



KULTURDEPARTEMENTET

Veileder

Snøproduksjon og snøpreparering





KULTURDEPARTEMENTET

Veileder

Snøproduksjon og snøpreparering



Innhold

Forord	7
1 Spillemidler – krav til søknad	9
2 Hva er et snøsystem og hvorfor trenger man det?	10
2.1 Hvorfor produsere snø?	11
2.2 Ulike typer snøsystem og snøkanoner.....	11
2.3 Temperaturavhengig snøproduksjon.....	14
3 Vann- og strømforsyning	15
3.1 Tilgang på vann, ulike vannkilder	15
3.2 Vann fra tjern	16
3.3 Sandfiltre	16
3.4 Matepumper/ trykkpumper.....	16
3.5 Vannføring	16
3.6 Vanntrykk.....	17
3.7 Type rørgate	17
3.8 Pumpehus.....	18
3.9 Kjøletårn	19
3.10 Strømtilførsel	19
4 Automatisk driftsstyring og energikontroll	20
5 Planlegging av snøsystemer	21
5.1 Planlegg for både nåværende og fremtidige behov	21
5.2 Klimaet der snøsystemet skal etableres bør veie tungt ved valg av utstyr	21
5.3 Innhent flersammenlignbare pristilbud	21
5.4 Vurdering av drift- og vedlikeholdskostnader.....	22
5.5 Plassering av snøkanoner.....	22
6 Snøteori	25
6.1 Dannelse av natursnø og kunstsno	25
6.2 Hva skjer når et snøkrystall dannes?	25
6.3 Snøkvalitet.....	26
6.4 Hvordan finne riktig snøkvalitet	26
6.5 Klimatiske forhold	28
6.6 Tilsetninger (Naturlige proteiner)	28



7	Snøproduksjon – forberedelser og rutiner	29
7.1	Terrengmessige forberedelser før sesongstart	29
7.2	Tekniske forberedelser før sesongstart	29
7.3	Driftsinstruks snøproduksjon	29
7.4	Rutiner ved ulike skift	31
7.5	Sikkerhet/ bemanning	32
7.6	Produksjonsmengde.....	32
7.7	Tidsforbruk	33
7.8	Noen rammebetingelser	34
8	Snøproduksjon i terrengparker og anlegg for nordiske grener	36
8.1	Snøproduksjon i terrengparker/ freestyleanlegg og skileikanlegg.....	36
8.2	Snøproduksjon i hoppanlegg	36
8.3	Snøproduksjon i langrennsanlegg	36
9	Snøpreparering	39
9.1	Oppgaver for prepareringsstaben.....	39
9.2	Prepareringsmaskinen og tilleggsutstyr	40
9.3	Bruk og effekt av det ulike utstyret	42
9.4	Preparering av nedfartet	42
9.5	Preparering av trenings- og konkurransetraseer.....	44
10	Salting	48
10.1	Fremgangsmåte.....	49
11	Balking	50
11.1	Fremgangsmåte.....	50
12	Snølagring.....	52
12.1	Lagringssted og form på snøhaugen	53
12.2	Dekningsmateriale	53
12.3	Avsmelting.....	54
12.4	Snøproduksjon til lagring	54
12.5	Underlaget.....	54
12.6	Transport.....	54





Forord

Kulturdepartementet og Norges Skiforbund har i samarbeid utarbeidet flere publikasjoner om planlegging, bygging og drift av skianlegg.

Denne veilederen erstatter en tidligere veileder om snøproduksjon utgitt i 2004. Siden den veilederen ble utgitt har det vært en omfattende teknisk utvikling når det gjelder selve snøproduksjonsutstyret, og ikke minst når det gjelder hvordan systemet for snøproduksjon legges opp i det enkelte anlegget.

Norges Skiforbund har som hovedmål at ski skal være Norges nasjonalidrett og erkjenner at gode, snøsikre anlegg er en grunnforutsetning for å realisere målet. Gjennom prioriterte anleggsplaner er klubber og kommuner pådrivere for utvikling og innføring av oppdatert teknologi. Behovet for veiledning og kunnskap om snølegging går i takt med utbredelse og fornying av produksjonsutstyret.

Klimautfordringer med mildere og kortere vintersesonger aktualiserer både kompetanseheving og snøteknologi som er anvendelig under marginale forhold. Ettersom snøproduksjon og snøpreparering er likestilte innsatsområder for et vellykket sluttresultat inneholder denne veilederen et kapittel om snøpreparering av tradisjonelle nedfarter og renntraseer. Temaet snølagring er også kort omhandlet ettersom dette er en metode for snøsikring som blir utprøvd i stadig flere miljøer. Det har vært viktig også å formidle erfaringer som er høstet av drivere av anlegg, så vel for alpinanlegg som anlegg for nordiske grener og skileikanlegg.

Målgruppen for denne veilederen er drivere av små og mellomstore skianlegg. Teorien er grunnleggende i forhold til forklaring av utstyr og produksjonsmetoder under ulike forhold.

På oppdrag fra Norges Skiforbund og Kulturdepartementet er denne veilederen utarbeidet av Norwegian Snow Consulting ved Marit Gjerland og Geir Ødegaard Olsen.

Oslo, april 2014

Marit Wiig
ekspedisjonssjef
Kulturdepartementet

Stein Opsal
generalsekretær
Norges Skiforbund





1 Spillemidler – krav til søknad

Staten har som mål å bidra til bygging og rehabilitering av infrastruktur, slik at flest mulig kan drive idrett og fysisk aktivitet. Spillemidler til bygging og rehabilitering av idrettsanlegg skal bidra til en infrastruktur som gir befolkningen mulighet til å drive både egenorganisert aktivitet og aktivitet i regi av den frivillige medlemsbaserte idretten. Anlegg i lokalmiljøet som stimulerer og tilfredsstiller barns behov for fysisk aktivitet i organiserte eller egenorganiserte former, prioriteres særskilt.

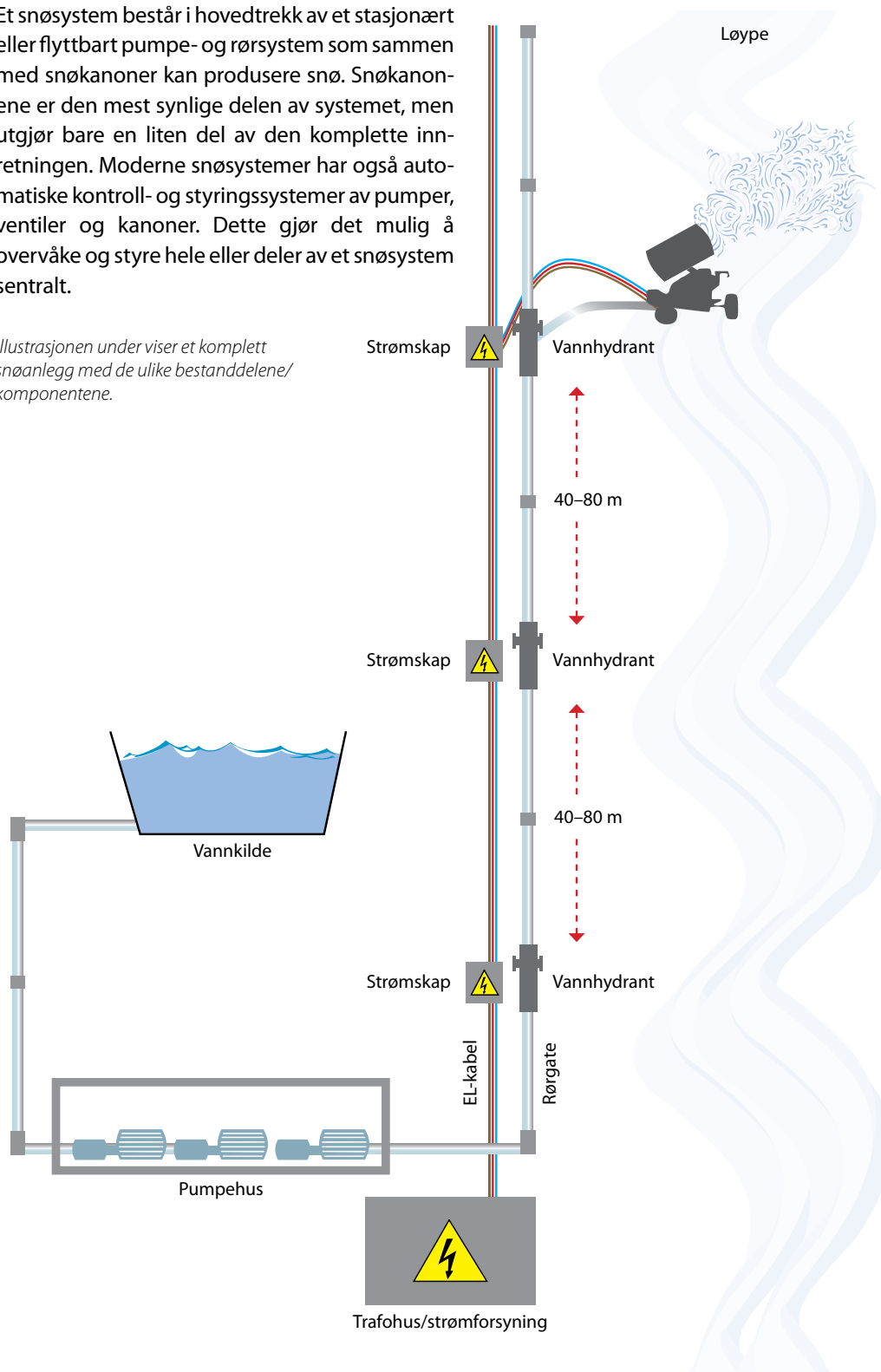
Søkere om tilskudd til anlegg for idrett og fysisk aktivitet kan være kommuner/fylkeskommuner og idrettslag, samt andre typer sammenslutninger slik det fremgår av Kulturdepartementets publikasjon V-0732 "Bestemmelser om tilskudd til anlegg for idrett og fysisk aktivitet" som finnes i elektronisk utgave på www.idrettsanlegg.no. Det er et krav at idretten og/eller det offentlige sikres kontroll med eierskap og drift av spillemiddelfinansierte anlegg. Det er et grunnleggende prinsipp at støtte i form av spillemidler ikke skal danne grunnlag for fortjenestebaserte eieformer eller omdannes til fortjeneste for private eiere.

Det kan gis tilskudd til snøproduksjonsutstyr, herunder snøkanoner, pumper, vannbasseng, tilførselsledninger og annet utstyr som er nødvendig for snøproduksjon. Nødvendige offentlige tillatelser og konsesjoner for eventuelt uttak av vann fra vassdrag eller bygging av vannbasseng må foreligge før spillemidler kan utbetales. Søknadsprosedyre og tilskuddssatser er beskrevet i departementets bestemmelser.

2 Hva er et snøsystem og hvorfor trenger man det?

Et snøsystem består i hovedtrekk av et stasjonært eller flyttbart pumpe- og rørsystem som sammen med snøkanoner kan produsere snø. Snøkanonene er den mest synlige delen av systemet, men utgjør bare en liten del av den komplette innretningen. Moderne snøsystemer har også automatiske kontroll- og styringssystemer av pumper, ventiler og kanoner. Dette gjør det mulig å overvåke og styre hele eller deler av et snøsystem sentralt.

Illustrasjonen under viser et komplett snøanlegg med de ulike bestanddelene/ komponentene.





2.1 Hvorfor produsere snø?

Snøproduksjon er aktuelt i alle typer anlegg som har behov for snø. Det vil si anlegg for alpint, terrengparker, langrenn, hopp og nærmiljøanlegg for skileik og aking. Utilstrekkelige mengder med natursnø er et problem i de aller fleste skianlegg. Snøproduksjon bidrar til tidligere sesongåpning og sesongforlengelse. En god såle av kunstsno og etterfylling av snø er også med på å sikre gode og stabile forhold gjennom vinteren. I tillegg kan det produseres snø til spesielle arrangementer. Terrengparkene er blitt svært snøkrevende områder ettersom de fleste elementene i en slik park er bygd opp av snø. Skicrossløyper er også eksempel på at nye skidisipliner skaper behov for mer snø i anleggene.

Snøproduksjon har bidratt til at publikum har større forventninger til et stabilt snøunderlag gjennom hele dagen og hele sesongen. Med bedre heiskapasitet og økt trafikk i nedfartene, er det i dag utenkelig å bygge et anlegg uten snøsystem. Slitasje fra skiløpere, store prepareringsmaskiner, bratte bakker og store elementer stiller krav til økte snømengder som man ikke kan forvente kommer i form av natursnø. Til eksempel kan det nevnes at selv sommerskisentre på høytliggende breer lager snø for å sikre sommersesongen.

Påfyll av nysnø gir bedre skiopplevelser for skiløpere på alle nivåer, men det er spesielt viktig at nybegynnere får en god følelse med underlaget om skiinteressen skal vedvare. Dette gjelder også i økende grad langrennsanlegg. Klimautviklingen gjør at tradisjonelt sikre snøsoner ikke lenger er like forutsigbare, og dette fremmer behovet for snøsystemer også i anlegg hvor krav til snømengde i utgangspunktet er mindre enn i alpinanlegg og terrengparker.

2.2 Ulike typer snøsystem og snøkanoner

Man opererer med to hovedtyper snøanlegg: stasjonære og mobile. Under følger en kort beskrivelse av disse. Alle typer snøkanoner kan brukes både i stasjonære og i mobile anlegg.

Stasjonære system

Disse har permanent vanninntak fra innsjø, elv, bekk, eller større kommunale vanninntak. I tillegg kommer pumpehus, stasjonært kompressoranlegg, permanent strømtilførsel, rørsystem for vann, luft-rørgate og/eller strømkabel i bakken langs nedfarten. Dette kan være stasjonære eller flyttbare vifte- eller høytrykkskanoner koplet til hydranter, strømskap med jevne mellomrom langs nedfarten. Denne type snøsystem er mest vanlig for alpinanlegg, større hopp- og langrennsanlegg.

Mobile system

Dette er aggregatdrevne anlegg med mobile pumper og kanoner, plassert på tilhenger eller traktor. Her flyttes aggregat og pumper på henger sammen med snøkanonene rundt i terrenget. Eneste tilkopling som trengs er vann under relativt lavt trykk (2-7 bar). Dette kan komme fra nærliggende bekker eller kommunalt vann. Dette er egnede system for nærmiljøanlegg, hoppbakker og langrennsarenaer. Slike



Flyttbare system med kanoner og aggregat er mest anvendt i mindre anlegg og langrennsanlegg.



systemer er relativt arbeidskrevende, men rimeligere investeringer. Man trenger ikke permanent bygningsmasse eller kraftig strømkabel fra det offentlige nett. Disse er stort sett manuelle anlegg.

