små viftekanoner eller produsere snø på stadion og kjøre ut med tractor m/henger
- Brede løyper/bakker og stadion → høykapasitet (tårn) kanoner



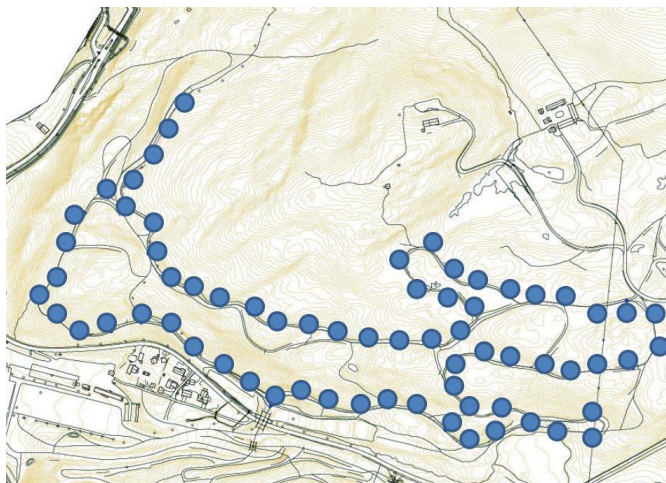
Finansieringsmodell/økonomi påvirker ...

- God finansiering tilgjengelig for infrastruktur → installer permanent og automatisk lansesystem for å redusere driftskostnader
- Finansiering kommer årlig litt om litt → system for viftekanoner kan bygges forholdsvis enkelt og utvides etter hvert

