

# Om Snöproduktion

## 2013



## **Inledning**

Denna skrift är tänkt att vara en samlande översikt för konstsnötillverkning, med snöteori, olika metoder, utrustning etc.

Skriften vänder sig främst till de föreningar och anläggningar som är på gång med att investera i en anläggning, men också till de enskilda personer som tänker börja hjälpa till med snötillverkning.

Skriften är till 50 % baserad på den norska skriften ”Snøproduksjon, från ide till verklighet” utgiven av Kultur og Kirke departementet år 2007.

Tanken är att ge ut en årlig uppdatering av skriften då nya rön, metoder, produkter och ekonomiska förutsättningar fort tillkommer.

De intressenter som får möjlighet att kommentera på skriften är bl a snökanontillverkarna och svenska skidförbundet.

Läsaren uppmanas att använda skriften som en inspiration, och kontrollera och jämföra valda delar med information på internet och från andra skrifter och böcker.

1. Grundläggande om konstsnötillverkning .....	5
1.1 Snöbrist.....	5
1.2 Driftfördelar med konstsnö .....	5
2. Snöteori .....	6
2.1 Vad är snö? .....	6
2.2 Vad är konstsnö? .....	6
2.3 Hur bildas snökristaller?.....	7
2.4 Olika snökvaliteter .....	7
2.5 Parametrar som inverkar på snökvaliteten .....	8
2.6 Humus i vattnet .....	9
2.7 Tillsatser (Snomax) .....	9
2.8 Val av snökvalitet.....	10
2.9 Tjäle i backen .....	10
2.10 Vattentemperatur/Kyltorn .....	11
2.11 Höjden på utkastet från kanonen .....	11
2.12 Vind och drivsnö .....	11
2.13 Förångning .....	12
2.14 Tillverkningsmängd .....	12
2.15 Lagring av konstsnö över sommaren .....	12
2.16 Några råd.....	12
3. Olika användningsområden för konstsnö .....	13
3.1 Alpint.....	13
3.2 Hoppbackar .....	13
3.3 Längdskidor.....	14
3.4 Freestyleparker .....	15
3.5 Skidlek.....	15
4. Drift .....	16
4.1 Åtgärder innan snön kommer .....	16
4.2 Snödjup.....	16
4.3 Snötillverkning till arrangemang.....	17
4.4 Tunt lager eller i högar .....	17
4.5 Tidsåtgång .....	18
4.6 Preparering .....	18
4.7 Frysproblem .....	19
4.8 Bemanning .....	20
5 Snökanoner .....	21
5.1 Fläktkanoner.....	21
5.2 Lansar .....	22
5.3 Högtrycks eller lågtryckssystem .....	23
5.4 Stationära eller mobila system .....	24
5.5 Pumpar .....	24
5.6 Luftkompressorer .....	26
5.7 Automatiska och halvautomatiska anläggningar.....	26
5.8 Halvautomatiska system.....	26
5.9 Problemställningar .....	27
6 Projektering .....	29
6.1 Projektering, generella hänsyn .....	29
6.2 Installationer som lyktstolpar, liftar, staket, hus etc.....	29
6.3 Fallzoner, områden där skidåkare rör sig .....	29

6.4 Goda råd i projekteringsfasen .....	29
6.5 Jämför flera anbud.....	30
6.6 Investeringskostnader.....	30
6.7 Ca priser till hjälp i planeringen.....	30
6.8 Klimatförhållanden.....	31
6.9 Elinvestering.....	31
6.10 Vattentillgång och vattenkvalitet .....	32
6.11 Rör, Vattentryck .....	33
7.1 Buller.....	35
7.2 Estetik.....	35
7.3 Erosion, vegetation.....	35
8 Rutiner – Säkerhet – HMS .....	36
8.1 Avvik.....	36
8.2 Driftinstruktioner vid snötillverkning .....	36
8.3 Fasta rutiner vid snötillverkning .....	36
8.4 Driftinstruktion för kompressorer .....	37
8.5 Driftinstruktion för pumpstationen.....	37
8.6 Driftinstruktion för högtryckskanoner/lansar.....	38
8.7 Driftinstruktion för flätkanoner: .....	38
8.8 Driftinstruktion för pistmaskiner.....	38
8.9 Driftinstruktion för snöskoter.....	39
9. Hur lär man sig mer om konstsnö?.....	40
10. Länkar.....	40

## 1. Grundläggande om konstsnötillverkning

En konstsnöanläggning består i huvudsak av ett stationärt eller mobilt pump- och rörsystem som tillsammans med snökanoner kan producera snö. Idag tillverkas det snö till alla typer av skidanläggningar, dvs till anläggningar för hopp, längd, snowboard, skidlek och alpint.