Manuelle, halvautomatiske og automatiske system

Nye anlegg som selges i dag er stort sett halvautomatiske eller automatiske, men fortsatt opereres det med betegnelsene manuelle, halvautomatiske og automatiske anlegg.

Manuelle system

Manuelle anlegg krever at operatøren manuelt må starte/stoppe, samt justere pumper og kanoner. Antall dyser og/eller vannmengde til hver enkelt kanon må justeres manuelt for å lage best mulig snø. For å oppnå et godt resultat, kreves derfor dyktige snøleggere. Det er arbeidskrevende å betjene manuelle anlegg og tilsyn er nødvendig minst hver 2. time dag og natt. Det er fullt mulig å installere en automatisk snøkanon sammen med andre manuelle kanoner i et manuelt system, da automatiseringen sitter på selve kanonen. Det er mest aktuelt med manuelle anlegg i mindre skianlegg og kan også anbefales der det er stabile kuldeforhold hvor det er relativt begrenset antall timer man kan lage snø i løpet av sesongen.

Halvautomatiske system

Ved halvautomatiske anlegg forenkles noen av justeringene slik at en kan foreta en rask oppstart og stenging av flere kanoner samtidig. Dette gjøres ved at kanonene er forhåndsinnstilt i forhold til åpning på luft og vann. Kanonene vil starte når luft og vann blir tilført rørgatene via en pumpestasjon. Ulempen er at dette gir dårlig kvalitetsstyring av snøproduksjonen. På viftekanoner betyr halvautomatikk at f.eks. temperatur må stilles inn manuelt og kanonen justerer vanntilførselen selv i forhold til dette.

Fordelene ved halvautomatiske anlegg er at de er rimeligere ved investering og at det er lite vedlikehold. Disse egner seg ved større bakker og ved gode kulde- og vindforhold.

Automatiske anlegg

De store alpinanleggene har automatiske anlegg, men de blir også mer og mer vanlige i mindre anlegg. Pumper, kompressorer og snøkanonen(e) starter og stopper etter forhåndsinnstilte verdier og parametere som lufttemperatur, luftfuktighet, vanntemperatur og klokkestyring. En regner med at det produseres snø 20 – 40 % mer effektivt enn ved tilsvarende manuelle systemer. Kanonene trenger lite tilsyn under drift og er dermed arbeidsbesparende. Ulempen med automatiske anlegg er at de er dyre og vedlikeholdet er komplisert. Det finnes automatikk til alle typer snøkanoner. Snøleggerne kan overvåke et betydelig større antall snøkanoner, og det er ikke behov for konstant tilstedeværelse. Anlegget kan overvåkes fra hvilken som helst pc sammen med webkamera.



Det er mulig å styre og overvåke snøproduksjon gjennom pc.



Viftekanon på arm gir snøkrystallene lenger tid i lufta, bedre snøkvalitet under marginale forhold, økte snømengder samt kaster snøen lenger ut i bakken.

Ulike typer snøkanoner

Når det gjelder utvikling og innovasjon, kan man forvente nye kanontyper, løsninger og optimalisering av eksisterende produkter i lang tid fremover. Dette for å redusere kostnader, oppnå bedre kvalitet på snøen og produsere mer snø under marginale forhold. De tre hovedtypene som nevnes under er likevel de som fortsatt råder på markedet.

Viftekanoner

- stor kapasitet og produserer snø oppimot – 2 °C
- bruker relativt lite energi pr m³ produsert snø
- manuelle og automatiske
- produserer meget god snøkvalitet
- relativt støysvake
- store, tunge, forholdsvis dyre og krever mye vedlikehold over tid, vanskelig og krevende å transportere

- mobile og stasjonære
- trenger mye strøm, men ikke trykkluftgate

Høytrykkskanoner

Denne type kanoner er i ferd med å fases ut på markedet på grunn av energikostnader og støy.

- stor kapasitet og produserer snø oppimot – 2 °C
- bruker mye energi per m³ produsert snø
- normalt manuelle, men automatiske leveres også
- kan produsere meget god snøkvalitet
- normalt høyt støynivå
- lite eller ingen vedlikehold på kanonene
- trenger store stasjonære kompressorer og luftrørgate



Lansekanoner plassert i overkant av nedfart gir snøkrystallene lenger tid i luften og det blir lettere å dose snøen utover.

Lanse (Lavenergikanoner)

- relativt liten kapasitet og produserer snø oppimot $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- bruker lite energi per produsert m^3 snø
- automatiske, men leveres også som manuelle og halvautomatiske anlegg
- færre justeringsmuligheter for snøkvaliteten
- støysvake
- lite vedlikehold og enkle i drift
- normalt stasjonære, men finnes også i noen grad som mobile

2.3 Temperaturuavhengig snøproduksjon

Tidlig på 2000-tallet startet man utvikling av teknologi som gjør det mulig å produsere snø uavhengig av temperatur. Denne type snøproduksjon har utgangspunkt i en avansert kjølemaskin som ved hjelp av vakuumenteknologi kan produsere inntil 1700 m^3 snø i døgnet. De første maskinene av denne typen er installert ved alpinanlegg i Østerrike og Sveits og er stasjonære anlegg. Imidlertid er enklere og mobile løsninger også under utvikling, dog med mindre kapasitet per enhet ($200\text{ m}^3/\text{døgn}$, per 2013). Ved de mobile variantene er kjøletårn

installert i en container som enkelt lar seg flytte rundt sammen med selve snøkanonen. For å sette denne type mobile anlegg i drift trengs tilgang til strøm og vann i henhold til dimensjoner som for tradisjonelle snøanlegg.

Om prosessen

For å opprettholde det dype vakuudet i kjøletårnet, blir vanndampen kontinuerlig ført ut av kjøletårnet, komprimert og matet inn i en kondenser ved hjelp av en sentrifugal kompressor.

Kondensering av dampen krever at vannet ved hjelp av en standard vannkjøler holder en temperatur på $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Energibehovet for produksjon av snø ved hjelp av denne teknologien er på ca. 20 kWt per m^3 snø. Dette er gjennombruddsteknologi og med videreutvikling og forbedring kan denne type installasjoner komme til å bety mye for å sikre gode snøforhold i framtiden.



Eksempel på separator i snømaskin som kan operere uavhengig av temperatur.

3 Vann- og strømforsyning

3.1 Tilgang på vann, ulike vannkilder

Det trengs mye vann til snøproduksjon. Én middels stor viftekanon alene bruker mellom 1 og 8 liter vann i sekundet. Ganger man dette med f. eks. 10 kanoner og gjør det om til m³ per time, ser man at tilstrekkelig vann er et kritisk element. I utgangspunktet må man vurdere hvilke ulike vannkilder som er tilgjengelige opp i mot de ulike vannkvaliteter vannkildene har for produksjon av ønsket snøkvalitet. Dette er også i høyeste grad et økonomisk spørsmål

Vann til snøproduksjon kan hentes fra forskjellige kilder:

Kommunale vannverk

Om vannet tas fra kommunal vannforsyning kan dette raskt redusere kapasiteten i nettet. Dette vannet holder ofte for høy temperatur og det blir dyrt om en må betale per m³.

Større vann, innsjøer eller elver

Dette er en anbefalt vannforsyning ettersom disse kildene som regel har tilstrekkelig vannføring også når det er kaldt. Aller helst bør magasinet ligge høyt i terrenget slik at falltrykket kan utnyttes.

Tjern, små elver, bekker

Problemet med disse vannkildene er at vannkapasiteten kan være begrenset, spesielt når det er kaldt.

Dette kan imidlertid løses ved oppdemning.

Vannmagasin / kunstige basseng

Mange anlegg har etablert kunstige vannbasseng. Dette kan være en god "buffer" i områder med marginal vanntilgang. Prinsippet er at bassenget etterfylles fra bekk eller at det pumpes vann dit fra større vannkilde i milde perioder eller når anlegget ikke kjøres



Kunstig anlagt vannmagasin som sikrer tilstrekkelig vann til snøproduksjon over korte perioder. Kan også være et miljøskapende element om sommeren.



3.2 Vann fra tjern

Dersom det finnes tjern i skiområdet, og aller helst på noen høydemeter oppe i området, bør det vurderes om dette kan bli en vannkilde. Tjern er ofte litt myrholdig og vannet kan være velegnet med humuspartikler som vil fungere som krystalliseringskjerner. Vær imidlertid oppmerksom på at et snøsystem krever store mengder vann. En ser ofte tjern som tappes for mye slik at isen langs bredden brytes og blir farlig for publikum. Dette kan skape negativ holdning fra omgivelsene, og i verste fall må anlegget avslutte snøleggingsperioden for tidlig.

3.3 Sandfiltre

Vannet som benyttes til snøproduksjon kan være av høyst varierende kvalitet. Partikler / "grums" er nyttige krystallisasjonskjerner i fryseprosessen, men sandpartikler kan forårsake stor slitasje i vannpumper og i kanoner. Lavtrykkkanoner er imidlertid utstyrt med vannfilter med utskiftbare innsatser. Filtrene er ofte utstyrt med manometre som angir trykkfallet over filteret.

Vanninntak fra elv kan bety at sandpartikler blir sugd inn i vannpumper. Skarpe sandpartikler kan fungere som slipepasta og forårsake mye driftsstans med tette vannfiltre, tette og slitte dyser i kanonene og redusert levetid på vannpumpene. For å få bukt med dette kan det installeres et sentralt filter ved vanninntak. Dette må også renses fra tid til annen.

3.4 Matepumper / trykkpumper

En matepumpe sørger for å pumpe vann fra vannkilden til trykkpumpen som sørger for tilstrekkelig trykk i rørgaten.

3.5 Vannføring

En må alltid innhente tillatelser fra grunneiere og kommunen før det vurderes å hente vann fra elv / bekk eller om det skal bygges dammer. Det kreves gjerne at det opprettholdes en viss minimumsvannføring i en elv for å opprettholde fauna og fiskeliv etc. Som regel er det NVE som uttaler seg før tillatelser blir gitt fra kommunalt hold.

Det er viktig å undersøke om vannkilden har tilstrekkelig og stabil vannføring. En viftekanon krever vanligvis ca. 700 liter vann per minutt. Større anlegg er gjerne dimensjonert fra 3000 liter vann per minutt og oppover.

Ved tvilstilfelle er det viktig å få registrert middelvannføringen over en typisk sesong, for å finne ut hvor mange dager en kan påregne vannføring under minimum. Det vil si antall dager det vil ligge begrensninger på mulighetene for effektiv utnyttelse av kostbare snøanlegg. Botemiddelet mot utilstrekkelig vannføring i bekker kan være utbygging av dammer eller reservoarer.

Det er også viktig å sikre seg mot at vanntilførsel hindres ved gjenfrysing av kilden eller tilførselsledninger. Ved vannforsyning fra kommunalt vannverk bør en kontrollere om en kan ta ut de betydelige vannmengder som kreves.



3.6 Vanntrykk

Som nevnt opererer de forskjellige snøkanon-typene med forskjellig vanntrykk:

- Viftekanoner ca. 15 – 17 bar.
- Tårnkanoner / lanser ca. 14 – 40 bar.
- Høytrykkssystem ca. 7- 10 bar.

Vær oppmerksom på at dette er vanntrykk ved kanonen og for hver 10 meters høydeforskjell fra vannpumpen, minsker vanntrykket med 1 bar. Friksjonstap (falltap) i vannledningen må også tas med i beregningen av nødvendig pumpetrykk.

3.7 Type rørgate

Hvorvidt rørene skal graves ned eller om de skal ligge på bakken, er et spørsmål om økonomi, estetikk og ikke minst det snøsystem som velges. Vannrøret er vanligvis galvaniserte stål-rør, 4 – 10" eller støpejernsrør. Uttak for kanon-hydranter plasseres vanligvis for hver 50 m. Rørgaten legges i kanten av bakken og på den siden av bakken hvor det kjølige værdraget vanligvis kommer fra. Forholdene på stedet, og ikke minst estetiske hensyn (spesielt med tanke på sommer-tid) avgjør om rørene legges på bakken eller i grøft. I fjellgrunn skytes det grøft som fylles med finmasse etter rørmontasje.



Rørgate, strømkabel og luftledning graves ned i en ordentlig grøft for lang levetid og reduserte synlige hindringer i bakken.

I automatiske snøanlegg ligger rørene alltid nedgravd for at vannet ikke skal fryse om kanonen blir stengt ned automatisk. I slike anlegg blir rørene ført til kummer som er plassert ved kanonen. Det betyr at i automatiske anlegg er kanonen som regel fast stasjonert ved en vannkum.

Ved lengre strekk, er det nødvendig å gå opp i dimensjon.

Det er viktig å ta høyde for eventuelle fremtidige utvidelser slik at rørene som legges er tilstrekkelig dimensjonert fra starten. Alle leverandører foretar nødvendige beregninger av rørdimensjon.

Rør på bakken

- Fordeler: Lavere kostnader, lett inspeksjon, god tilleggskjøling, servicevennlig.
- Ulemper: Lite pent i naturen, ofte nødvendig med sikring for skiløpere, krever solid forankring.

Rør som er nedgravd

- Fordeler: Ikke synlig i naturen, mindre utsatt for frost og en er friere med hensyn til bakkens utforming.
- Ulemper: Høyere anleggskostnader, eventuelle lekkasjer er vanskelig å lokalisere, man får ingen ekstra kjøleeffekt fra omkringliggende luft.



3.8 Pumpehus

Senteret for snøproduksjonen er pumpehuset der kompressorene installeres. Vann under lavt trykk kommer inn, og gjennom pumpene blir trykket forsterket opp til 55 bar i en nødvendig kapasitet. Hvilke pumpe som skal til beregnes av tilbyderne når de får oppgitt ønsket, kapasitet og ser høydeprofilen på rørgate, samt hvilke kanontype som er utgangspunktet. Det er nyttig å gi plass til en ekstra pumpe under planlegging for fremtidig kapasitetsøkning. I pumpehuset gis det også plass til eventuell naturlige proteiner.

I større anlegg med store høydeforskjeller er det imidlertid nødvendig med flere pumpestasjoner med opptil 400 m høydeforskjell. Et pumpehus må bygges solid med betongfundamenter/gulv

og som er isolert for å klare belastninger og vått klima. Det er en stor fordel å legge strømtilkoblinger og styringskap i tilstøtende rom for å unngå vannskader ved eventuelle lekkasjer.

