SNOW FOR THE FUTURE

Arrangør- og anleggsseminar/Høstmøte 2021

Quality Hotel Hasle Linie, 23.10.2021

Ole Marius Moen, SINTEF Energi

Vinterforhold slik vi ønsker å ha det

SINTEF

Hundrevis av ski øydelagde: – Plassen som lil
å drepe alle toppski

LANGRENN.COM
Logg inn - Pluss
Forside | Pluss + | Nyhetskategorier | Resultater | Smøretips | Terminlister
Kjøp Langrenn Pluss (+) | Annonsering og profilering | Tips oss | Kontakt oss | Arkiv

Nye annonser
Artikkeltopp
* Red Bull
Nordenskiöldsloppet

Begivenheter

Ski Tour
Fra Sverige til Norge
* Hjemmeside
* Program
* TV-tider
* Norges tropp
* Pengepremier
* Bonussekunder
* Smøretips
* Startlister
* Resultater

VM Skiskyting
* Hjemmeside
* Program
* TV-tider
* Norges tropp
* Startlister
* Resultater
* Medaljeoversikt

NC Senior
* Resultater

NC Junior
* Smøretips
* Resultater

Trysil Skimaraton
* Smøretips
* Resultater

Furusjøen Rundt-rennet
* Smøretips
* Resultater

Langrenn på TV
* Sendetider

Skiskyting på TV
* Sendetider

Oppkjørte skispor
* Løyper i Norge
* Løyper i Sverige

WEB-kameraer
* Klikk for å se alle

NYESTE RESULTATER

Ski Tour | VM Anterselva | BKK Bulkenrennet | Ogndalsrennet | Teamstafett Overhalla | NM Skiorientering | ØTS-rennet | Marka Rundt | Madshus Skimaraton | **KLIKK FOR ALLE RESULTATER**

SKI TOUR: Tirsdag: Sprint: Finale: Kvinner-Menn | Prolog: Kvinner-Menn | **Totalt 2 av 6 etp:** Kvinner-Menn | Søn: 10/15 km: Kvinner-Menn | Lør: 10/15 km: Kvinner-Menn

---

Smøretips: Ski Tour

Lite snø i verdenscupløypene i Falun 2020. Foto: Modica/NordicFocus.

FLYTTER DRAMMEN WORLD CUP: – For øyeblikket har vi ikke snø nede i byen

INNOVATIVE PASSION

Oberhof er
lir øydelagde

kostbart.

ei
der

d og
en

fredag.

Gjermund Eriksteín-Midtbø
@MidtboeGjermund
Journalist

Hans Henrik Bårtvedt
Journalist i Oberhof

Publisert 13. jan. kl. 14:23
Oppdatert 13. jan. kl. 15:26

Her

TIDKREVJANDE: Det norske støtteapparatet må bruke mykje tid og ressursar på å slipe ned mange skipar. 30 par har blitt sendt til Noreg og like mange blir slipt på Fischer-fabrikken.

FOTO: HANS HENRIK BÅRTVEDT / NRK

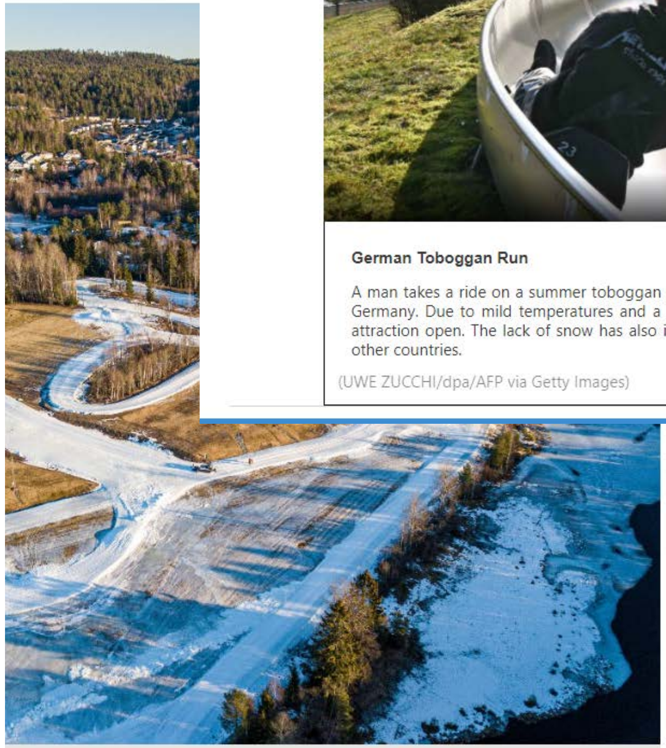
Ble størst uten å ønske det

Norge lo av franskmannens forberedelser - mener den uvanlige oppladningen sikret gullet

Mer om: Skiskyting →

DEL **DRAMMEN:** Det gjelder hvilken stilart

amtia
dringe
net på l



erud skistadion, men det blir justeringer på programmet. Foto: Rune Folkedal

23. januar 2020, kl. 10:35

r juryen for ski-NM på Konnerud bestemt at det
irranseprogrammet.