### 1.1 Snöbrist

Brist på snö är ett problem hos många skidanläggningar. För att säkra goda förhållanden kan det tillverkas snö till hela eller delar av anläggningen. Detta kan också hjälpa till att säkra en tidig uppstart och en lång och stabil säsong, något som är extra viktigt för rekryteringen. Idag är det många fritidsaktiviteter som frestar, då är det viktigt med en lång säsong. Det måste kunna förutsättas att backen eller spåret kan användas.

Fördelen med konstsnö är att den tål långa perioder med mildt väder och att den tål slitage bättre än natursnö. Kvaliteten på snöunderlaget säkras genom hela säsongen då snö som slits bort eller blir isig kan ersättas av nytillverkad snö eller snö från lager.

### 1.2 Driftfördelar med konstsnö

Det görs ofta stora investeringar i skidanläggningar. Svåra väderförhållanden, med varierande nederbördsmängder kan lätt göra investeringarna olönsamma, även i områden som är ansedda som snösäkra. En konstsnöanläggning anses idag som den viktigaste delen i en anläggning för att kunna undgå chansartade förluster på grund av dåligt väder.

#### Driftfördelar uppsummerat

- Tidig säsongstart. Förvintern är på många platser präglad av kyla, men med lite eller inget snöfall. Detta är bra betingelser för konstsnötillverkning. Folk är då också ivriga att få sätta igång med vinteraktiviteter.
- Mer slitstarkt snöunderlag. Konstsnö är tyngre, mer kompakt och slitstarkt än naturlig snö. Snön är mer motståndskraftig mot mildt väder och regn.
- Bättre snökvalitet i backarna utan framstickande stenar, stubbar, mm. Detta är av stor betydning för renommé och säkerhetsstatus.
- Bättre underlag för alpin tävlingsidrott. Motsvarande gäller för dagens krav till längdanläggningar och hoppbackar.
- Säsongen kan förlängas både höst och vår.
- Goda snöförhållanden och tidig uppstart gör att rekryteringen till skidaktiviteter kan upprätthållas och även ökas.

## 2. Snöteori

### 2.1 Vad är snö?

Snö är fuktighet i fast form, uppbyggd av snökristaller. Kristallerna kan uppträda som plattor, prismor, stjärnor osv. Det finns mycket forskning om de olika kristall- och snöformernas glidegenskaper, fasthet, stabilitet, slitagemotstånd, motstånd mot smältning och annat av intresse för skidåkare.