Leverandører av snøanlegg er behjelpelig med å dimensjonere kapasitetsbehov og antall pumper for nødvendig vannmengde og vanntrykk. Det leveres også mobile pumpeanlegg i mindre isolerte containere. Disse er gunstig ved sporadiske snøleggingsbehov, eller hvor flere anlegg deler snøproduksjonsutstyr.

En eventuell kompressorstasjon trenger nødvendigvis ikke ligge sammen med pumpehuset om det er bedre strømtilførsel eller plass et annet sted langs rørgata.



Stort pumpehus for trykkøkning av vann til snøproduksjon ut i nedfartene.



3.9 Kjøletårn

Behovet for kjøletårn må vurderes om en vet at vanntemperaturen er for høy (+2 °C eller varmere), og er spesielt viktig ved snøproduksjon i marginale temperaturer. På vei nedover i tårnet ledes vannet over et sprinkelverk som sprer og finfordeler vannråpene. En kraftig vifte sender samtidig en strøm av kald luft gjennom tårnet. Vannet blir avkjølt både ved kontakt med kaldluften og med det kalde stålet, som gir fordampning fra vannråpenes overflate. Vannet samles i en tank i bunnen, for videre bruk i snøproduksjonsanlegget.

Kjøletårn kan leveres som en ferdig fabrikklevert enhet, eller bygges på stedet av tilgjengelige komponenter. Dette er en enkel konstruksjon. Er det etablert en inntaksdam kan det i tillegg eller alternativt installeres et bobleanlegg for få bevegelse i vannet og øke kjøleeffekten mot overflateluften. Hastigheten på vifte brukes til å regulere kjøling, men må ikke kjøles så mye at vannet fryser.

I kjøletårnet er det montert et overrislingsanlegg hvor vannet faller ned i et kar samtidig som kald luft blir blåst igjennom slik at det blir nedkjølt.



Et kjøletårn senker temperaturen i vannet for å bedre effektiviteten av snøkanonen ved marginale temperaturer.

3.10 Strømtilførsel

Før en går i gang med etablering av et snøanlegg, må mulighetene og betingelsene for fremføring av kraft undersøkes. E-verkene er ansvarlig for å bringe frem strøm og bygge transformatorer. Det må normalt påregnes anleggsbidrag fra utbygger. Ved strømleveransertil sesongbetonte anlegg som et snøanlegg, må en påregne å delta i en viss kostnadsdeling av anleggskostnadene, såkalt anleggsbidrag. Driftskostnadene med elektrisk energi er todelt: nettleie og energidel.

Nettleien betales til det lokale E-verk, og beregningsmodellen kan være forskjellig fra selskap til selskap. Undersøk derfor med det stedlige selskapet. I nettleien inngår ofte både et energiledd (etter antall kWt forbruk) og effektledd (høyeste gjennomsnittsverdi på målt effekt, kW) i en time i avregningsperioden. Dette betyr at størrelsen på nettleien kan bli høy om både skiheis og snøanlegg er i drift samtidig. Det kan være store penger å spare ved å produsere snø på natten når skiheisen står.

I perioder som en er nødt til å kjøre heis samtidig som en legger snø, må en passe på å begrense dette forbruket til en avregningsperiode

Energidelen gjelder leveranse av elektrisk energi, og kan kjøpes fra den leverandør som gir det beste tilbudet.



4 Automatisk driftsstyring og energikontroll

Teknologisk er det spesielt softwaredelen av snøsystemene som har gjennomgått den største utviklingen de siste årene. Automatisk driftsstyring er svært brukervennlig og gjør at man kan styre hele produksjonen fra en pc der et kart merket med alle enhetene gir totaloversikt. Driftsstyringssystemet samler data fra værstasjoner og snøkanoner og optimaliserer snøproduksjonen i henhold til de til en hver tid rådende værforhold.

Ved automatisk driftsstyring kan man også vite hvor mye snø som er laget ved hver kanon, og måle dette opp mot hvor mye hver kanon behøver å lage for å følge snøplanen. Dette kan også brukes til å beregne hvor mye snø som gjenstår å produsere før bakken kan åpnes. Det vil også gi en mye bedre mulighet til å lage budsjett for de ulike produksjonsfasene. Disse systemene kan være modulbaserte og er derfor fleksible med tanke på utvidelse og endringer.

Fordeleene ved driftsstyring kommer spesielt til uttrykk ved marginale forhold, der man kan optimalisere produksjonen i alle tidsvinduer som gjør snølegging mulig.

Teknologien ellers har også blitt betydelig forbedret og effektivisert de siste årene. I snøproduksjonens tidlige barndom var strømforbruket 7kWt for å produsere 1m³ snø. I dag beregner man 1kWt for å produsere samme snømengde. Det er spesielt utvikling av høytrykksluftsteknologien som er årsak i redusert energibehov.

Flere og flere skianlegg går over til automatiserte systemer der all drift og overvåking er datastyrt.

5 Planlegging av snøsystemer

5.1 Planlegg for både nåværende og fremtidige behov

En grundig forstudie vil på sikt være en nyttig investering, spesielt dersom det foreligger planer for videre utvikling. I denne prosessen anbefales det å involvere personer med erfaring fra etablering av snøsystemer og forklare hvilke systemer som kan være egnet til gjeldene lokalitet.

5.2 Klimaet der snøsystemet skal etableres bør veie tungt ved valg av utstyr

For mange anlegg vil snøproduksjonen måtte foregå under marginale klimatiske forhold tidlig på sesongen med for eksempel mye mildvær og raskt skiftende temperaturer. Disse rammebetingelsene vil være helt avgjørende for valg av snøsystem. Snøproduksjon ved marginale forhold vil gi forholdsvis høye investerings- og produksjonskostnader. Det er mange tilbydere på markedet, og det er viktig å foreta en grundig vurdering av hvilket system som gir optimal produksjon. Dersom hovedperioden for produksjon skjer ved lave temperaturer, vil valg av snøsystem være enklere.

5.3 Innhent flere sammenlignbare pristilbud

Ved dimensjonering av snøsystemer er det viktig å være realistisk i forhold til kalkulasjoner på kapasiteten av anlegget. Man skal derfor sørge for å få sammenlignbare tilbud ut i fra rådende klimatiske forhold. Pass på at tilbudene inneholder alt nødvendig utstyr for optimal produksjon. Ved røranlegg som legges i bakken må en også huske på levetid på rørene. Et anbudskrav kan være at leverandørene må dimensjonere snøanlegg slik at man kan snølegge en nedfart innenfor gitte kriterier for temperaturer, areal, mengde og produksjonstid.

Eksempel på kravspesifisering for å finne ut hvor mange og hvilke typer snøkanoner som behøves i et anbud: (Sett opp i tabell)

- Nedfart 1000 m lang, 30 m bred
- 40 cm snødybde, egen vekt 0,4 kg per l
- Wet-bulb -4 °C
- Leggetid 150 timer

Øvrig beskrivelse av anlegget som må framgå i anbudet.

- Beskrivelse av vanninntak
- Beskrivelse av pumpehus
- Beskrivelse av graving
- Rørtype
- Strømtilførsel



5.4 Vurder drift- og vedlikeholdskostnader

Ved investeringsbeslutning er det svært viktig å vurdere levetid, drifts- og vedlikeholdskostnader. Mange anleggsutbyggere glemmer dette, og får seg en overraskelse når disse kostnadene kommer. I tillegg til kapital-kostnader er det betydelige driftskostnader som ofte er større enn forventet.

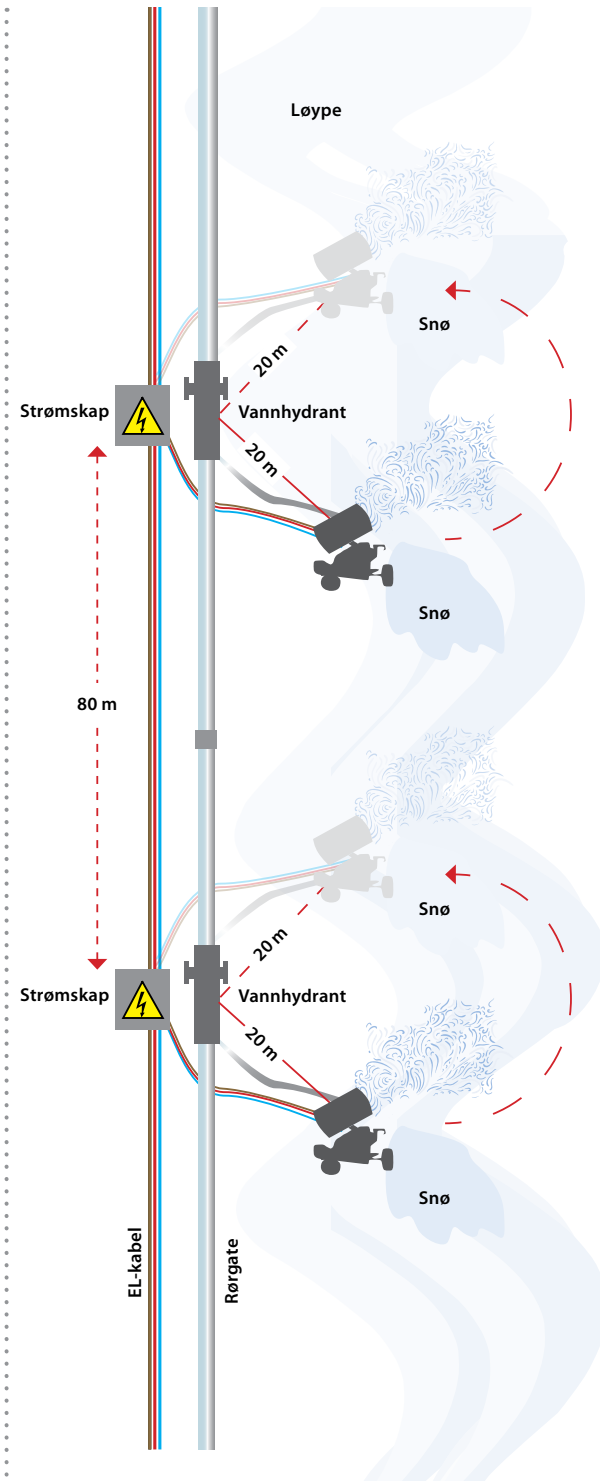
Derfor anbefales det å lage en matrise for å synliggjøre de ulike scenarioer for drift og vedlikehold.

Snøproduksjon er et utfordrende arbeid som krever kjennskap til utstyret og innsikt i klimatiske forhold. Ved manuelle anlegg er dette krevende fysisk arbeid dag og natt. Vann og luft under høyt trykk medfører en viss risiko, så det må vurderes nøye om det er realistisk og forsvarlig at arbeidet baseres på dugnadsinnsats.

Et vesentlig punkt i planleggingen er vannet; hvor mye vann som trengs i øyeblikket for å dekke pågående produksjon, og hvor mye vann/snø som trengs gjennom sesongen. Jo høyere i anlegget man klarer å hente inn vannet, jo mindre trykkforsterkninger trengs og jo rimeligere snø blir det. Er det mulig, vil et basseng eller vanninntak med beliggenhet høyere enn produksjonsområdet være ønskelig. Det er enkelt å beregne sparte driftskostnader over tid.

5.5 Plassering av snøkanoner

Et godt vedlikehold sikrer lenger levetid på utstyret og reduserer sjansen for driftsavbrudd. Vedlikeholdsplan for det enkelte snøsystem må følges, og dersom dette ikke leveres av produsent bør en slik plan utformes. Det er viktig å sjekke vanninntak og trykkprøve rørsystemet i god tid før sesongen. Mange anlegg har marginale produksjonsperioder som det er viktig å utnytte, og det er viktig at alt fungerer optimalt når disse periodene inntreffer.



Illustrasjonen viser hvordan snøkanonen kan brukes i 2 ulike posisjoner fra samme hydrant.

- God plassering av kanonene i henhold til løype- og bakkeprofil reduserer behovet for flytting av snø med prepareringsmaskin betraktelig.
- Det er viktig å ta hensyn til vindretningen og lokale forhold før det bestemmes hvor rørgaten til snøanlegget legges og kanonene plasseres. Man bør rådføre seg med grunneier eller andre som kjenner stedet. De kalde vindene kommer som regel fra nord og følger dalbunnen. Hvis rørgaten legges feil, får man værdraget rett i mot slik at kanonene ikke vil produsere optimalt og må dermed trekkes langt ut i bakken. Dette medfører ekstra slanger og merarbeid for å få produsert snøen på riktig plass, og med stor fare for at slanger og kanoner snør seg selv ned. Dermed reduseres produksjonstiden betydelig. De nevnte forhold gjelder spesielt stasjonære kanoner.
- Manuelle kanoner bør plasseres slik at den kan flyttes bakover og oppover i bakken uten at slanger og snøkanoner blir snødd ned av seg selv. Man må også unngå å flytte kanonen ut på nylagt snø. (Illustrasjon)
- Stasjonære kanoner gir lite slanger og hindringer i bakken, men krever mye preparering for å få snøen dit den trengs dersom bakkene er brede.
- God høyde fra kanonen til bakken øker snøproduksjonen vesentlig.
- Forutsetningene for snøproduksjonen optimaliseres når snøen får lengst mulig tid i lufta før den når bakken.
- Avstand og plassering mellom kanoner skal justeres i forhold til bredden på bakken og bratthet, og hvor mange timer kulde man har til rådighet hvert år.



- For å få færrest mulig elementer i fallsonen plasseres gjerne kanoner og hydranter på linje sammen med annen teknisk installasjon langs nedfarten, slik som lysstolper, etc.
- Påse at snøen ikke lett treffer luftledninger, heisinstallasjoner, bygninger og annet som lett kan bli tynget ned av snøen.
- Hensyn til støyulempere krever vurdering av plassering av kanoner, type kanoner og tiden på døgnet det kan legges snø. Her er det mange lokale hensyn som må tas.
- Snøkanoner må forankres med stoppere for å hindre at de sklir avgårde som følge av reaksjonskraften under drift. Ved snøproduksjon i bratte partier bør snøkanonen forankres med sikkerhetsline.
- Snøproduksjon i fjellet og i åpent landskap utsettes ofte for vind og værdrag, og det kan være problematisk å få plassert snøen der det er behov for den. Dermed er det også viktig å vurdere hvilke kanontyper som egner seg best og evt. la være å produsere snø når det blåser for mye. Høye lanser og vifte på tårn er eksempelvis dårlig egnet på snaufjellet på grunn av avdrift. Snøgjerder i åpent landskap samler ikke bare natursnøen, men kan også være til hjelp å fange opp kunstsno og dermed redusere produksjonsmengde.