ANNONSE

NEWS

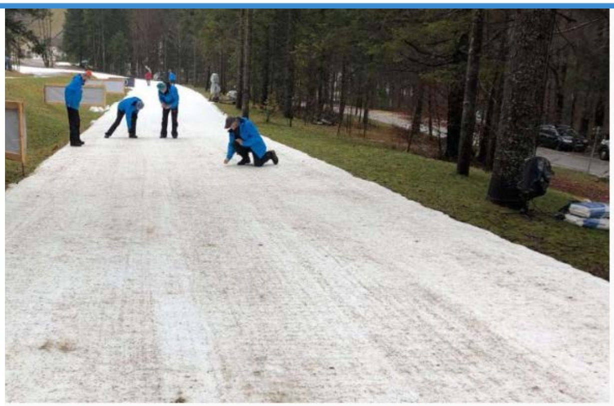
'No Snow': Climate Change is Challenging Ski Resorts Across the Globe

By Jan Wesner Childs · 5 days ago · weather.com

German Toboggan Run

A man takes a ride on a summer toboggan run on Jan. 16, 2020, in the winter sports resort of Willingen in western Germany. Due to mild temperatures and a lack of snow, the operator of the summer toboggan run has kept the attraction open. The lack of snow has also impacted ski resorts and other winter sports in France, Switzerland and other countries.

(UWE ZUCCHI/dpa/AFP via Getty Images)



printløypene i Planica fredag. Arrangøren i Planica gjør det de kan for at helgen konkurranser går som

ANNONSE

Snow for the future (2019-2022)

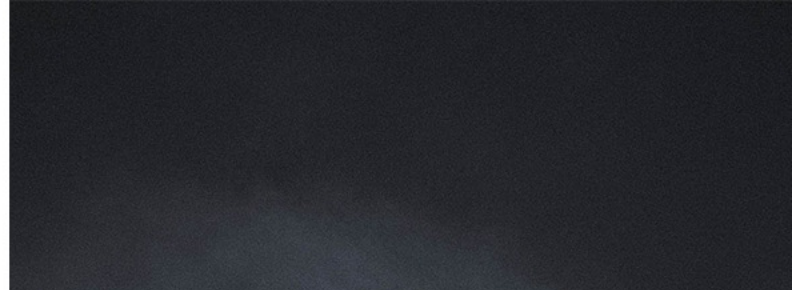
- Nye løsninger for snøproduksjon ved skianleggene
- Produksjon av snø uavhengig av temperatur
- Bidra til energieffektive og klimavennlige løsninger

1. Utvikling av snøteknologier
   - Temperaturuavhengig snøproduksjon
   - Snøproduksjon fra overskuddsvarme
2. Integrerte snøsystemer
3. Planleggingsverktøy
4. Snøkompetansesenter

SINTEF

Snø der folk bor

- Mindre og bynære anlegg
- energieffektive anlegg
- Klima, miljø i fokus



NTNU

NORGES SKISKYTTER FORBUND

NORGES SKIFORBUND

Kulturdepartementet

Klima- og miljødepartementet

TRONDHEIM KOMMUNE

SINTEF

PTG
THE VALUE OF PERFECT TEMPERATURE

FIS

Tradisjonell snøproduksjon

Temperature (°C) \ Relative humidity (%)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
-9	-11,9	-11,7	-11,6	-11,4	-11,2	-11,1	-10,9	-10,7	-10,6	-10,4	-10,3	-10,1	-9,9	-9,8	-9,6	-9,5	-9,3	-9,2	-9,0
-8	-11,1	-10,9	-10,7	-10,6	-10,4	-10,2	-10,0	-9,9	-9,7	-9,5	-9,3	-9,2	-9,0	-8,8	-8,7	-8,5	-8,3	-8,2	-8,0
-7	-10,3	-10,1	-9,9	-9,7	-9,6	-9,4	-9,2	-9,0	-8,8	-8,6	-8,4	-8,3	-8,1	-7,9	-7,7	-7,5	-7,4	-7,2	-7,0
-6	-9,5	-9,3	-9,1	-8,9	-8,7	-8,5	-8,3	-8,1	-7,9	-7,7	-7,5	-7,3	-7,1	-7,0	-6,8	-6,6	-6,4	-6,2	-6,0
-5	-8,8	-8,6	-8,3	-8,1	-7,9	-7,7	-7,5	-7,3	-7,1	-6,8	-6,6	-6,4	-6,2	-6,0	-5,8	-5,6	-5,4	-5,2	-5,0
-4	-8,0	-7,8	-7,6	-7,3	-7,1	-6,9	-6,6	-6,4	-6,2	-6,0	-5,7	-5,5	-5,3	-5,1	-4,9	-4,6	-4,4	-4,2	-4,0
-3	-7,3	-7,0	-6,8	-6,5	-6,3	-6,0	-5,8	-5,6	-5,3	-5,1	-4,8	-4,6	-4,4	-4,1	-3,9	-3,7	-3,5	-3,2	-3,0
-2	-6,5	-6,3	-6,0	-5,7	-5,5	-5,2	-5,0	-4,7	-4,5	-4,2	-4,0	-3,7	-3,5	-3,2	-3,0	-2,7	-2,5	-2,2	-2,0
-1	-5,8	-5,5	-5,3	-5,0	-4,7	-4,4	-4,1	-3,9	-3,6	-3,3	-3,1	-2,8	-2,5	-2,3	-2,0	-1,8	-1,5	-1,3	-1,0
0	-5,1	-4,8	-4,5	-4,2	-3,9	-3,6	-3,3	-3,0	-2,7	-2,5	-2,2	-1,9	-1,6	-1,3	-1,1	-0,8	-0,5	-0,3	0,0
1	-4,4	-4,1	-3,8	-3,5	-3,1	-2,8	-2,5	-2,2	-1,9	-1,6	-1,3	-1,0	-0,7	-0,5	-0,2	0,1	0,4	0,7	1,0
2	-3,7	-3,4	-3,1	-2,7	-2,4	-2,1	-1,7	-1,4	-1,1	-0,8	-0,5	-0,2	0,1	0,4	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0
3	-3,1	-2,7	-2,3	-2,0	-1,7	-1,3	-1,0	-0,6	-0,3	0,0	0,4	0,7	1,0	1,4	1,7	2,0	2,4	2,7	3,0
4	-2,4	-2,0	-1,6	-1,3	-0,9	-0,6	-0,2	0,2	0,5	0,9	1,2	1,6	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3	3,7	4,0