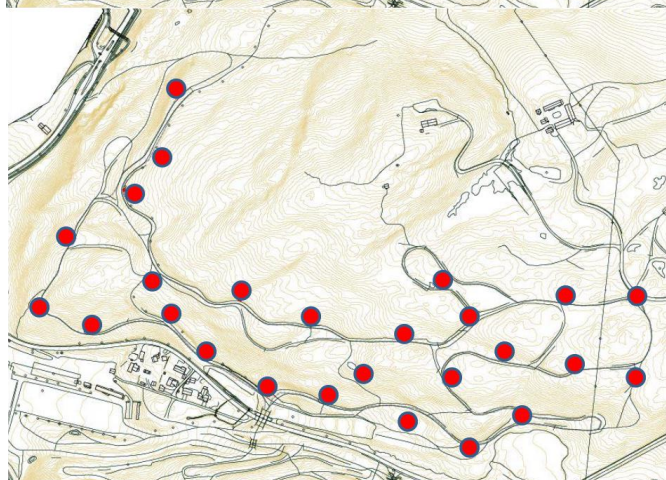


Eksempler/sammenligning byggekostnader viftekanoner og lanser

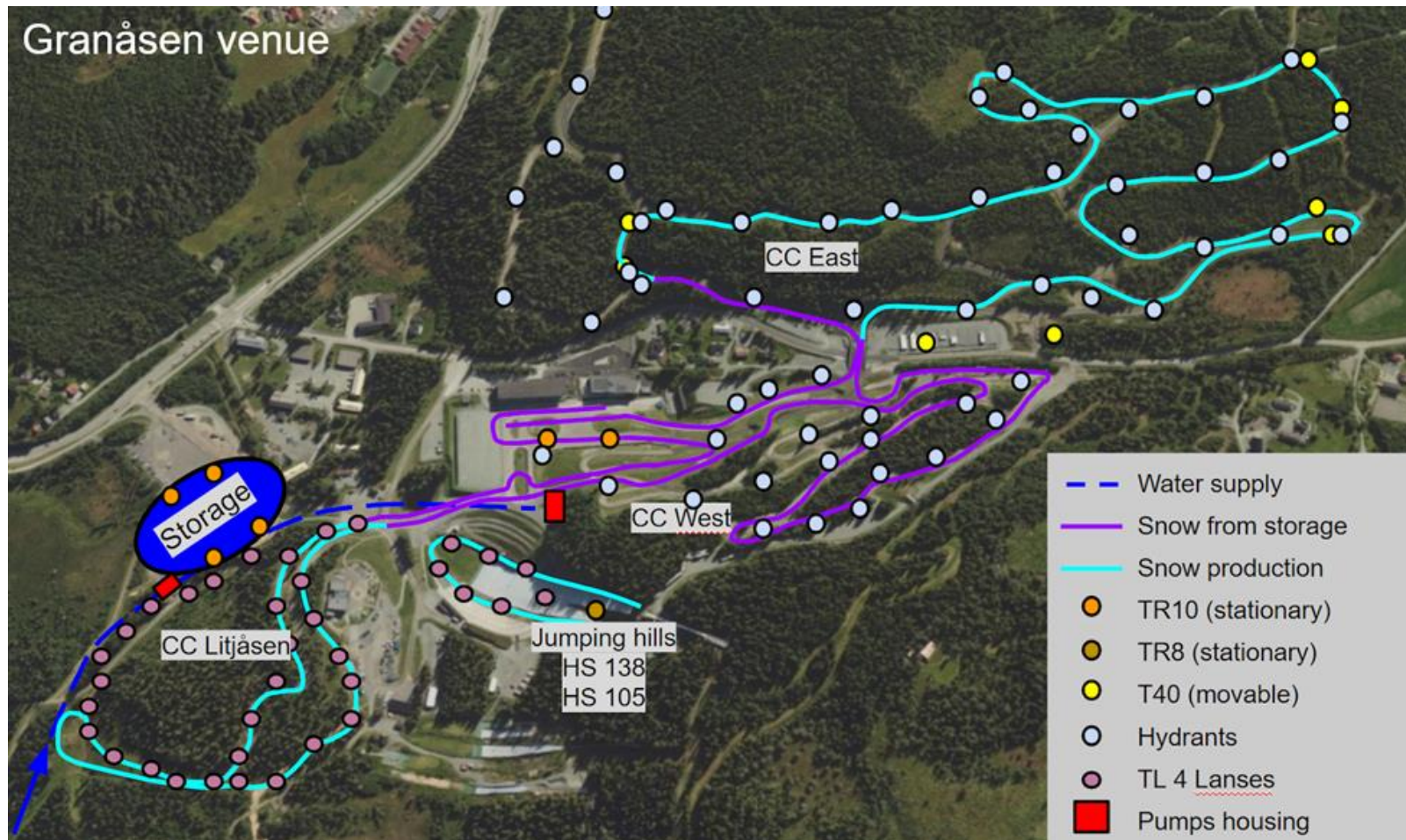
- Trondheim kommune med system (ca 12 kummer per km) for viftekanoner
- ca. 5 mill per km
- Trondheim kommune med system (ca. 28 kummer per km) for lanser
- ca. 14 mil per km