Et riktig bygd og plassert snøgjerde er den rimeligste metoden for å sikre snø i mange områder over tregrensen.

6 Snøteori

6.1 Dannelse av natursnø og kunstsno

Både kunstsno og natursnø består utelukkende av luft og vann i frossen form. Dannelse av natursnø skjer ved at små iskrystaller eller veldig kalde vanndråper faller gjennom flere luftlag som på veien formes og vokser til snøkrystaller og snøflak. Ved snøproduksjon gjenskerer man natursnøprosessen som starter ved at vann pumpes med et trykk på ca. 30kg/cm² fra en innsjø, elv eller kunstig dam. Luft tilsettes med et trykk på ca. 8kg/cm² og blandes med vannet i et munnstykke som sprer vanndråpene.

Forskjellen fra natursnø er formen på snøkrystallene, ettersom kunstsnoen praktisk talt blir laget på bakkenivå og ikke i skyene. Ved snøproduksjon må derfor vannet finfordeles til riktig dråpestørrelse og blandes med en ispartikkel. Utgangspunktet for at vannet skal fryse er frosne kjerner som består av partikler. Tiden vanndråpene er i luften må være tilstrekkelig til å sikre frysing.

Mengde og størrelse på vanndråpene som kan fryse er avhengig av temperatur i luften og hvor lenge vanndråpene er i luften. Vanndråpene fryser utenfra og innover.

Ferdigpreparert kunstsno og natursnø skal oppleves så lik som mulig når man kjører på ski enten det gjelder hobbyalpinister eller aktive løpere. I praksis betyr det at kunstsnoen må være så tørr og lett som mulig med lav egenvekt for hobbyalpinisten, og vesentlig mer kompakt og hard for den aktive alpinisten.

Fordelen med kunstsno er at den tåler lange perioder med mildt vær, og den tåler slitasje bedre enn natursnø. Kvaliteten og mengden på snøunderlaget kan sikres gjennom hele sesongen ved påfyll av nyprodusert snø eller snø fra lager produsert gjennom hele sesongen. 10 cm produsert snø tilsvarer ca. 40 cm natursnø.

6.2 Hva skjer når et snøkrystall dannes?

For å starte en fryseprosess, må det først dannes en kjerne. Vannkvaliteten for å danne en kjerne er avgjørende. Destillert vann har en kjerneetableringstemperatur på hele -40 grader. Forurenset vann har en langt høyere kjerneetableringstemperatur. For at vann skal fryse, må molekylene innrettes i et sekskantet mønster. For å innrette molekylene i dette mønsteret, må de kvitte seg med fri energi. Fri energi tas vekk ved at det skjer en fordampning fra vanndråpene, som resulterer i at temperaturen synker og vannet fryser.

Den fysiske prosessen ved snøproduksjon er en kompleks termodynamisk prosess som består av to stadier.

1. Dannelse av vanndråper og hastigheten og trykk på vann ut fra dysen
2. Frysing av vanndråper i luften

For å få riktig størrelse på vanndråpen ut fra dysen, blir vannet under høyt trykk pulverisert ut i atmosfæren gjennom en spesiell dyse. For at disse små vanndråpene skal fryse må det herske 3 faktorer:

1. Termal balanse - forhold mellom lav wet-bulb og volumet av vann som skal fryse.
2. Det må være tilstrekkelig mengde med kjerner for at innfrysingen skal starte.
3. Vanndråpene må ha nok tid i luften for at de skal rekke å fryse inn.

De små iskrystallene som dannes rundt kjernene vil "smitte" over på større vanndråper fra kringliggende dyser og får disse til å fryse. Dess kaldere luft, jo mer vann kan tilføres (termal balanse).



Når trykkluften fra snøkanonen frigjøres i nukleatordysen, vil det føre til lavere temperatur i de små vanddråpene som deretter fryser til små iskrystaller. Disse krystallene vil igjen få de større vanddråpene til å fryse til snøkrystaller før de når bakken. Naturlige proteiner kan tilsettes vannet for å hjelpe vanddråpene i å fryse raskere og dermed øke produksjonen.

6.3 Snøkvalitet

- Snøkvaliteten kan beskrives på en skala fra 1- 9, hvor 1 er pudder, 5 er kram snø og 9 er nesten regn.
- Egenvekt på kvalitet 5 er 0,3 – 0,4 kg pr dm³.

Ved produksjon av snø er temperatur og luftfuktighet de to viktigste parametrene som virker inn på snøkvaliteten. I prinsippet betyr det at ved lav luftfuktighet kan snø produseres på høyere temperatur enn om luftfuktigheten er høy. Forholdet mellom luftfuktighet og temperatur kalles wet-bulb. Selv om termometer viser 0 grader og luftfuktigheten 20%, vil en kunne produsere snø siden wet-bulb er - 4.5 C °.

Andre eksterne faktorer som spiller inn for snømengde og -kvalitet er temperatur på vannet, partikler i vannet, egned vannkvalitet og frost i bakken. Når en lager snø i marginale temperaturer blir det lite snø og det kan være vanskelig å få tørr snøkvalitet om det er ønskelig. Desto lavere temperaturen blir, og/eller jo tørrere luften er, jo mer snø kan produseres og desto lettere kan man velge kvalitet på snøen som produseres.

6.4 Hvordan finne riktig snøkvalitet?

Produksjon av kunstsne med manuelle kanoner, krever at det til enhver tid er riktig blandingsforhold mellom luft og vann i forhold til wet-bulb og ønsket snøkvalitet. Tilføres for mye vann til kanonen, blir snøen våt med avrenning og snøen kan lett bli hard og isete når det prepareres. Det er meget viktig å være påpasselig med hensyn til temperatur, vannkvalitet og trykkluft. Siden dette varierer hele tiden, må vanntilførselen justeres i forhold til temperaturen for at produksjonen skal være som ønsket. I praksis betyr dette at man må kontrollere en gang pr. time.

Å bestemme snøkvalitet er avhengig av hva en skal benytte den til. Er snøen myntet på arrangement? Er det første snølaget som skal legges, eller skal en supplere med ny snø i slitte partier?

For å lage en såle i bunnen for å dekke ujevnheter etc. er det en fordel å legge litt våtere snø.

Er snøen planlagt for arrangement et stykke frem i tid, kan det være fornuftig å produsere snø i hauger (depot). Slike hauger blir gjerne liggende en tid og får med dette mulighet til å tørke ut. Dette betyr at det ikke er så avgjørende å passe så nitidig på vannjusteringen. Det kan aksepteres at snøen produseres våt. I så fall er det viktig at vann blir drenert vekk fra området.

Skal snøen benyttes til arrangement straks, lønner det seg å lage snø med kvalitet på ca. 5. Denne kvaliteten er god når en skal bygge hopp, kuler etc. Det er imidlertid viktig at kanonene flyttes ofte for å hindre vannutsig.

Ved supplering av slitte partier så kan det være riktig å produsere tørr snø. Dette betyr at produksjonen kan foregå mens bakken benyttes. På denne måten så får skiløperne ny fin snø å kjøre på og det betyr at skiløperne frakter snøen nedover



Store hauger produsert av mobile lanser i kaldt vær.

og fordeler den. Dermed blir det lettere for en prepareringsmaskin å blande ny og gammel snø.

For å finne hvilken kvalitet snøkanonen lager må en stille seg under snøkanonen, strekke ut armen og la snøkrystallene falle mot jakkeermet. Faller krystallene av jakke og ikke spretter av, vil snøkvaliteten tilsvare 5 eller tørrere. Den andre metoden er å ta litt av overflatesnøen nærmere midten av snøhaugen og lage en snøball. Dersom man klarer å klemme vann ut av denne er snøen for våt, og den må hvile et par dager før den prepareres. Om den er kram uten at vann kommer ut, er snøen av riktig konsistens for å prepareres.

Den våte snøen ønskes gjerne som en slitesterk såle. Oppå denne sålen etter at den er fordelt utover nedfarten, legges snøen som daglig blir kjørt på og preparert. Hvor mye som må lages

av denne snøen, varierer etter mengden av natursnø, daglig slitasje samt vær og vind gjennom vinteren.

Mengden av snø som legges på sålen, bør være så tykt at man ikke sliter seg ned på det isete partiet i sålen.

En må tenke på brukerne når snø produseres. Hard snø og is er ikke noe godt underlag når man har ski på beina, bortsett fra konkurranse-situasjoner hvor dette underlaget skaper jevnest mulig forhold for alle løpere. Det er lett å lage for våt snø. Gjør man det blir kvaliteten dårlig og anlegget utnyttes ikke optimalt. Normalt bør de fleste produsere kvalitet 4 og 5. Renner det vann ut nedenfor snøhaugen er det for våt kvalitet. Nylaget snø bør normalt hvile et par dager før den prepareres, spesielt hvis den er litt våt og produseres i hauger.



6.5 Klimatiske forhold

Klimaets betydning for snøproduksjon er svært viktig. Ved temperaturer rundt 0 grader og ved høy luftfuktighet, stilles store krav til så vel utstyr som personell.

I Norge er luftfuktigheten relativt høy mange steder, særlig i kyststrøkene. Det må nøye vurderes hvorvidt det er mulig eller økonomisk forsvarlig å investere i et kostbart snøanlegg i områder med marginale temperaturer. Det kan muligens lønne seg å flytte skiarenaen til et mer egnet sted.

For å lage snø ved 0 grader bør en ha en luftfuktighet på omkring 20 %. En skal være oppmerksom på at luftfuktigheten kan variere en del mellom bunn- og dalstasjon. Ofte er det klare klimaskiller innenfor samme anlegg. Ved valg av utstyr bør en ta hensyn til det som passer best for stedets klima. Vi vil derfor anbefale at en kontakter Meteorologisk Institutt som kan fremskaffe værdata for det aktuelle området, eller for et nærliggende sammenlignbart område. Hør gjerne på lokalkjente.

6.6 Tilsetninger (Naturlige proteiner)

Man kan tilsette naturlige proteiner som danner kjerner og dermed sørger for bedre vann til snø omdanning. Det er ikke påvist negativ effekt i natur eller vann ved bruk av naturlige proteiner. Mengden som brukes er 0.9 g pr 1000 l vann.

Det er mange stoffer som kan danne en kjerne; mineraler, partikler fra jord og mikroorganismer. Dette er stoffer som danner kjerner på -8/-10 °C. Naturlige proteiner danner kjerner på høyere temperatur og er dermed mer effektive ved marginale temperaturer mellom 0 til -3 °C.

Naturlige proteiner gir en rekke fordeler;

- Bruk av naturlige proteiner betyr mer snø i løpet av samme produksjonstid
- Strømforbruket kan reduseres med opp til 30 %
- Det er mulig å produsere snø av bedre kvalitet (tørrere) ved marginale temperaturer
- God snøkvalitet gjør det lettere å oppnå bedre resultat med prepareringsmaskiner og derigjennom redusere dieselforbruket.
- Det er ikke påvist negativ effekt i natur eller vann ved bruk av naturlige proteiner. Mengden som brukes er 0.9 gram pr 1000 l vann.

7 Snøproduksjon – forberedelser og rutiner



Snøproduksjon skal foregå i henhold til manualer for utstyret som anvendes, og i tråd med skianleggets drifts- og sikkerhetsrutiner. Dette gjelder også dugnadspersonell og det må kvitteres for at instruksjoner er lest for betjening av snøkanoner, kompressorer, pumpehus, etc.

7.1 Terrenghmessige forberedelser før sesongstart

- Det er kostbart å produsere snø, derfor er det viktig med en grunnplanering som medfører jevnest mulig underlag. Et ujevnt underlag med steiner, busker og grøfter vil kreve uforholdsmessig store snømengder for å dekke terrenget hvert år. Jo jevnere underlaget er før en begynner å produsere, jo mindre snø trengs før man har nødvendig snødybde og anlegget kan åpnes. Dersom det ligger flere steiner eller røtter som stikker 20 cm over terrenget, betyr det at en først må lage 20 cm snø for å dekke disse ujevnhetene, og deretter produsere ønsket dybde/mengde. De første 20 cm er derfor mye "unødvendig" snø som betyr en merkostnad for anlegget.
- Åpne bekker og overflatevann må fjernes. Dårlig drenering medfører ispartier og issvuller i bakken som en må slite med hele sesongen.

7.2 Tekniske forberedelser før sesongstart

- Snøsystemet må kontrolleres i forhold til skader og lekkasjer. Dette innebærer ettersyn av rørgate med oppstart av kompressorer og vannpumpe, sjekk av kraner og hydranter og reparasjoner om nødvendig. Ved kontroll av lufthydranter er det spesielt viktig å utvise stor aktsomhet.
- Inntak må renses.

7.3 Driftsinstruks snøproduksjon

Før driftsstart:

- Kontroller at det ikke forekommer snø og is i luft- og vannuttak.
- Kontroller at alle ventiler fungerer.
- Ved oppstart av en kanon er det vanlig med to personer; en til regulering av vanntilførselen og en som står under snøkanonen for å kontrollere snøkvaliteten.
- Håndtak skal være avsperrret på hydranter som ikke er i drift.
- Batteriene på radioene skal være full-ladet på nytt skift.
- Generell kontroll av pumpestasjoner og kompressor.

Under drift:

- Snøsystemet skal alltid være under oppsikt når det er i drift.
- Uvedkommende skal ikke være innenfor området hvor det foregår snøproduksjon. Dersom snøproduksjon foregår i anleggets åpningstid må aktuelle områder sperres av med nett eller snor, og det må informeres om at snøproduksjon pågår.