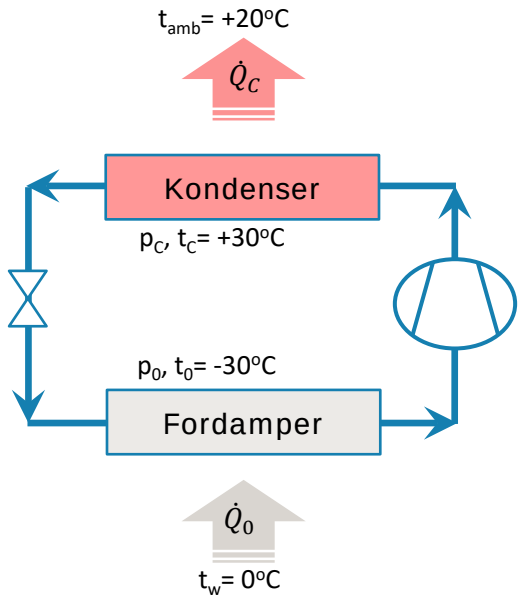
Good snow quality Poor snow quality No snowmaking

(Eikevik 2017).

SINTEF

Temperaturuavhengig snøproduksjon

- Teknologien eksisterer hos flere leverandører
- Muliggjør snøproduksjon i plussgrader
- Fordeler
  - Garantere sesongåpningsdato i samspill med snølagring eller som et eget system
  - Sikre snø i varme vintre
  - Kan brukes som et topplag på lavkvalitets snø fra lagring
  - Bruk av maskinen som en varmepumpe



Steder hvor dette er tatt i bruk:

Norge: Geilo, Sjusjøen, Oslo
Russland: Sochi (2014 Olympics)
Sverige: Idrefjell, Torsby ski tunnel, Anglagården ski hall
Italia: Lago di Tesero in Val Di Fiemme
Finland: Kivikko ski hall
Østerrike: Pitzdal, Zermatt
USA: Lake Placid, North Star
Sveits: Zermatt

Temperaturuavhengig snøproduksjon

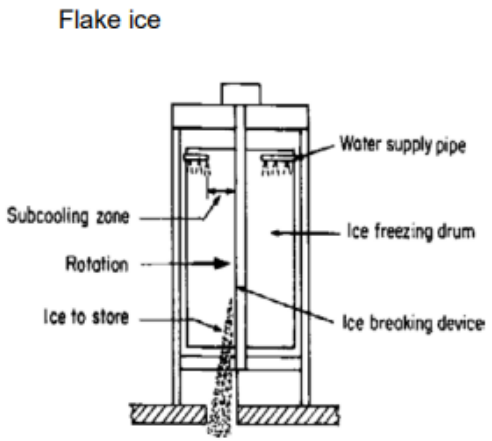
Ulemper:

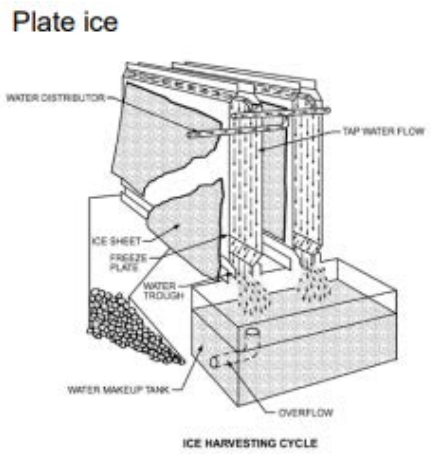
- Energikrevende: 20-30 kWh/m^3 Snø mot 0.5-6 kWh/m^3 (tradisjonell)
- Lav produksjonskapasitet: Typisk 100-200 m^3/d mot 600-2400 m3/d (kanon)
- Høy investeringskostnad: 7-35 MNOK
- Plasskrevende: f.eks L:30, B10, H:10,

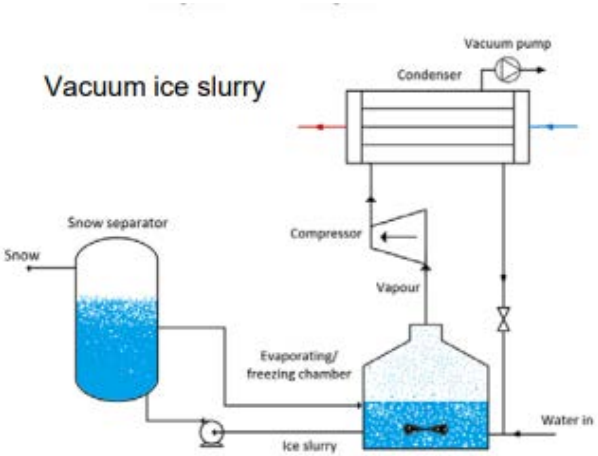
Fokus i Snow for the Future

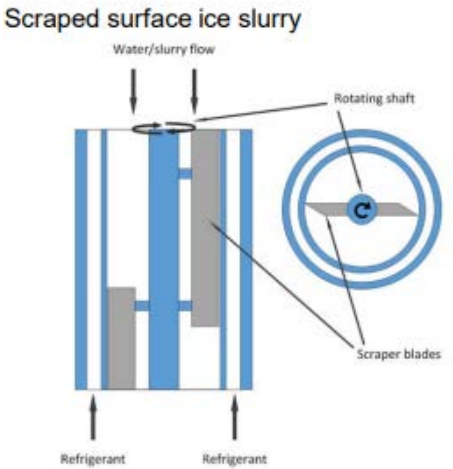
- Økt effektivitet i komponenter og systemer
- klimavennlige naturlige arbeidsmedier
- Systemer for integrert varmeproduksjon