Punkter for lanser: 68 stk

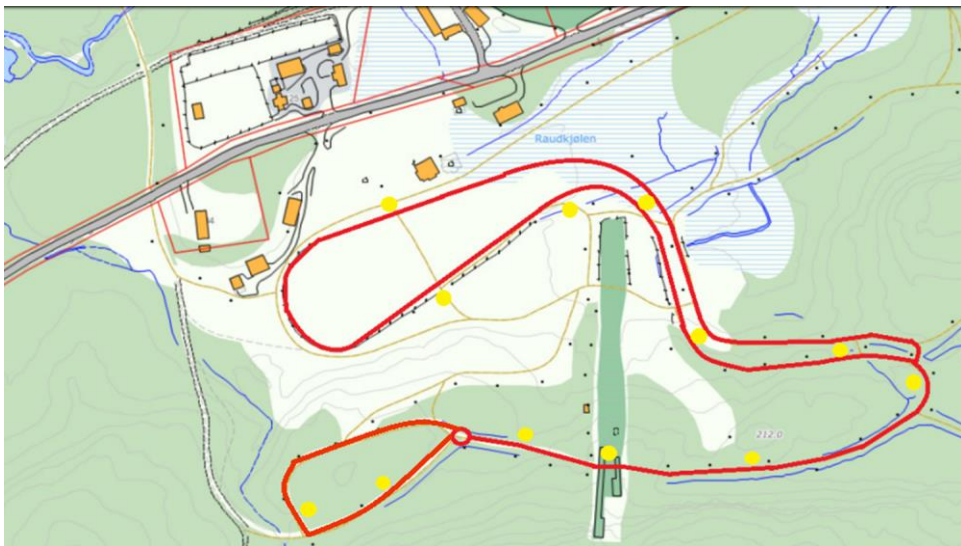


Punkter for viftekanoner: 26 stk



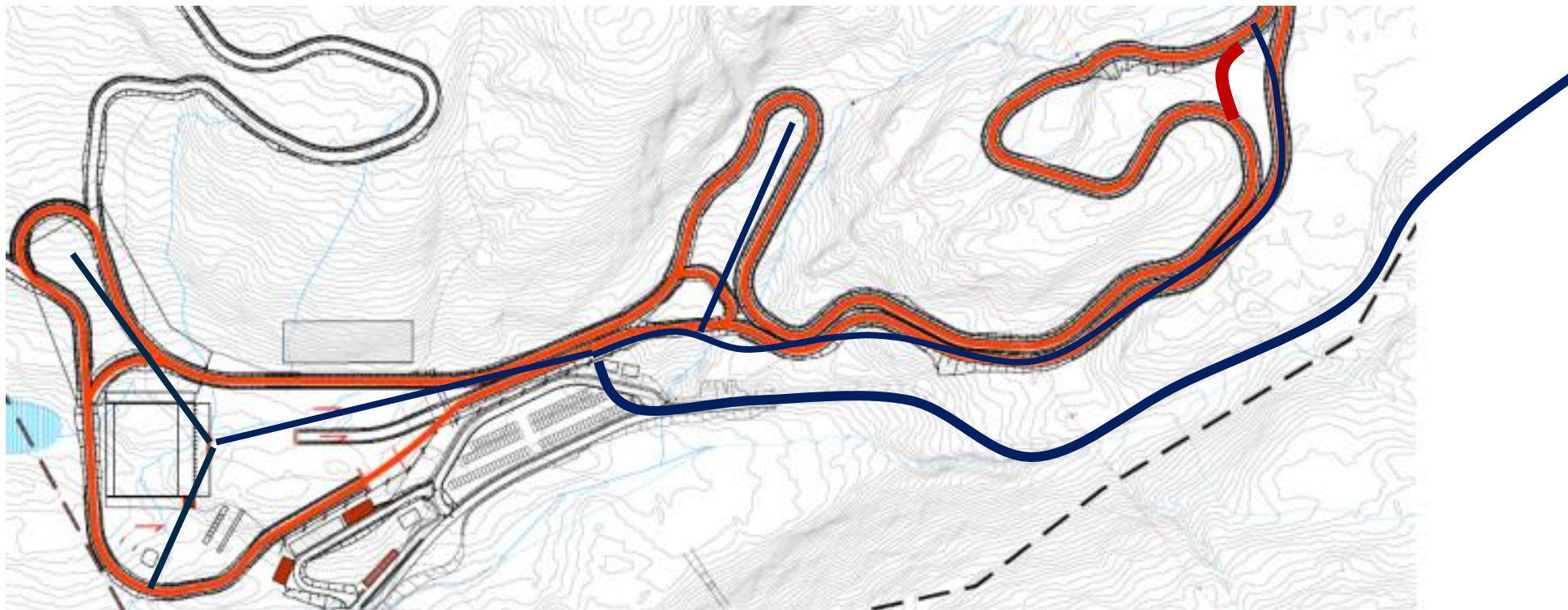
Eksempler/sammenligning kostnader

- Hommelvik med system (12 kummer) for viftekanoner
- ca. 2.5 mill per km løype



Eksempler/sammenligning kostnader

- Odal Skipark (under planlegging) med hybrid system (4 kummer for tårnkanoner på stadion og 14 kummer for lanser i løypene)
- ca. 5 mill per km løype (inkl. tilførselsrør)



Mest økonomiske og klimavennlige måte å lage snø på?

— Strøm per kubikkmeter snø for gitt temperatur:

- Lanse ca. 1,5 kWh (samme som en 1500 W panelovn)
- Viftekanon ca. 4,5 kWh
- Isfabrikk ca. 23 kWh

Strømkostnad per m³ snø (viftekanoner, pumper): ca. 5 NOK (med pris ca 1 kr/kWh)

Kostnad per produksjonsenhet:

- Viftekanon ca. 300 000 kr (m/tilbehør)
- Lanse ca. 70 000 kr

Mest økonomiske og klimavennlige måte å lage snø på?

— Driftskostnad:

- Veldig avhengig av systemet (fastmontert eller flyttbart), automatisering og frivillighet
 - OL Kina → 1 person per viftekanon
 - Andre land → 1 person per 5 – 10 kanoner/lanser
- Årlig service på deler av systemet
- Diverse store maskiner (skyve snøen ut) osv.

Spørsmål?