- Pumper, kompressorer og kanoner starter automatisk hvis denne innstillingen er valgt (i et automatisk system).
- Ved start skal vannhydranten åpnes ca. 1/2 omdreining på håndtaket. Umiddelbart når vannet strømmer ut av munnstykket på snøkanonen, skal lufthydranten åpnes sakte til helt åpen posisjon.
- Kontroller/flytt kanoner. Tråkkemaskin skal brukes til å flytte kanoner i bratte og isete partier.
- Kontroller alle slanger for lekkasjer. Bytt ut ødelagte slanger og merk disse med en knute over lekkasjen.
- Ved oppstart av kanoner skal alle koblinger kontrolleres før åpning av hydranten.
- Ved åpning av luft/vannhydranten skal snøleggeren stå bak hydranten og ha radio/øyekontakt med den andre personen.
- Snøproduksjonen skal stoppes om det er sikkerhetsmessig uforvarlig som for eksempel på grunn av høy vindstyrke, tåke, nedising, skader, funksjonsfeil eller lignende.
- Personalet ved hydranter og snøkanoner skal kommunisere gjennom avtalt signalsystem;
 - Ved øyekontakt:
 - Høyre arm klar for start
 - Kryssede armer i været for å markere stopp
 - I mørket:
 - Grønt lys for start
 - Rødt lys for stopp
 - Om øye- eller lyskontakt ikke kan anvendes, må man bruke radio. Best egnet er radio med hodetelefoner.
- Ved på/avtroppende skift må det gis presis informasjon.
- Ved drift skal det gjøres løpende kontroll av slanger slik at det ikke oppstår gnissing mot kvasse steiner, snøkanoner eller lignende.
- Vær oppmerksom på risikoen på uventet forflytning eller rundkast av snøkanonen på grunn av vind, driftstrykk, bratt terreng eller slangeforflytning.
- Man må påse at vibrasjoner i hydrantene minimeres.
- Man skal aldri være alene når en snøkanon under trykk skal flyttes.
- Husk å flytte eller vri kanonene ofte, helst annenhver time slik at snøen får sluppet ut fuktighet.
- Lag snøen i nedoverbakke og i medvind.
- La snøen få lengst mulig tid i lufta før den når bakken.
- Ved stopp i slanger, som for eksempel ispropp eller lignende, må produksjonen stanses til trykket har sunket. Dersom dette ikke skjer hurtig nok, kan det forekomme punktering.
 - Før alltid skjema over hvilke rørgater som benyttes.
 - NB: Noter på eget ark hvilke kanoner som skal flyttes og evt. andre ting som påtroppende skift bør vite.



Egen publisasjon for sikkerhetsrutiner ved snøproduksjon er utarbeidet. se www.alpinanleggene.no

7.4 Rutiner ved ulike skift

Nattskift

- Sjekk alle pumpehus
- Sjekk kjøletårn.
- Sjekk kompressorer.
- Gå over dyser på lavtrykkskanoner, sjekk at kraner er tette.
- Sjekk at det er tilstrekkelig med diesel på maskiner.
- Rengjør for is/snø på kanoner.

Formiddag

- Sjekk alle pumpehus.
- Sjekk kjøletårn.
- Sveiving av slanger.
- Bytt luft/vannslanger på tårn, dersom det er utsatt for isdannelse og frysing i luftslangene.
- Sjekk endekummer.

Ettermiddag

- Sjekk alle pumpehus.
- Sjekk kjøletårn.
- Flytt snøkanoner.
- Omfattende flytting gjøres på kvelden. Om nødvendig kan 3 personer tilkalles.



7.5 Sikkerhet/bemanning

Det skal alltid være minimum 2 personer pr. skift når snøproduksjon pågår. Dette kan være risikabelt arbeid ettersom det foregår under høyt vann- og lufttrykk.

Overkopling eller frakopling av sikkerhetssystem må ikke forekomme. Personalet må være fortrolige med anlegget, utstyr, manøvrering og vedlikehold. På grunn av risikoen med å jobbe med store luftvolum under høyt trykk på 8-9 bar må det utvises stor forsiktighet.

Ved alt arbeid i maskinrom og ved snøkanonene må det brukes hørselvern. I kompressorrom og pumpestasjoner skal det alltid utvises stor forsiktighet og alt utstyr som koples til maskinene (slanger, elektriske kabler) må holdes rent. Dersom feil og mangler oppstår må dette umiddelbart rapporteres til driftsleder.

Noen forhåndsregler:

- Husk alltid å stå bak hydranten når slanger kobles fra. Snu deg bort dersom det er trykk på slangen.
- Bruk aldri løstsittende klær eller andre gjenstander som kan bli dratt inn i kanoner, kompressorer eller pumper.
- Bruk slanger av høy kvalitet og høy trykk-klasse.
- Vær alltid to på vakt ved store anlegg og ha gode radorutiner.
- Nattarbeid krever spesiell oppmerksomhet.
- Sikre kanoner og slanger i bakker som er åpne for gjester.
- En må hindre skiløpere i å kjøre inn i snø som blir produsert.

For mer detaljer om sikkerhet under snøproduksjon, se egen publikasjon: www.alpin-anleggene.no

7.6 Produksjonsmengde

Det må også lages en produksjonsplan for sesongen, slik at man vet hvor mye snø som trengs i de ulike delene av anlegget. Hver kubikkmeter snø er kostbar og man sparer mye på god planlegging. Automatiske anlegg kan gi gode data for produksjonsmengde og dette kan koples opp mot areal for den enkelte kanon. Man kan beregne på forhånd hvor mye snø den enkelte kanon lager for å oppnå ønsket snødybde.

Eksempel:

Dersom en kanon skal dekke et areal på 400m² og en ønsker 0,5m såle, trengs 200m³ snø. Dersom en da lager 400m³ er det produsert 200m³ for mye, noe som utgjør en vesentlig merkostnad.

Siden snøproduksjonen er avhengig av avkjølingseffekten, vil antall m³ snø pr time øke ved:

- Økning av mengden luft som ekspanderer (trykkluftsystem). Man trenger mer luft ved ellers ugunstige forhold.
- Lavere luftfuktighet (øker fordampningen fra vanddråpene)
- Lavere lufttemperatur.
- Lavere vanntemperatur, f. eks ved vannledninger lagt over bakken.
- Montering av snøkanonene på høye master, som betyr at snøkrystallene får lengre tid i kald luft før de når bakken. Dette betyr at snøkrystallene vokser seg større, men det kan også være en ulempe ved sterk vind der snøen lettere havner utenfor ønsket område.



Tykkelse på snølaget

I alpinbakker finnes ingen regel for hvor tykt snølaget skal være. Det kan variere fra sted til sted innenfor selve skiområdet. På utsatte slitesteder gjerne i bratte kneiker og på hengkanter bør det legges tykkere lag. Det viser seg ofte at skiløpere stopper opp på hengkanter og dette gir økt slitasje samtidig som det tærer på snøen fordi skiene avgir energi. Prepareringsmaskiner drar også lett med seg mye snø fra hengkantene.

En bør også ta hensyn til at det er bør være nok snø til å sette slalåmstaur. I praksis betyr dette en snødybde på ca. 50 cm. Bruk gjerne et bor som mal for å sjekke snødybden. Tabellen under viser veiledende dybde for nedfarter i ulike kategorier.

Minstekrav til snødybde i nedfart

Type nedfart	Krav
Grønn/blå	20-30 cm hardpakket snø
Rød	40-50 cm hardpakket snø
Sort	40-50 cm hardpakket snø
Konkurransen	50-70 cm hardpakket snø

Tynt lag eller i hauger?

Svaret kan være "ja takk, begge deler!" Dersom det skal produseres snø tidlig i sesongen og man forventer perioder med mildt vær, kan det være riktig å produsere i hauger. Snøhauger er svært motstandsdyktige mot mildt vær og regn. Produseres det snø når kulden er stabil og arenaen skal tilrettelegges, lønner det seg å legge tynne lag for å sikre kvaliteten og få mest mulig snø på kortest mulig tid. Dette betyr at kanonene må flyttes ofte.

7.7 Tidsforbruk

Vi skal se på tiden som medgår for å snølegge en mindre alpinbakke med en lengde på 300 meter og bredde på 40 meter. Tar vi utgangspunkt i en temperatur på minus 5 °C og en luftfuktighet på 80 %, gir disse verdiene satt sammen en "wet-bulb temperatur" (WB) på minus 5,8 °C. Arealet som skal snølegges er:

Lengde: 300m
Bredde: 40m
Snødybde: 0,5m
Areal: 12000m²
Snømengde: 6000m³

Dersom vi opererer med to store viftekanoner, vil regnestykket se slik ut:

Hver kanon produserer teoretisk ca. 90 m³ pr. time hver ved WB lik minus 5,8 °C, dvs. to kanoner produserer 180 – 200m³/t. (oppgis av leverandøren)

Tidsforbruk: 6000m³/180 m³/t= ca. 34 timer

Dette er teoretisk, fordi temperatur og luftfuktighet varierer hele tiden. I tillegg går det tid til flytting av kanoner, slanger, noe snø vil drive bort etc.

I praksis betyr dette at det vil ta ca. 2 døgn å snølegge bakken.



7.8 Noen rammebetingelser:

Tele i bakken

Før en starter opp med å produsere kunstsno, er det en stor fordel at det er tele i bakken. Dette betyr at all produsert sno kommer til nytte. Men haster det med å komme i gang, går det utmerket å produsere kunstsno på frostfri bakke. Når kunstsnoen prepareres vil kulden gå gjennom snoen og ned i bakken.

For at telen skal sette seg fort, er det viktig med riktig toppmasse, og at gress og kratt er klippet. Langt gress vil isolere for teledannelse.

Vanntemperatur

Det er vanligvis mye kaldere vann i bekker, elver og sjøer enn kommunal vannforsyning som har for høy temperatur. Høy vanntemperatur er uheldig og uøkonomisk ved snoproduksjon, vanntemperaturen bør maksimum være 3-4 °C.

Det kan derfor være nødvendig og lønnsomt med kjøling av inntaksvannet i et kjøletårn.

Humus i vannet

Som forklart ovenfor fryser vanndråper med små partikler lettere enn rent vann. Dette fordi vanndråpene da har noe å fryse seg fast i. Det betyr at det er lettere å lage sno med bekkevann enn rent grunnvann eller vann fra vannverk. Det er derfor viktig å analysere vann som er tenkt brukt til snoproduksjonen. Vannet bør med andre ord helst inneholde små partikler, men som ikke tetter igjen vannfiltre og dyser.

Vind og avdrift

Alle snoekanoner har avdrift, dvs. at en ikke får full utnyttelse av all snoen som produseres.

Avdriften varierer med hvilke type skianlegg som skal snolegges.

Snoproduksjon i fjellet og i åpent landskap utsettes ofte for vind og værdrag, og det kan være problematisk å få plassert snoen der vi har behov for den. For å få plassert snoen dit den skal, må en sørge for at utblåsningsretningen fra snoekanonene ikke peker mot vindretningen.

Vinden påvirker nedkjølingen positivt. Derfor kan en ved sjenerende vind avfinne seg med at snøkrystallene oppholder seg kortere tid i luften og dermed justere kanonene lavere for å plassere snoen der hvor vi trenger den.

I utgangspunktet er det viktig å vite fra hvilken retning de kalde vindene kommer når snoanlegget skal prosjekteres.

Det er også viktig å vurdere type kanon. Tårnkanoner / lanser er eksempelvis dårlig egnet på snaufjellet.

I en langrennsløype med bredde på 6 meter kan avdriften være fra 40 til 60 %

I en hoppbakke kan avdriften være fra 20 til 40%, og i en alpinbakke fra 5 til 15 %.

Fordampning

Fordampning er en faktor det er lett å overse i en kapasitetsberegning for et snoanlegg. Faktisk kan fordampning av vannet utgjøre så mye som 10 %. Dette skjer mest i kaldt vær eller når det benyttes små vanddyser.

Fordampningen kan sågar være årsak til at klimaet i området endres mens kanonene går. Det kan virke surt og tåke kan oppstå og skape irritasjon i omgivelsene



Fryseproblemer

Snøproduksjon er behandling av vann i minusgrader. Stillestående vann fryser. Det er derfor viktig at det vannet som sendes ut i rørgate og øvrig utstyr er i bevegelse. Det er viktig at det tas ut vann i enden av rørgaten. Det er lurt å plassere en kanon her for å utnytte all vannkapasitet. En må unngå å la vannet renne ut og forårsake is på bakken. Drensvann kan eventuelt ledes til en bekk i området.

Fryseproblemer i snøkanonene er gjerne forårsaket av at de er feil justert med hensyn til vindretning. Står kanonene mot vindretningen blir de nediset, noe som kan forårsake store driftsproblemer. Eksempelvis kan viftekanoner stoppe opp ved at viften får is på bladene og gitteret bak viften tettes. Fryser en kanon tar det ikke lang tid før også vannslangene fryser.

Fjerning av is på kanonen kan skje ved å varme forsiktig med åpen flamme ved bruk av eller ved å slå av isen. Ofte lønner det seg å ta inn kanonen for total avtining.

Frysing i slanger skjer ikke så lenge vannet er i bevegelse. Ved driftsstans må slangene dreneres ved at de legges nedover langs bakken. Ved oppstart bør vann renne gjennom slangene en stund før de kobles til kanonen. Dette for å hindre at ispartikler setter seg fast i filteret på kanonen.

Luftslanger i høytrykksanlegg kan ofte få et innvendig islag forårsaket av kondens. Dette kan fjernes ved å montere slangene på vannuttaket og la vann renne gjennom slangene. Det kan lønne seg å bytte om på slangene, slik at luftslangene benyttes på vann og omvendt. Rennende vann "spiser" is.

Etter en tids bruk eller i perioder med driftsstopp, må slangene likevel tas inn for å tine og tørke.

Silen i vanninntak kan være utsatt for frysing. Dette kan komme av at "issørpe" suges mot silen.

Nødvendig bygningsmasse for optimal drift

For å kunne tine/tørke utstyr som kanoner og slanger, må et oppvarmet lokale være tilgjengelig. Dette kan gjerne være en garasje eller et skur hvor det kan settes på en varmevifte / byggtørke.

8 Snøproduksjon i terrengparker og anlegg for nordiske grener

8.1 Snøproduksjon i terrengparker/freestyleanlegg og skileikanlegg

Moderne freestyle/snowboardanlegg, gjerne benevnt som terrengparker, formes ved å lage store hauger med snø i tillegg til at terrenget er formet. Det er viktig at det er rikelig med snø når hopp og kuler skal formes. Hoppene prepareres helst med prepareringsmaskiner. For å lage halfpipe må veggene ha rikelig med snø før maskinelt arbeid igangsettes. Det er viktig å beregne mengde og ta hensyn til slitasje gjennom hele sesongen og produsere nok snø. For å lage kulebakker kreves rikelig med snø som kan bearbeides med prepareringsmaskinen til det riktige kulemønsteret. Snøen må også ha tilstrekkelig fasthet mot slitasje under bruk.

Alle typer snøkanoner egner seg til bruk i terrengparker. Det er vesentlig at plasseringen av hydranter er nøye vurdert siden brukerne gjerne kjører overalt i en slik park. Mobile viftekanoner er velegnet.