Teknologier









Flakis

- Benytter tradisjonell kuldekrets der fordamperen overrisles med vann
- "Tørr" is
- Isen skrapes av ved hjelp av roterende kniv
- Knuses til ønsket størrelse
- Mest benyttet
- Billigst i innkjøp, men høyere energibehov
- Produsenter: TechnoAlpin, Focusun

Plate-is

- Vann fryser på plate eller i rør
- Isen smeltes løs, gir "våt" is
- Knuses til ønsket størrelse
- Mer energieffektivt enn flakis
- Produsenter: PTG, SnowMagic

Vakuum-is slurry:

- Opererer på trippelpunktet for vann
- Produserer våt snø, høyere kvalitet
- Effektivt, lite energiforbruk
- Høye investeringskostnader
- Produsenter: IDE, Demaclenko

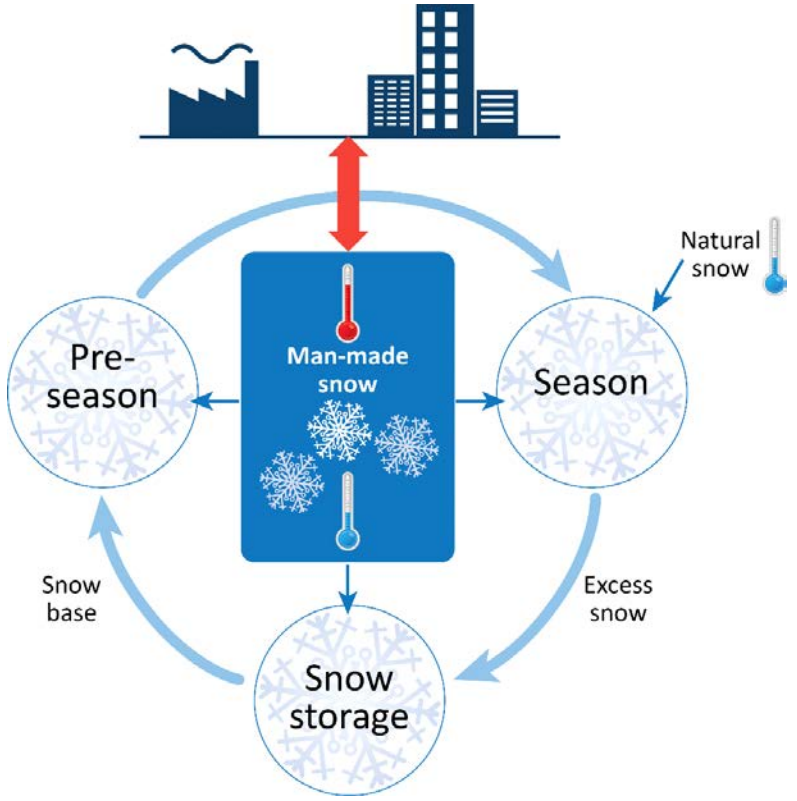
Skrap-is slurry

- Mest brukte og utviklede is-slurry maskin
- Blanding av vann og salt, våt snø
- Mer energikrevende enn vakuum-teknologi
- Roterende skrapere
- Produsenter: SnowTek

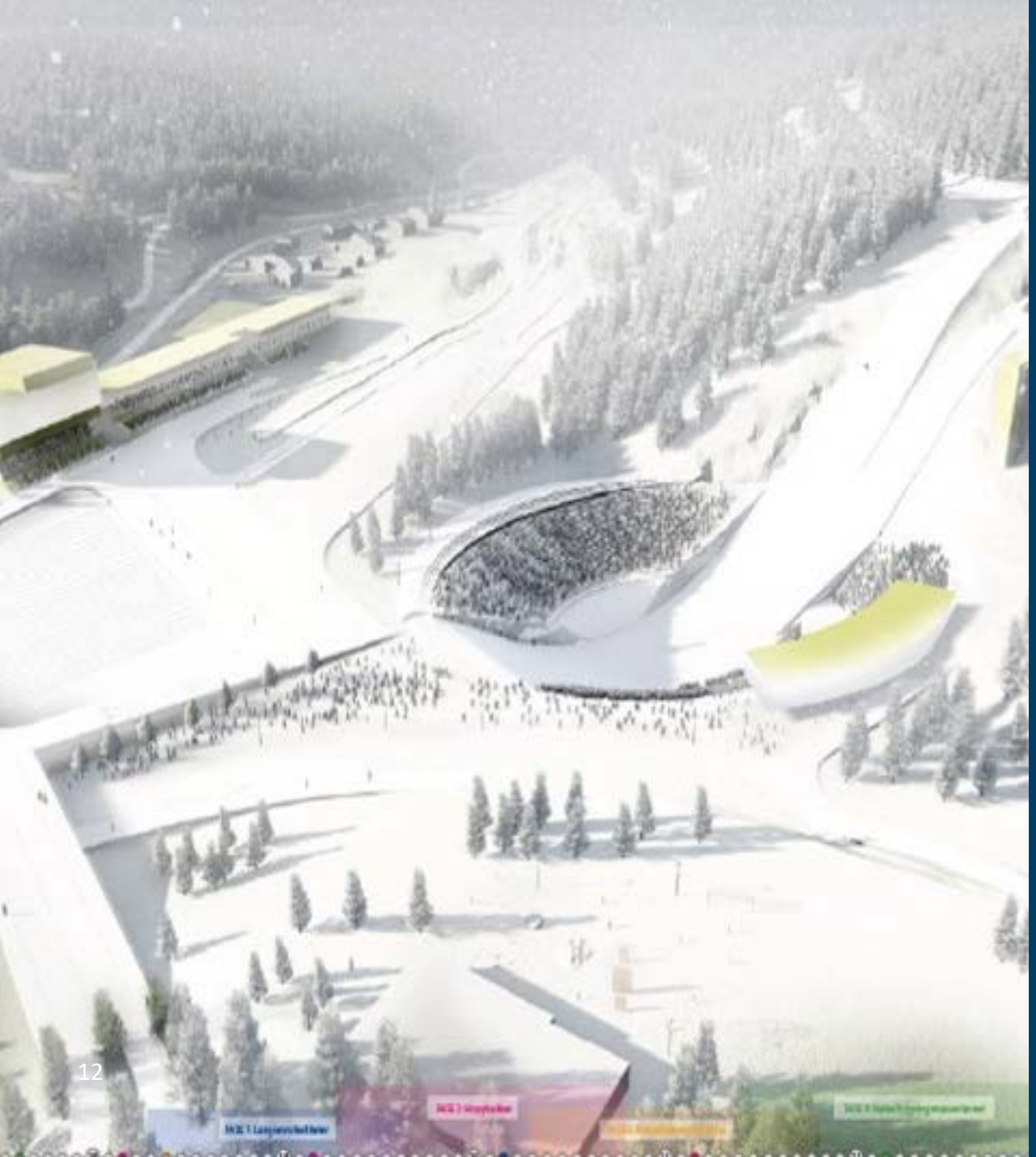
SINTEF

Temperaturuavhengig snøproduksjon - Integrasjon mot andre energisystemer

- Integrasjon av snøproduksjon og oppvarmingsbehov
- Ved å utnytte overskuddsvarmen fra snøproduksjon kan dette bli mer lønnsomt
- Bruksområder:
  - Direkte (20-30°C) romoppvarming
  - Vha. varmepumpe (60-90°C): tappevann, integrasjon mot evt. Fjernvarmenett i byer
  - undervarme til fotballbane, footballhall, svømmehall



SINTEF

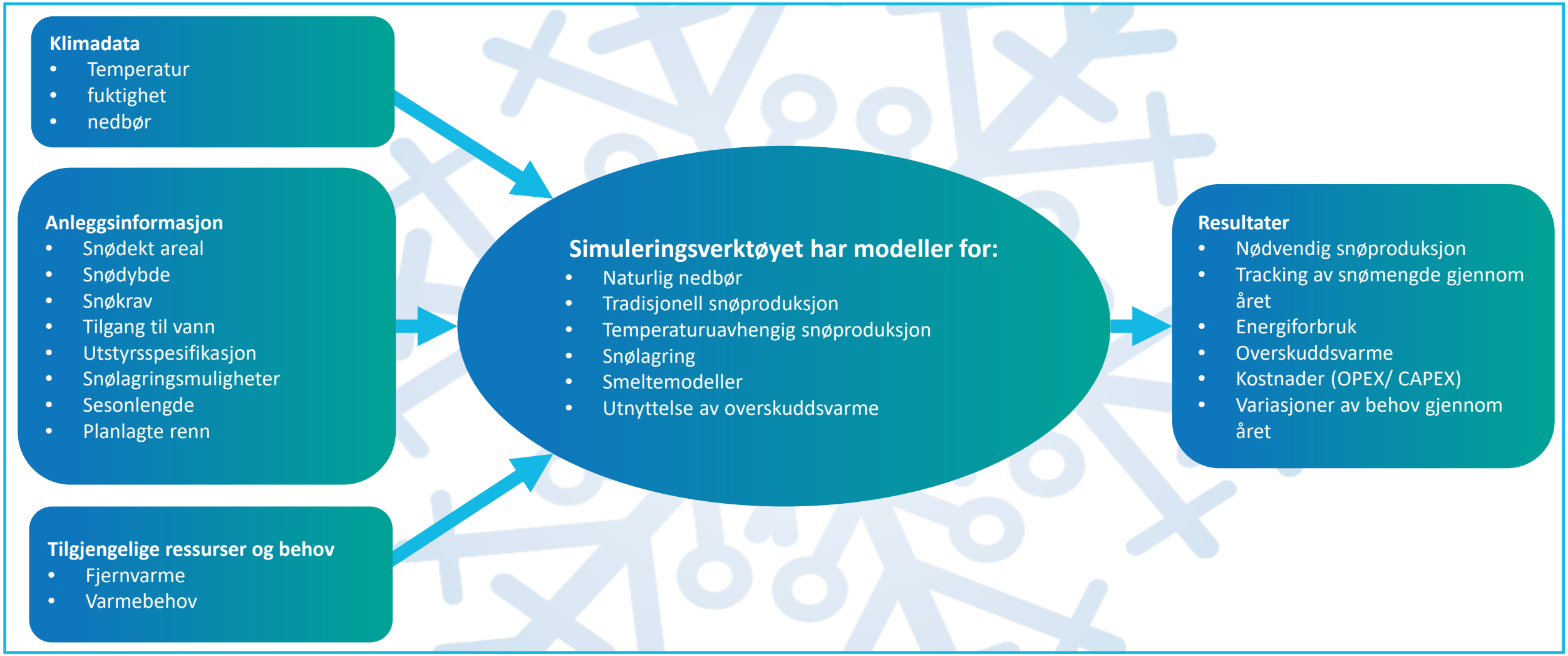


Smart planlegging

- For destinasjoner og arenaer
- Planlegging av arrangement
- Hvordan ulike faktorer påvirker snø betingelsene
- Kobling av behov og krav til omkringliggende installasjoner