Et skileikområde er relativt lite, og kan fint snølegges ved hjelp av én snøkanon. Som i freestyleområder er det viktig å legge snøen i hauger slik at preppemaskinen kan lage kuler og hopp. Et mobilt viftekanonanlegg med en kanon eller et mobilt anlegg med lanser, rekker lett over et skileikområde.

8.2 Snøproduksjon i hoppanlegg

Arealene som skal snølegges i en hoppbakke er vesentlig mindre enn i et alpinanlegg. Dette stiller mindre krav til kapasitet og investering i snøproduksjonsutstyr. I hoppbakker benyttes stort sett viftekanoner. Snøen kan produseres ved vanlig utsprøyting direkte i bakken, eller produseres i depot (haug) for senere utlegging.

I hoppbakker er tykkelsen bestemt av regelverket og av anleggsmaler. I unnarennet er det benyttet 40 cm og 30 cm i tilløpet.

Det bør unngås å lage store snøhauger på kulen for senere dosing, da den lett kan lett havne i overgangen og representere en fare for personell. En slik haug produsert oppe i bakken kan fort bli et snøskred og ende opp i bunnen av bakken. Det er viktig å ikke lage snøen så fuktig at det dannes et vått lag mellom snøen og underlaget, noe som medfører økt fare for at snøen og eventuell snønett raser ned i undergangen. Det er lettere å få snøen plassert riktig med prepareringsmaskin om en doser snø og preparerer nedenifra og opp.

Fordelene ved kunstsno i hoppbakker er - som i alpinbakker - å avhjelpe generell snømangel, å øke sesonglengden og ikke minst å etablere et slitesterkt underlag, særlig i nedslagsfeltet.

For snølegging av plastbakker benyttes to kjente metoder:

- Det spennes opp nett som forankres både oppe og på kantene.

- Det legges ut flere 2"/4" på tvers av bakken. Disse festes i langsgående wirer. For å være sikker på å dekke plankene, legges et tykkere snølag enn profilmalen tilsier. Wirene må forankres godt da tyngden av snøen (på glatt underlag) er stor. I tillegg benyttes gjerne prepareringsmaskin som forsterker glideeffekten og belastningen i wirene.

8.3 Snøproduksjon i Langrennsanlegg

Løypeanlegg

Det finnes i prinsippet 2 kjente metoder for produksjon av kunstsno i langrennsløyper.

Faste anlegg / installasjoner med snøkanoner fordelt langs løypa slik at snøen produseres nærmest der hvor den skal ligge. I Norge og



Nett som legges opp på plastdekket for å hindre snøen fra å skli nedover.

Sverige er disse anlegg som regel basert på høytrykksystemet, med nedgravde vann- og luftledninger. Vannledningene er lagt frostfritt.

Vifteanlegg kan være aktuelt, dersom en vil produsere snø på utsatte partier, f. eks et lavtliggende stadionområde. En ser ofte tilfeller der løypenettet oppe i skogen har tilfredsstillende snøforhold, mens et åpent lavtliggende stadionområde har lite snø.

Løypene med snøanlegg kan være rundløyper eller med tur/retur i samme hovedtrasè, eventuelt med lysanlegg i midten. Denne siste varianten krever halve rørlengden i forhold til rundløype, og er således kostnadmessig meget gunstig.

Det er heller ingen regel for hvor tykt snølaget skal være i langrennsløyper, men det er viktig å ta hensyn til de forskjellige skiteknikkene. I fristilløyper er det ikke nødvendig med like tykt lag som når det skal være klassiske spor.

Nedoverbakker slites gjerne mest, fordi plogging eller skråstilte ski sliter på snøen.

Estetisk inntrykk av arrangementsområdet

For å lage fine rammer rundt et arrangement på en langrennstadion, bør en tenke på miljøet rundt arenaen (dette gjelder spesielt om arrangementet skal TV overføres).

Snølegg et større område enn det som strengt tatt er nødvendig for selve arrangementet. Snølegg gjerne trær rundt arenaen og på spesielle publikumsområder langs traseen.

Snølegging på golfbaner og jorder

Snølegging på planerte områder som et golfanlegg, krever ikke tykt lag med kunstsne. For at snøen skal smelte hurtigere på våren, kan det lønne seg å legge snøen før telen setter seg og produsere relativt tørr snø allerede fra starten. Denne metoden hindrer at det dannes is/isbrann.





9 Snøpreparering

Preparering av alpine nedfarter er avgjørende for kvaliteten på skiopplevelsen så vel som sikkerheten i bakken og er avgjørende for å sikre så rettferdige forhold som mulig for en konkurranse. Det må utvises særlige miljøhensyn ved betjening av de store, tunge maskinene.

Kravene til bearbeiding av nedfarter har økt med utvikling av både sportsutstyr og prepareringsutstyr. Ettersom preparering av nedfarter blir av stadig bedre kvalitet, muliggjøres utvikling av nytt utstyr. Uansett bakkestørrelse og utforming, kreves det moderne prepareringsutstyr. Dette er beltedrevne prepareringsmaskiner med arbeidsbredde fra 3,5 m til 7 m og motorstyrrelse fra 200-550hk. For å arbeide i svært bratt terreng og på hopp kreves vinsj. I tillegg kan det monteres diverse spesialutstyr for å få optimale forhold når snøforholdene er ekstra krevende.

En optimal nedfart må tilfredsstillende et sett av kriterier for brukeren i forhold til nivå og hensikten med skikjøringen. En hobbyalpinist har gjerne andre krav og preferanser enn den aktive alpinisten. Førstnevnte gruppe vil gjerne ha nedfarter som gir:

- godt grep for kantene
- jevnt underlag
- er sikre og uten overraskende fremmedelementer
- har variert terreng
- er visuelt attraktive

Generelle trekk for ønskene til den aktive alpinist:

- hard overflate og i enkelte tilfeller også med et islag på toppen
- stabilt, robust og hardt gjennom hele snølaget slik at man unngår å slå igjennom overflaten og lage store groper i mykere lag lenger nede i snølaget

For å få en god og slitesterk såle er det viktig å behandle den første snøen på riktig måte, enten den kommer i form av natursnø, eller om det er

snø som produseres ved hjelp av snøsystem; En god såle er viktig uansett brukergruppe og vil bety mindre vedlikehold av nedfarten gjennom vinteren.

9.1 Oppgaver for prepareringsstaben

Hovedoppgaven for prepareringssjåførene er todelte:

1. Etablere et robust snøunderlag
2. Vedlikeholde det eksisterende snøunderlaget

Etablering av snødekke krever følgende:

- Etablere en såle: Når første solide snøfall med snødybde fra 15 til 30cm blir liggende, er det vanlig å få pakket denne snøen til bakken for å etablere en såle. Det er viktig ikke å starte for tidlig med prepareringsmaskin for å unngå å rive opp gress og stein i snøen fra bakken. Man må være veldig forsiktig ved bruk av fres, dersom det er nødvendig å benytte den. Fresdybden må holdes på et minimum med så lite trykk på som mulig. Denne "pakkejobben" vil hindre avdrift og vil også forhindre dannelse av løse lag nedover i snødekket.
- Naturlig omdanning og herding av snø ved sammenpressing.
- Danne en optimal forbindelse mellom de ulike snølagene og overflaten av gammel snø.

Vedlikehold av snødekke skal:

- Reparere nedfartene som følge av slitasje fra vær og skiløpere (kuler, snøfonner, islag etc.).
- Fordele snøen på ny langs nedfarten.
- Gjenskape overflaten slik at skiforholdene blir gode og for å forbedre overflatens uttrykk.



9.2 Prepareringsmaskinen og tilleggsutstyr:

De første maskinene ble utviklet like etter 2. verdenskrig, og siden den gang har prepareringsmaskinene gjennomgått en rivende utvikling. Nedenfor følger det en omtale av prepareringsmaskinen med tilhørende utstyr.

- **Maskinen (hytte, motor og belter)**

Ulike innretninger kan monteres foran og bak på maskinen. Maskinen går på belter som øver et trykk på snøunderlaget mellom 3,5 og 5kPa.

- **Front (frontskjær)**

Frontskjæret kontrolleres av et hydraulisk system. Det er brukt for å dose snø fra et sted til et annet, jevne ut kuler, jevne nedfarten slik at overflaten reetableres.



Frontskjæret flytter store mengder snø og grovfordeler den til ønskede steder.



Fresen fordeler og blander snøen før den blir presset i fine riller. Dybde, trykk og hastighet på fresen justeres etter ønsket resultat.

- **Fres (bak)**

Fres er det viktigste tilleggsutstyret som brukes ved preparering og denne sørger for komprimering av snøen, endringer i fordeling og størrelser av snøkrystallene. Kjørehastighet, trykk, arbeidsvinkel og freseretning kan endres og tilpasses snøens beskaffenhet.

- **Vinsj**

Vinsjen brukes i preparering av bratte nedfarter der maskinen er forankret på toppen i et vinsjefeste. Dette festet må plasseres slik at wire går i fallretning og ikke utsettes for gnisninger mot stein og jord. En kan legge ut tømmerstokker halvt nedgravd i kul som ståltauet vil hvile mot. Vinsjefestet bør i tillegg være godt over bakken for at ståltauet skal ha mest mulig klaring mellom vinsjefestet og maskinen. Dette kan unngås med å ha vinsjefeste over bakken på en mast eller legge tømmerstokk på tvers i terrenget der wire vil berøre underlaget. Maskinen vil da være i stand til å gjøre det samme



Vinsjemaskin i arbeid i brattheng flytter snø sideveis i nedfarten.

arbeidet i et heng som den vil kunne gjøre i flatere nedfarter uten vinsj og flytte tilbake snø som har samlet seg i bunn av bakken. I disse tilfellene må en

kjøre sakte slik at snøen blir så kompakt som mulig. Vinsj brukes også vanligvis i hoppbakker og terrengparker for å bygge og vedlikeholde landinger.

- **Snøskuffe**



Frontmontert snøskuffe til å flytte snø over kortere avstander. Denne metoden gir lite svinn av snø sammenlignet med å dose snø over samme avstand.

- **Frontmontert snøfres**



Frontmontert snøfres for å kaste nysnø ut av renntrase over A-nett.



9.3 Bruk og effekt av det ulike utstyret

- Maskinen: Trykk (mellom 3,5 og 5kPa) av maskinens egenvekt som komprimerer ny snø. Komprimering eller sammenpressing av snøen er én av hovedoppgavene ved preparering av nedfarter. Trykk gir stor effekt på komprimeringen. Ulik størrelse på snøkrystallene hjelper også til med å forme et kompakt snølag.
- Fres: Reduserer størrelsen på snøkrystallene i kombinasjon med god fordeling av kornet snø slik at man oppnår bra komprimering når snøen i utgangspunktet har lav tetthet (nysnø). Denne mekaniske prosessen resulterer i reduksjon av størrelsen og endring av formasjonen på krystallene.

Den mekaniske prosessen har størst effekt på nysnø der krystallene blir mindre og rundere som konsekvens av trykket og nedbrytingen av snøkrystaller. Her spiller fresen en hovedrolle, spesielt når det kjøres med høy hastighet. Når gammel snø blir behandlet forekommer også reduksjon i størrelsen av snøkrystaller, og man får en optimal fordeling av størrelsen på snøkrystallene.

- Frontskjær: Flytter, doserer og fordeler snøen til ønsket posisjon.

9.4 Preparering av nedfarter

Mekanisk behandling av snø og utnyttelse av vær og temperatur:

For å få overflaten av en nedfart til å herdes til optimal tilstand, er det nødvendig å vurdere været så vel som snøkvaliteten.

- Er slitasjen på bakken stor er det viktig først å flytte all snø tilbake på plass ved hjelp av fronskjæret. Spesielt i svinger i løypa og over topp av heng er slitasjen stor.
- Der slitasjen er ekstra stor bør det legges på ekstra tykt lag slik at skiløpere ikke sliter seg ned til et islag eller til bar bakke i løpet av dagen.
- Nedfarten må gis nok tid til å herdes. Man bør preparere en nedfart like etter anleggets stengetid dersom det ikke er varslet snø. Herdingen av snø er viktig for å opprettholde kvaliteten på underlaget så lenge som mulig påfølgende skidag.
- Ved store snøfall bør preparering skje for hver 20 cm nysnø. Dette gir bedre kompresjon av snøen og letter prepareringen.

En nedfart som er preparert tidlig kveld er vesentlig bedre og dypere herdet enn den som blir preparert et halvt døgn etterpå. I sistnevnte tilfelle har prepareringen ingen verdi i en dybde på mellom 5 og 30 cm (avhengig av snøtype).

Om senvinter/vår er snøen vanligvis våt i løpet av dagen, og fryser om natta. Mekanisk utstyr som behandler snøen presser fuktigheten til overflaten og det dannes en ishinne som er svært farlig for brukerne. Dersom snøen er svært våt, er det vanskelig å bevege seg på den, og effekten av maskinell behandling er begrenset. Derfor er frysetidspunktet ideelt for behandling av våt snø. Når det er overskyet forblir snøen våt lenger.

Dersom snøtemperaturen har økt, bør nedfarter i skyggen prepareres først. Ettersom nedfarter trenger tid til å "sette seg", bør det gis så lang tid som mulig til dette. Ofte er det riktig å starte prepareringen oppe i anlegget for så å bevege seg nedover ettersom temperaturen synker mot bunnen av dalen utover kvelden.



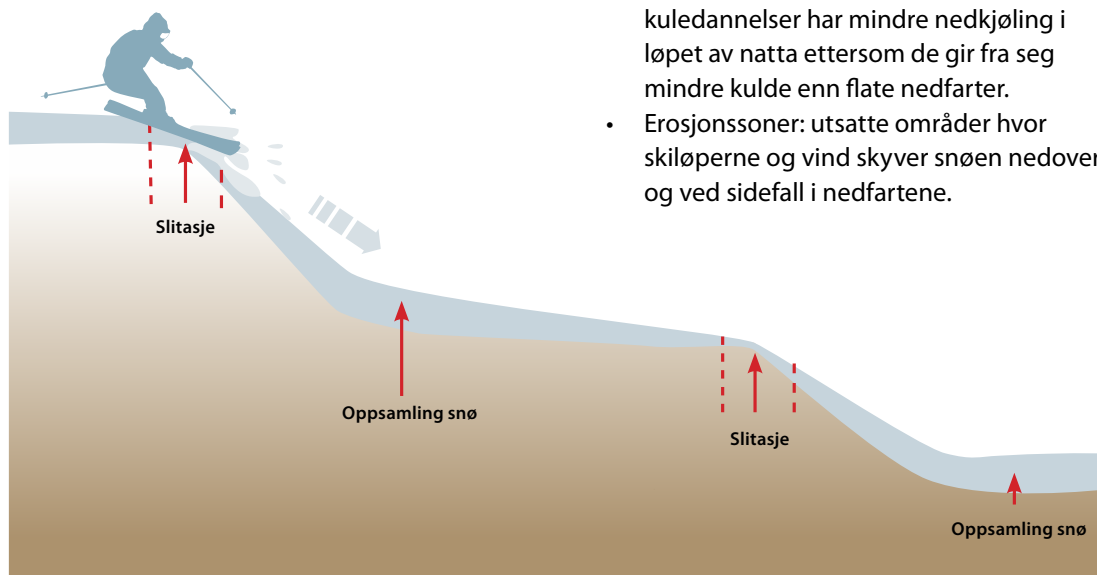
Maskinens hastighet

Komprimering av snøen forårsaket av maskintrykk reduseres når hastigheten øker. Hardheten av nedfarten blir også mer ujevn. Dette skjer spesielt ved nysnø.