SINTEF

Datamodell for snøplanlegging og evaluering



SINTEF

Anvendelser

- Tilpasset modell for hvert enkelt anlegg
- Vurdere ulike løsninger for å oppfylle snøbehov for anlegget
- Finne optimal strategi for produksjon og lagring av snø
- Minimere energiforbruk, kostnader, utslipp av klimagasser

- Casestudier:
  - Viktige arrangementer: Konsekvens av perioder med lite snø og høye temperaturer
  - Planlegge utvidelser av eksisterende anlegg eller nye anlegg
  - Fremtidige klimascenarioer

Granåsen Case

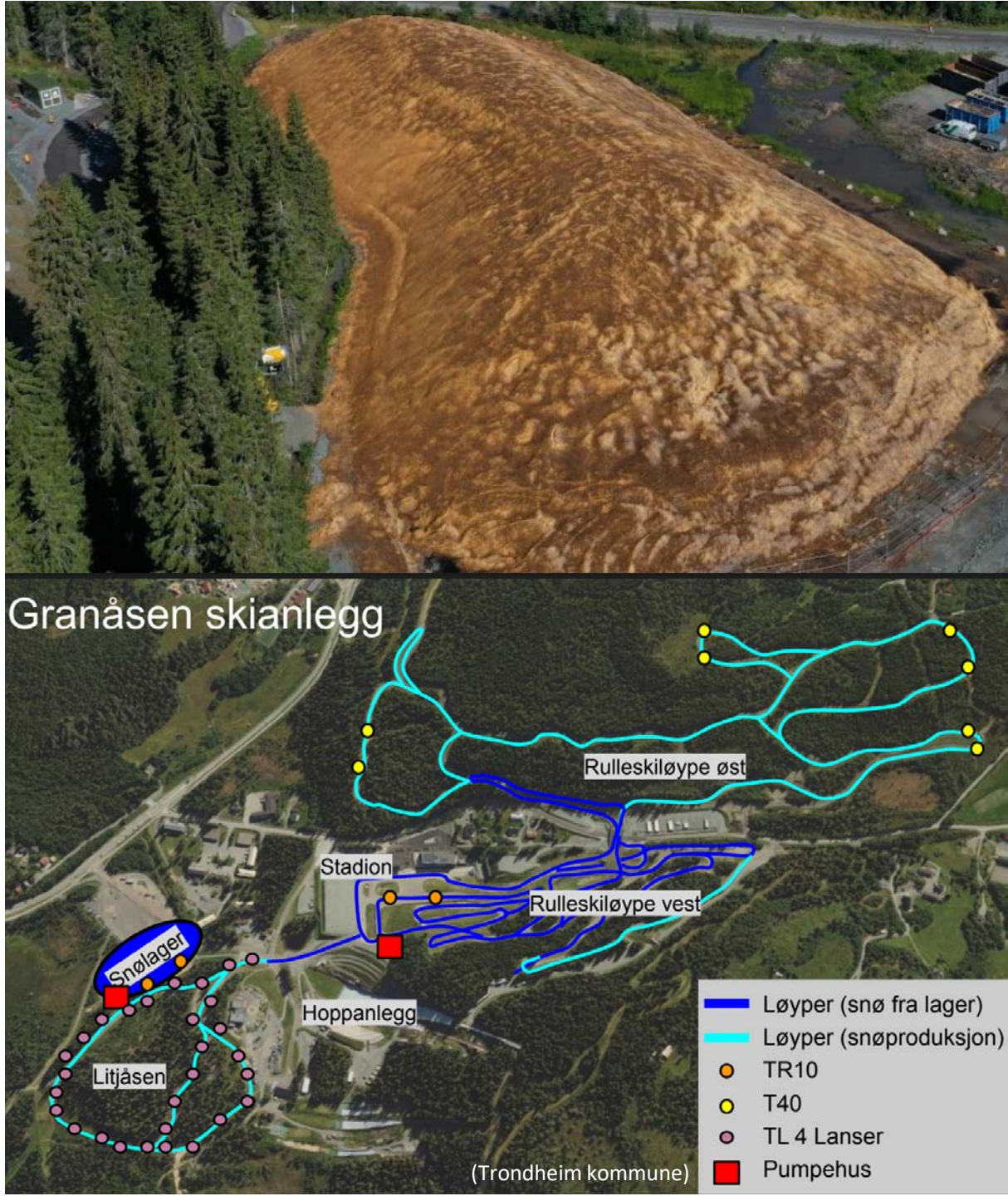
Anleggsbehov:

- Klar til sesongstart i starten av desember
- Snølager: Ønskelig med 20 000 m^3 inn mot sesong → utlegging til åpningsløype
- For å dekke alle løypene: ca 50 000 m^3
- Sikre snø til VM 2025?

Modellen simulerer effekten av ulike løsninger og valg:

- Snøproduksjon og lagring:
  - Lanser og kanoner
  - Snølager
  - Hente snø fra andre steder
  - Temperaturuavhengig snøproduksjon
- Sesong start/slutt
- Løypelengde og snødybde

Hvilke løsninger gir god snøsikkerhet sammen med lavt energibehov, kostnad og CO2 utslipp?

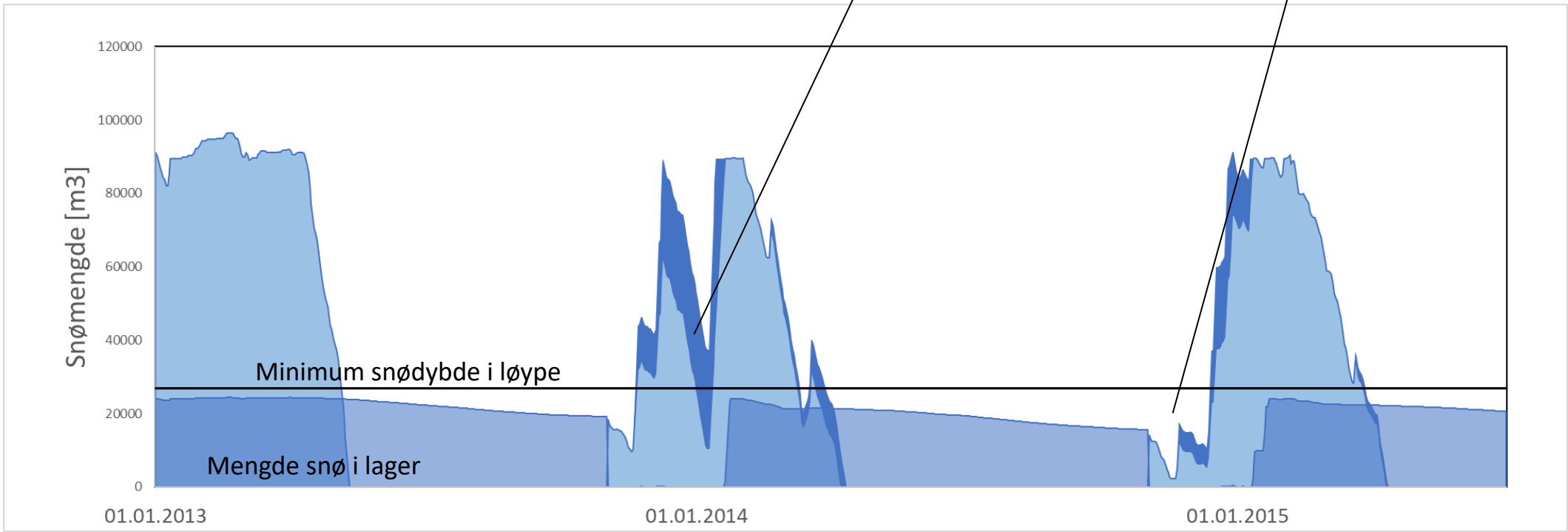


Granåsen Case – eksempel

Utvelgelse av værdata: Dårlige sesonger i 2013-2015

Effekt av å øke antall lanser og kanoner mot dagens løsning:

- 20-ekstra sesong dager
- Pris: +500 kNOK (strøm) + investering



Snø fra overskuddsvarme?

- Temperaturuavhengig snøproduksjon er svært strømkrevende
- Stort overskudd av "gratis" varme i Norge
- Finnes det varmekilder i nærheten av anlegget, f.eks fjernvarmenett eller industri?
- Varme kan brukes til å produsere snø

Varmedrevet snøproduksjon

- Flere mulige metoder, typisk ved bruk av sorpsjonsteknologi eller termomekaniske prinsipper
- Krever temperaturer over 80-90°C
- Tre ganger mer energikrevende å bruke varme enn strøm: → >100 kWh/m3 snø
- Krever nærhet til varmekilden: Dyrt og lite effektivt å transportere varme over lange avstander

Isproduksjon fra en absorpsjonsenhet (energy-concepts.com)

Vakuumbasert snøproduksjon (DemacLenko.com)

Potensielle Varmekilder

Hovedkilder til varme i Norge:

Fjernvarme:

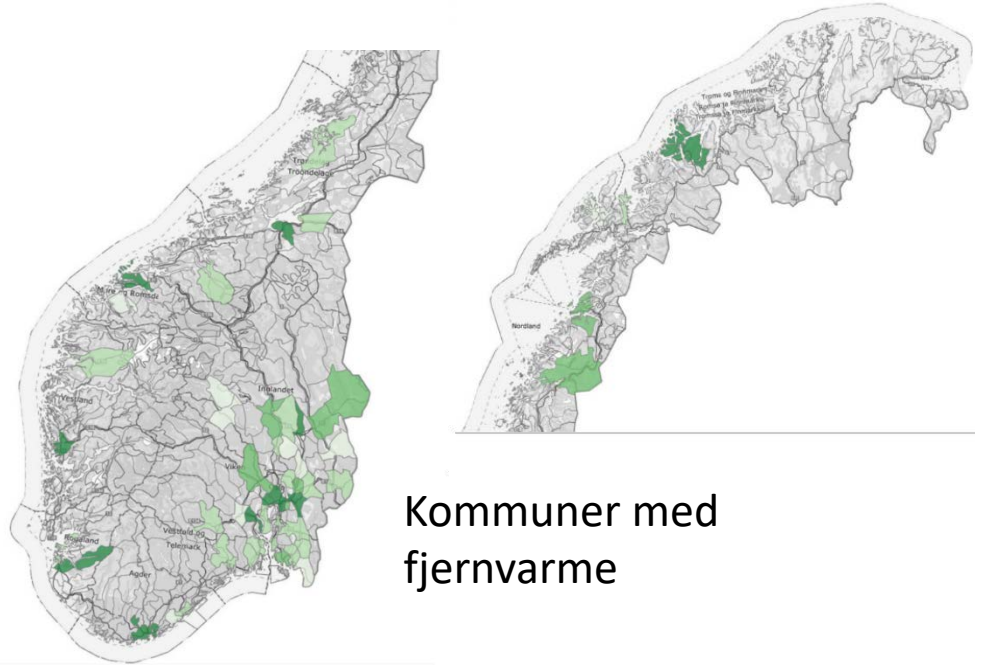
- Finnes i over 100 kommuner, 7 TWh – særlig utbredt på Østlandet
- Opp mot 120 °C
- Billigst varme fra avfallsforbrenningsanlegg, mye overskuddsvarme på sommeren