Tetthet før preparering (kg/m ³)	Tetthet etter preparering (kg/m ³)		
	Hastighet (km/t)	Hastighet (km/t)	Hastighet (km/t)
100	260	220	200
120	260	250	240
140	300	280	280

Bruk av tilleggsutstyr må tilpasses snøtype og volum. Følgende hovedregler bør komme til anvendelse:

- Bedre dybdeeffekt oppnås ved å bruke frontskjær.
- Bedre komprimering oppnås med større rotasjonshastighet på fresen og maks trykk ved lav kjørehastighet.
- En mer homogen masse oppnås jo dypere fresen jobber nedover i snølaget.



Illustrasjonen viser hvor snø blir slitt bort og hvor den forflytter seg i løpet av dagen. Dette er viktig for planlegging av snølegging og preparering.

Vedlikehold av nedfarter

Vedlikehold av nedfarter kan forbedres ved:

- Forhindring av / forebygging av forutsigbar slitasje.
- Valg av optimalt tidspunkt for å utføre vedlikeholdsarbeid.
- Måltrettet bruk av utstyret.

Forutsigbar slitasje

Prepareringspersonalet må kjenne de sårbare sonene i anlegget og være oppmerksom på hvordan ulike værforhold påvirker disse.

Eksempel på sårbare områder:

- Nedfarter som er sydvendt er alltid eksponert for mye sol som gjør at snøen smelter raskere.
- Nedfarter som vender øst til sørvest er også eksponert for mye sol midt på vinteren. Dette resulterer i kuler og at snøen skyves ned mot bunnen av bakken. Slike nedfarter med store kuledannelser har mindre nedkjøling i løpet av natta ettersom de gir fra seg mindre kulde enn flate nedfarter.
- Erosjonssoner: utsatte områder hvor skiløperne og vind skyver snøen nedover og ved sidefall i nedfartene.



Ferdig klargjort ski- og snowboardcross med fargemerking og sikkerhetsnett. Legg merke til ekstra polstringer utenfor nettene.

Beste tidspunkt for preparering

Preparering av nedfartene må tilpasses snøtypen. Snøen som brukes til å "reparere" nedfartene må være så lett å forme som mulig og ikke for hard. Beste tidspunktet for dette er vanligvis like etter heisene har stengt slik at snøen har så lang tid som mulig til å sette seg.

Dersom snøen er svært hard (typisk forhold tidlig om morgnen i sensesong) bør det prepareres like før åpningstid slik at man får en mykere overflate.

Dosing av kunstsne

Dette kan innebære mye jobb og er tildels vanskelig og tidkrevende om snøkvaliteten er dårlig og terrenget bratt. Preparering av kunstsne starter allerede ved forberedelse til snølegging. Riktig mengde produsert snø på riktig plass er avgjørende for at resultatet skal bli bra. Snøen bør lages lenger opp i bakken enn der

den skal doses, slik at den kan skyves nedover eller på skrå nedover. Dersom snøen lages våt, bør den hvile i 1-2 dager før den skyves utover. Normalt legges snøen utover med 40 til 60 cm dybde og noen ganger dypere dersom slitasjonen er stor.

9.5 Preparering av trenings- og konkurransetraseer

Ved avvikling av alpinrenn har anleggets personell som regel ansvar for å levere bakken ferdig grunnpreparert. Det betyr at arrangørene har ansvar for å gjøre de siste forberedelsene dersom nødvendig. Arrangør og driftspersonell i anlegget samarbeider om preparering i denne fasen, og det er gjerne deres lokalkunnskap om vær og bakkeforhold som er avgjørende når beslutninger tas, men det er altså arrangøren som skal ta de endelige beslutninger. Ved preparering til renn må man unngå lagdeling av



snøen slik at utøverne kjører gjennom et hardt lag og kommer ned på løsere snø under. Da skapes "hull" i sålen som både er farlig og vanskelig å reparere under konkurransen. Ved å vende de øverste 30 cm grundig, oppnår man en homogen snømasse som forebygger slike hulldannelse. Dette bør gjøres selv om man har tenkt å injisere vann for frysing eller salting.

Ved fartsrenn er det kritisk viktig å behandle traseen på riktig måte, slik at evt. nysnø fjernes uten at sålen ødelegges. Her må også anleggets mannskap som disponerer tyngre prepareringsutstyr og arrangørens bakkemannskap samarbeide godt.

Egenskaper ved nedfarter som skal benyttes til renn

En konkurransetrasé må være svært robust slik at alle løperne opplever å ha mest mulig like forhold gjennom hele konkurransen. Disse nedfartene må være spesielt motstandsdyktige mot vær og stor belastning fra ski med høyt trykk og skarpe kanter.

Egenskaper:

- Hard overflate og i enkelte tilfeller også med et islag på toppen (ikke for yngre årsklasser)
- Stabilt, robust og hardt gjennom hele snølaget slik at man unngår å slå igjennom overflaten og lage store groper i mykere lag lenger nede i snølaget.

Prepareringsmetoder for konkurransetraseer

To ulike oppgaver skal ivaretas ved preparering av konkurransetraseer:

- Pakking og herding av snølaget
- Fjerne snø fra traseen

Snø kan fjernes ved konvensjonelle metoder og utstyr som maskiner, snøskuffer og skipatrolje. Det å gjøre snøunderlaget hardt og robust på en effektiv måte krever imidlertid spesialutstyr og riktige teknikker. Dette gjelder spesielt når man har kort tid på prosessen.

Metoder for å gjøre snøunderlaget mer robust

- Komprimering ved å bruke prepareringsmaskiner, ski eller sko
- Bruke kompakt kunstsnø
- Vanning/balking av snøen, med balke- eller injeksjonsutstyr
- Bruke salt (havsalt)

Arbeidet med å preparere en konkurransetrasé starter alltid med å pakke sammen og herde sålen. (strukturen i snølaget). En myk såle kan resultere i en ikke-homogen overflate som er lite motstandsdyktig. Sålen kan prepareres ved å anvende vanlige metoder for bruk av fres og glattebrett.

Hovedjobben er å herde de øverste 10-20 cm av snøunderlaget.



Illustrasjon viser forhold mellom såle og topplag.



Herding ved komprimering

- Bruk av prepareringsmaskiner.

En fres skal brukes med høy rotasjonsfart og lav kjørehastighet. En bedre effekt kan oppnås ved å bruke baklengs, men den må avslutningsvis kjøres forover. I bratt terreng må det brukes vinsj. Ved traverser og kurver, må maskinene kjøre i rett vinkel for å hindre maskinen i å spinne eller skli ukontrollert.

- Beinråkking/skitråkking. Dette er aktuelt dersom snøen er våt og bløt når det er fare for at maskinen kan skade underlaget. Fottråkking komprimerer før salting og er kun aktuelt på mindre og bratte områder.

Herding ved bruk av kunstsno

Det er lettere å få til et slitesterkt snøunderlag med kunstsno enn med natursno. Kunstsnoen krever mindre bearbeiding for å få å bli kompakt, og er derfor godt egnet der det kreves et hardt underlag.

Viktig:

- Forbindelsen fra øvre snølag til sålen må være god.
- Kunstsno inneholder vanligvis vann etter at den er produsert. Derfor må det tillates tilstrekkelig med tid for at den skal fryse og "sette seg" skikkelig.

Hvordan velge riktig prepareringsmetode under ulike værforhold og snøtype

Problemer i prepareringen av en renntrasé er vanligvis relatert til de følgende faktorer:

- kald, tørr sno
- store mengder nysno
- våt, myk sno

Oversikten under viser ulike tilgjengelige metoder for snøbearbeidelse under ulike værforhold.

Optimale metoder for behandling av ulike typer sno. Alle metodene krever en grundig kunnskap om sno og værforhold.

Snøtype	Prepareringsmuligheter
Tørr og kald sno	Snø må komprimeres med prepareringsmaskiner som etterfølges av en hvileperiode på 8 timer. Vanning/injisering etterfulgt av preparering sørger for økt snøtetthet og sammenbinding.
Nysno	Små mengder med nysno kan pakkes i konkurransetraséen dersom man kan sikre en hviletid på 8 timer. Store mengder med nysno må fjernes fra traseen (med prepareringsmaskiner, ski, skuffer, snøfres)
Våt sno	Denne snøen kan lett komprimeres. Svært våt sno (vanninnhold mer enn 5% vol.) kan herdes på overflaten med salter i en svært kort tidsperiode.



Snørydding

Dersom nysnø faller på en hard såle like før et renn, kan den ikke komprimeres godt nok til et hardt underlag på den korte tiden som er tilgjengelig. Derfor må denne ryddes bort fra traseen, gitt at sålen er fast nok. Mest vanlig er å skyve snøen unna med frontskjær, Myk snø kan flyttes med en maskinmontert planke til siden av nedfarten, og deretter ryddes over sperringsnett/sikringsnett med snøfreser. Dersom underlaget ikke er tilstrekkelig hardt for å kjøre over med maskiner, må nysnøen ryddes bort med ski (sklipatrolje), skuffer eller mindre snøfresere.

Preparering under rennet

Under renn bør man helst kun bruke ski i sporet og preppemaskin ellers i nedfarten, men uten å krysse sporet.

Dersom renntraseen ikke er tilstrekkelig stabil, vil slitasjen i betydelig grad påvirke resultatene og være urettferdig for deltakerne. Typiske skader i underlaget er:

- hull
- spor
- hindringer

Vedlikehold gjennom konkurransene krever mye manuell innsats med bruk av skuffer, river og ski. De følgende løpende reparasjoner kan gjøres.

- planering av traseen
- tetting av hull
- skliing/jevning av traseen



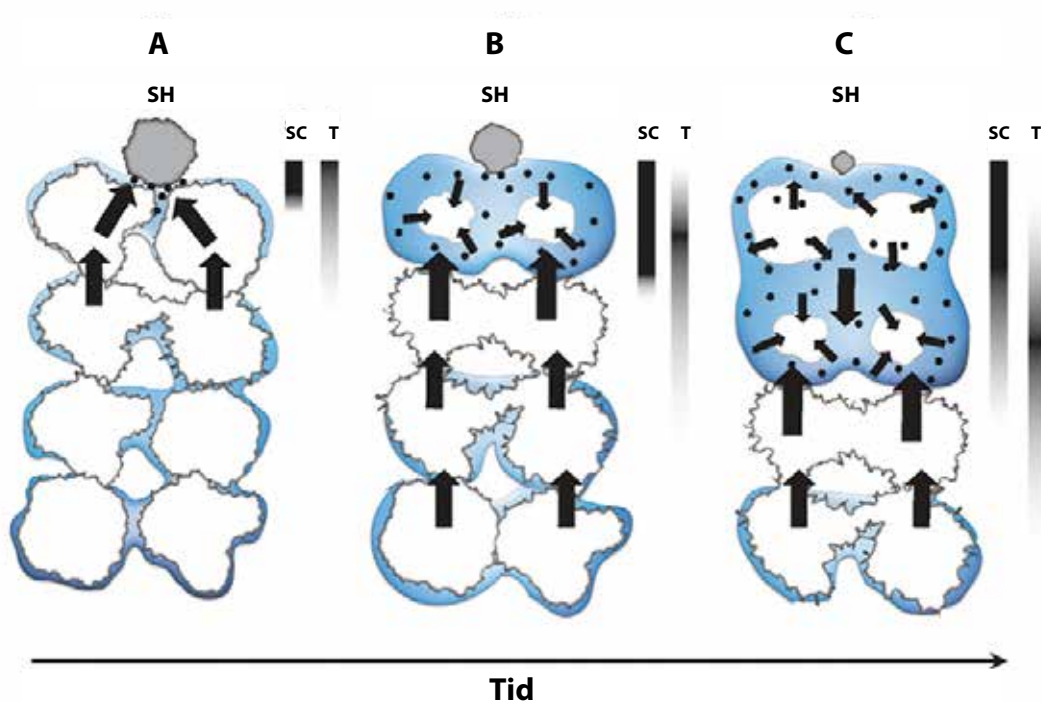
Grovplanering av ski- og snowboardtrasé.

10. Salting

Når man snakker om salt menes natriumklorid som har den kjemiske formelen NaCl. Salt brukes i stedet for natriumklorid i «folkelig tale» og skrift. Det er det samme stoffet som vi bruker når vi salter maten. Andre ord for natriumklorid er koksalt, bordsalt, spisesalt, raffinert salt, havsalt steinsalt og lignende- Dette saltet inneholder små mengder av andre salter, men natriumklorid er dominerende. Ved rensing av havsalt kan man få 99% NaCl. Ulike salter og størrelse på saltkornene gir ulik virkning. Større korn gir dypere virkning, saktere reaksjon og lengre virkningsgrad. Noen ganger kan det være hensiktsmessig å blande størrelse på saltkorn for å oppnå rask effekt og dybdevirkning i snøen.

Når man har salt i snø som er våt oppstår det en reaksjon hvor vannet i snøen fordampes. Denne fordampingen frigjør varmeenergi fra snøoverflaten. Resten av snøen blir dermed kaldere og hardere.

Det kreves at det ikke er hard overflate og at fuktighetene er mellom 35 og 50 % i snøen for å få salt til å virke. Er det ikke nok fuktighet i snøen må det tilføres vann til snøen fra snøanlegget. Dette gjøres fra spredere eller fra stor spyledyse i enden av vannslange.



Modell som illustrerer oppløsning av salt (SH), økende mengde salt oppløst i tettere konsentrasjon(SC), uttak av varme vist med svarte piler, og senkning av temperaturen i dybden representert med (T)



Frontmontert saltkasse på prepareringsmaskin gir mulighet til rask og jevn grunnsalting opp til 40 m bredde i renntrasé og vårsnø for normal skikjøring.



Salting av renntrasé før konkurranse under varme forhold. Jo mer salt som brukes, jo våtere må snøen være for å få ønsket effekt.

10.1 Framgangsmåte

Behandlingen begynner med grunnsalting og følges opp med ettersalting. Etter salting bør bakken ligge urørt i 10-15 minutter. Etter at traseen er stukket, sklir man gjennom før salting for å skape en jevn overflate. Deretter saltes det fra toppen og nedover. Etter 10-15 minutter bør man skli igjennom og sjekke kvaliteten på saltingen. Dersom snøen ikke er fuktig nok, vil saltingen ha motsatt effekt. Jo våtere snøen er, jo mer salt tåler den. En vanlig slalåmløype tåler maksimum 400 kg, og dobbel mengde bør beregnes til en storslalåmløype når det saltes i traseen.

Det bør brukes grovsalt med størrelse 3-5 for å oppnå virkning langt ned i snøen. Salting bør foregå rett etter sporsetting før inspeksjon. Det vil i noen tilfeller være nødvendig å tilsette vann til snøen for å få ønsket effekt av saltet. Dette

fordi fordamping av dette vannet ved hjelp av saltet skader den harde og kalde overflaten. Om det er behov for salting rett i forkant av konkurransen, eller for å reparere skader i underlaget, brukes finere salt som virker raskere mot underlaget. Det er viktig å merke seg at for mye salt i snøen i forhold til fuktighet vil medføre smelting av snøen og til slutt dårlig konsistens på snøen slik at resultatet blir motsatt av ønsket effekt.

Det er viktig å merke seg at feil salting og da spesielt bruk av for mye salt vil virke mot sin hensikt og ødelegge snøen.

Bruk gummihandsker og egnede klær. For å få fordelt saltet best mulig bør man bruke et båtformet øsekar.



11. Balking

Balking er en teknikk som primært brukes for å fryse sålen i forbindelse med rennavvikling.

Balking betyr å mette snøen med vann for å lage en hard og kompakt såle som tåler stor slitasje og gir mest mulig like forhold til alle løpere. Det har to hovedhensikter:

- Å øke snøtettheten
- Å øke forbindelsen mellom snøkrystallene

Snøen må gis nok tid til å fryse etter balkeprosessen. Det krever lav temperatur og en klar (natt) himmel. Mengden vann som tilføres må avpasses slik at det holdes på plass av et hårfint trykk. Maksimum vanninnhold avhenger av snøtype. Finkornet snø kan inneholde maksimum 10 % vann, og grovkornet snø 5 % vann. Et overdrevent vanninnhold krever mye mer energi for å fryse og flyter også utover snølaget. Et hardt snøunderlag gjør det vanskelig for vannet å renne bort.

De viktigste faktorene for å påvirke fryseprosessen til en vannet nedfart er:

- Prosentinnhold av kjøleenergi i snøen
- Utstråling
- Lufttemperatur
- Vind

Snøtype	Tetthet før vanning (kg/m ³)	Maksimum vanninnhold (% vol)	Maksimum vannmengde (l/m ²)	Maksimum tetthet etter vanning (kg/m ³)
Fin-kornet	200	10	20	300
	300			400
	400			500
Grov-kornet	200	5	10	250
	300			350
	400			450

11.1 Framgangsmåte

Balking utføres manuelt eller maskinelt ved bruk av prepareringsmaskin. Manuell utførelse skjer ved hjelp av et rør som er gjennomhullet og som overrisler snøen med vann fra snøanlegget. Alternativt kan man bruke en slange, men det er uansett viktig å passe på at vanntrykket er passelig. Man kan bruke 2-3 balker/rør etter hverandre for å dekke hele løypa, alternativt kun balke konkurransetraséen dersom man vet hvor den går. Vannet som tilføres snøen vil sørge for at det kan fryse ca. 30 cm nedover i sålen.

Avhengig av hvor tørr snøen er fra før, og hvor hardt en ønsker underlaget, flyttes balken/røret med 5-10 cm med jevnt tidsintervall nedover løypa. To personer holder i hver ende og bruker klokke for å passe tiden.



Renntasé som "potetåker" som blir vannet kraftig før den lukkes med prepareringsmaskin og ferdigstilles til renn.

Balking med prepareringsmaskin

En annen metode for å tilføre vann og gjøre underlaget hardt er å vende snøen med skjæret på tråkkemaskin slik at den ser ut som en "potetåker". Deretter tilføres vann med slanger og spyledyser manuelt over snøen til den blir gjennomvåt 10-20 cm nedover i snølaget.



Deretter må en umiddelbart blande og slette ut snøen med tråkkemaskin før den begynner å fryse. Gjøres prepareringsjobben for sent vil resultatet bli isklumper. Arbeid som dette bør trenes på før en gjør det opp mot konkurranse slik at det kan bli ordentlig!

Injisering

På markedet finnes også en injiseringsstang som sprayer vannet langt ned under snøoverflaten hvor vanntrykket presist regulerer hardheten i snøunderlaget. På denne måten forblir

overflaten rimelig tørr, ettersom vannet injiseres ca. 30 cm ned i sålen. Denne metoden sørger for at snøen fryser nedenfra og oppover med et jevnere resultat, i kontrast til tradisjonell balking hvor overflatevanning fryser ovenfra og nedover som skaper en ujevn og ikke så slitesterk ishinne som går lett i oppløsning.

Med injeksjonsmetoden der vannet blir injisert langt nede i snøen blir også underlaget mer resistent mot maskintrykk og temperaturpåvirkning.



Mannskap i gang med injisering av vann under trykk ned i ferdig preparert renntrasé. Dette gir en tykk, tett og homogen såle av snø for lang tids bruk.

12. Snølagring

Hvorfor lagre snø? Lagring av snø fra foregående sesong har allerede blitt gjort i mange år flere steder i forbindelse med sikring av snø til tidlig-arrangementer, spesielt for bruk i langrensløyper. Lagring av snø krever grundig forarbeid, og i dette består det blant annet å finne ut hvor mye snø som trengs til arrangementet.

Ettersom snølagring er en forholdsvis ny metode for å sikre trenings- og konkurranseforhold, er ulike teknikker under stadig utvikling og det anbefales å kontakte ledende miljøer for å innhente oppdatert informasjon før en iverksetter lagringsprosesser.

Det er i første rekke arrangører som har påtatt seg arrangement tidlig i vintersesongen som

har behov for å gi en snøgaranti. Risikoen og de økonomiske konsekvenser av å måtte avlyse et skirenn ved å ikke ha nok snø til avvikling av konkurranse er betydelige. I verste fall vil det kunne tilsa at arrangementsstedet mister troverdighet mot samarbeidspartnere. Dette gjelder også anlegg som vil ha attraksjonskraft som garanterer gode snøforhold uansett temperatur og nedbør om høsten. Lykkes man med snølagring kan det være mulig å fastslå fast åpningsdato, og dermed skape forutsigbarhet for brukerne.

Dersom man planlegger snølagring til neste sesong bør man utnytte kuldeperiodene maksimalt slik at denne produksjonen blir mest mulig energieffektiv.



Snø samles i diger haug for senere å dekkes med flis eller spesial tekstil. Snøen må være homogen og ha tetthet mer enn 0,7kg per liter.



12.1 Lagringssted og form på snøhaugen

Lagring av snøen bør være så nærme bruksstedet som mulig, men må ta hensyn til følgende:

- At snøhaugen blir stor og visuell om sommeren. Dette må vurderes opp mot transportkostnader, tidsbruk og plassen som blir opptatt som lager.
- Snøhaugen bør være minst mulig eksponert mot sol og vind.
- Underlaget bør være solid og helst av drenerende masse, og av en slik kvalitet at en kan kjøre med hjullaster eller traktor uten at det kommer for mye urenheter i snøen. En gruset parkeringsplass kan være et egnet sted.
- Snøhaugen bør ligge flatt eller litt skrått.
- Snøhaugen bør være bratt i kanten og med en påkjøringsrampe i midten. Den avrundes på toppen.
- Det må hindres at overvann renner inn under haugen. Mesteparten av avrenningen skjer fra sålen.
- Man må planlegge hvordan få tak i nok snø: hvor mye kan man skyve sammen og hvor mye skal en produsere for lagring?
- Tettheten må være jevn gjennom haugen. Snøen doses lagvis inn i haugen og påse at den har nødvendig tetthet. Om tettheten er for liten må det tilføres vann for å oppnå ønsket tetthet.

I løpet av lagringsperioden vil tettheten øke fra 400kg/m³ til 600kg/m³.

12.2 Dekningsmateriale

Det er i hovedsak to materialer som brukes til å dekke snøhaugen:

Sagflis

Tildekking bør skje i april/mai etter siste snøfall. Det bør påregnes 30-50 cm flis (fin flis gir best effekt). Flisen kan blåses inn over snøhaugen, eller den kan kjøres på med traktor. Ettersom det legger seg en hinne i øverste flislaget, vil flisen ligge i ro selv om det blåser.

En viktig fordel med flis som dekningsmateriale er at det følger med søkkene i snøhaugen, og opptrer elastisk. Det anbefales ikke å legge duk i mellom.

Det ideelle er å bruke flisen med 2 års syklus der flishaugene "hviler" annethvert år. 2000m³ flis er nok til å dekke en snøhaug på 13000m³ snø.

Avdekking avhenger av når snøen skal brukes, men kan skje i midten av oktober dersom det er tidlig arrangement eller tidlige treningsforhold som skal sikres. Det er viktig å ikke fordele snøen for tidlig da den kan smelte bort.



Snøhaug dekket av flis for lagring over sommeren. Flislaget bør være mer enn 40 cm tykt om man skal oppnå ønsket lagringseffekt.



Filt

Dette materialet tar utgangspunkt i prinsippet som virker ved bruk av flis. Siden duken ikke er tett men pustende, vil det hele tiden skje en viss smelting som går over til damp. Denne prosessen gir som resultat en kald overflate. Selv om materialet puster er det laget slik at regnvann skal renne av duken som på et gortex-materiale. Det kan legges to lag av filten for å bedre isolasjonsevnen. Det kan være en form for termomateriale. Metoden er testet ut i område med forholdsvis høye sommertemperaturer hvor den viser seg brukbar også med mye regn. Fordelen er enkel dekningsmetode og at "panelene" sveises sammen med varmepistol. Dette materialet er lett å gjenbruke og har relativt lite lagringsbehov. Vedlikeholdet gjennom sommeren er minimal og kostnader over tid blir lavere når man tar med innkjøp, gjenbruk og total arbeidsinnsats. Om avsmeltingen skulle bli noe større enn for eksempel ved bruk av flis er det rimelig å kompensere dette ved å lage noe mer snø

12.3 Avsmelting

Hovedspørsmålet som melder seg ved snølagring gjelder hvor mye av snøen som vil smelte bort i løpet av sommersesongen. Her er det mange faktorer som spiller inn, men testing har vist at snøhauger som har vært lagret i forholdsvis høy middel temperatur (+20) og tidvis mye nedbør gjennom sommeren, har ca. 50 % av snøhaugen smeltet.

Nedbørsmengde og vind er svært bestemmende for hvor mye snø som smelter. Videre er isolasjonsmateriale og hvor godt man klarer å vedlikeholde dekningsmaterialet også bestemmende.

12.4 Snøproduksjon til lagring

Først må det produseres nok snø til et lager. Det er viktig at snøen ikke inneholder for mye forurensing som løv, jord, grener etc., da dette blir veldig synlig når snøen skal tas i bruk igjen.

Før snøen dekkes må den ha en jevn tetthet helst over 0,7 kg per dm³ for ikke å kollapse for mye gjennom sommeren. Dette kan ordnes med tilførsel av vann når snøen samles. Best egnet for å få jevn nok snøtetthet og størrelse, er å bruke preppemaskin som doser snøen til en haug, mikser og komprimerer den.

12.5 Underlaget

Snøen vil i løpet av sommeren smelte fra oversiden og sidene. Formen på haugen er derfor viktig. Så mye snø som mulig under minst mulig overflateareal vil derfor minske eksponering mot varm luft/sol. Snøhaugen må også lages slik at en kan preparere en jevn overflate slik at regnvann alltid kan renne av og at det er greit å legge isolasjon og jobbe på snøhaugen.

Er det tele i bakken under haugen er det selvsagt en fordel.

Lagring av snø og metoder for dette er under stadig testing og det er grunn til å anta at for mange arrangører vil dette være en stadig mer aktuell snøgaranti når metodene blir rimeligere og mer utprøvd.

12.6 Transport

Man må tenke grundig gjennom hvor og hvordan snøen skal transporteres til brukerstedet. Det er viktig med korte avstander og lite motbakke.

Skal lagret snø brukes i langrennstrasè kan den kjøres ut til traseen med traktor og henger eller lastebil. Ved fordeling kan det brukes prepareringsmaskin eller hjullaster. Riktig bredde på ca 5,5m må legges fra starten.

Litteraturliste

- 2001:** Trening og renn i Alpinanlegg. Anbefalte retningslinjer utarbeidet av Norges Skiheisers Forening i samarbeid med Norges Skiforbund.
- 2002:** "Preparation and maintenance of pistes" Mathie Fauve, Hansueli Rhyner, Martin Scheebeli, Swiss Federal inst. for Snow and avalanche research
- 2005:** Ansvar og Sikkerhet i nedfarer, Anbefalte retningslinjer utarbeidet av Alpinanleggenes Landsforening.
- 2006:** Veileder Snowboardpark - For lek i alpinanlegg på ski og snowboard, Kultur- og Kirke departementet og Norges Skiforbund.
- 2007:** Veileder Skianlegg - Planlegging og bygging av anlegg for langrenn og skiskyting, Kulturdepartementet og Norges Skiforbund
- 2011:** Veileder Alpinanlegg, planlegging, bygging og drift

www.idrettsanlegg.no
www.alpinanleggene.no
www.skiforbundet.no – «anleggsweb»
www.fisski.com
www.steinbach-alpin.com
www.regjeringen.no

Utgitt av :
Kulturdepartementet

Offentlige institusjoner kan bestille flere
eksemplarer fra:
Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon
Internett: www.publikasjoner.dep.no
E-post: publikasjonsbestilling@dss.dep.no
Telefon: 22 24 20 00

Publikasjonskode: V-0965 B
Design: Magnolia design as
Trykk: Merkur-Trykk AS
04/2014 - opplag 2000