Spillvarme fra industri:

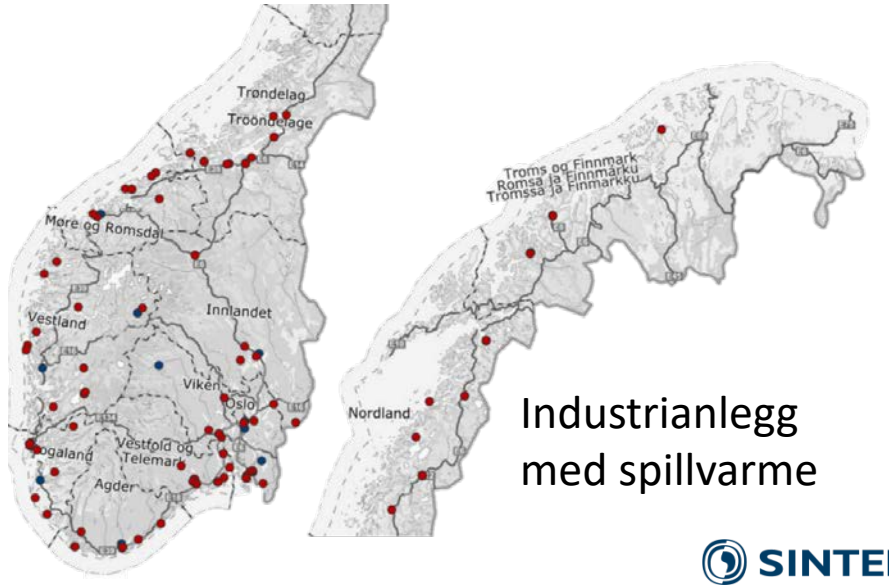
- Potensial: 10 TWh, høye temperaturer
- Om lag 100 industrianlegg, De fleste i langs kysten og på vestlandet
- Kan være kostbart og krevende å utnytte

Konklusjon:

- Aktuelt for anlegg som vurderer temperaturuavhengig snøproduksjon som supplement
- Må ligge i nærheten av varmekilder
- Ikke kommersialisert i samme grad som strømdrevet temperaturuavhengig snøproduksjon
- Varmen må være tilgjengelig på høy temperatur (>80-90°C) ; og være gratis eller betydelig billigere enn strøm



Kommuner med fjernvarme



Industrianlegg med spillvarme

SINTEF

Kompetansesenter

- Mangel på etablerte kunnskaps-nettverk for snøproduksjon
- Stort gap mellom store og små anlegg
- Mer fokus på produksjon av snø
- Små anlegg etterspør en kanal

Snøkompetansesenteret

Skiidrettens senter for praktisk kompetanse i energi- og kostnadseffektiv produksjon, lagring, preparering, bevaring og behandling av snø

Snøkompetanse.no

PRODUKSJON AV SNØ

LAGRING AV SNØ

PREPARERING AV SNØ

BEVARING AV SNØ

Snøkompetansesenter

Nettsiden snøkompetanse.no er et samlested

- Den praktiske delen av snow for the future
- Forklare forskningsresultatene på en forenkla måte
- Forklare hva som praktiseres “rundt omkring”

Dekker de fleste skidisipliner:

- Hopp, langrenn, alpint, terrengparker, skiskyting

Målgruppen er middels store og mindre skianlegg, driftere og arrangører

Eksempler på praktiske temaer på nettsiden

- Hvordan best produsere snø
- Hvordan best lagre snø over sommeren
- Hvordan best preparere snø
- Hvordan best behandle and bevare snø

Disse spørsmålene besvares på nettsiden, med linker til forskningsartikler, seminarer, og annen relevant informasjon og nyheter

Nettsiden som kunnskapssenter?

- Hvilke anlegg har noe å lære bort?
- Hvilke løypekjørere har noe å lære bort?
- Hvis du har, send notat til: John Aalberg

kjaalberg@aol.com

SINTEF

Oppsummering

- Påliteligheten av snø fra naturlig nedbør og tradisjonell snøproduksjon er avtagende
- Temperaturuavhengig snøproduksjon er et nyttig supplement, men dyrt og energikrevende i dag. Mulige løsninger:
  - Utnyttelse av overskuddsvarme for å dekke lokale varmebehov
  - Potensial for økt energieffektivitet – Bruk av miljøvennlige kjølemidler
  - Varmedrevet snøproduksjon er også en mulighet – Finnes det gratis eller billige varmekilder i nærheten av anlegget?
- Simuleringsverktøy kan gi svar på hva slags metoder for produksjon og lagring av snø som er best for hvert enkelt anlegg

SINTEF

Teknologi for et bedre samfunn