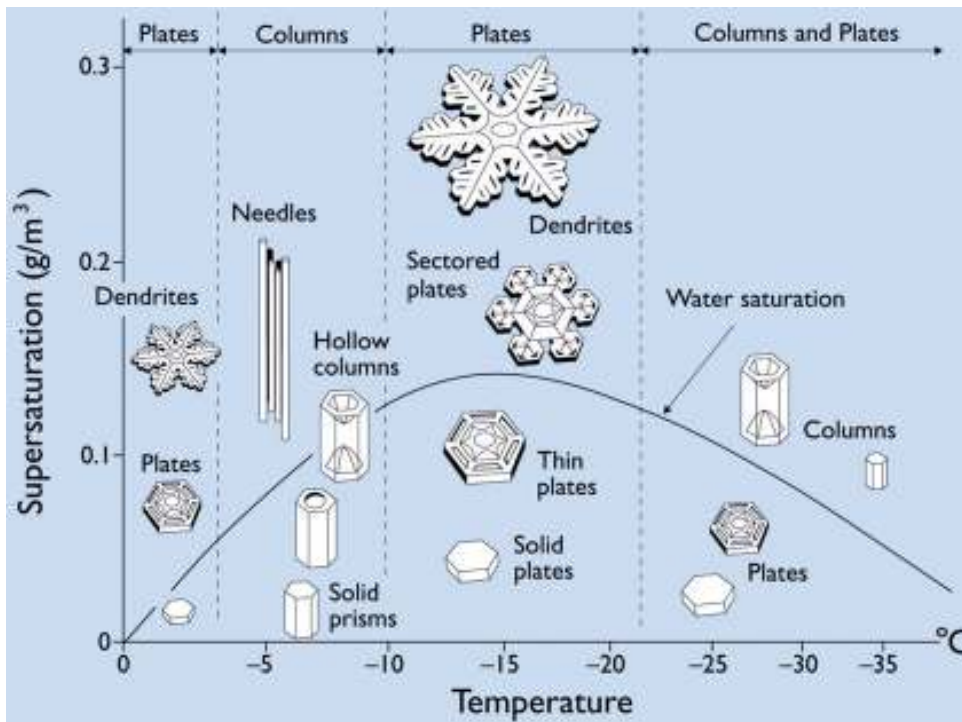
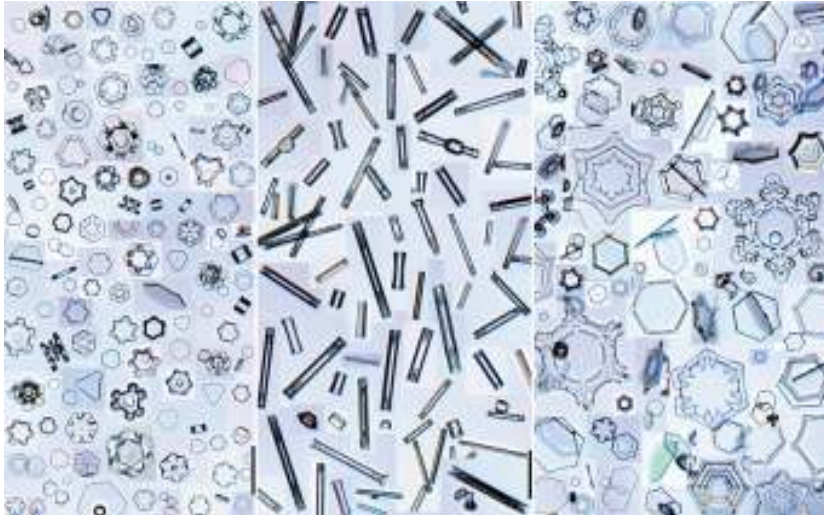


Bild 1. Olika former på snökristaller klassificerade av Ukichiro Nakaya.

### 2.2 Vad är konstsnö?

Konstsnö är en i grunden missvisande beteckning. Det är fortfarande riktig snö, skillnaden är att den är producerad med maskiner. I engelsktalande länder betecknas konstsnö ofta som "man-made snow". Konstsnö är motståndskraftigt mot mildväder och regn. Det beror på att snökristallerna har en sfärisk form som gör att regn och fukt rinner genom snön utan att det blir is på ytan.



*Bild 2. Längst till vänster i figuren syns snökristaller som tillverkats vid  $-2^{\circ}\text{C}$ , i mitten vid  $-5^{\circ}\text{C}$  och längst till höger vid  $-15^{\circ}\text{C}$ .*

### 2.3 Hur bildas snökristaller?

För att starta en frysprocess, måste det först bildas en kärna. Enkelt förklarar; en kristall eller vattendroppe är som ett ägg som fryser. Först fryser skalet, som får ett tjockare och tjockare lager. Det är därför konstsnö ska ligga och torka eller frysa i flera dagar innan man bearbetar den, ny konstsnö är som en stor hög med ägg, om man börjar gå på den för tidigt spricker alla äggen, vilket här innebär att stora mängder vatten rinner ut. Vattenkvaliteten för att bilda en kärna är avgörande. Man talar om kärnbildningstemperatur. Destillerat vatten har en kärnbildningstemperatur på  $-40^{\circ}\text{C}$ . Förorenat vatten har en kärnbildningstemperatur som är mycket högre. Med smutsigt vatten kan man alltså tillverka snö vid varmare temperaturer. För att vatten ska frysa, måste molekylerna inrättas i ett sexkantigt mönster. För att inrätta molekylerna i detta mönster, måste de göra sig av med fri energi. Fri energi tas bort genom att det sker en förångning från vattendropparna, som resulterar i att temperaturen sjunker och vattnet fryser. Tryckluften från snökanonen kommer när den frigörs i nukeleringsmunstycket medföra lägre temperatur i de små vattendropparna som därefter fryser till små iskristaller. Dessa kristaller kommer sedan få de stora vattendropparna att frysa till snökristaller innan de faller till backen.

De små vattendropparna som kastas ut från snökanonen avkyls genom;

- Expansionen av komprimerad luft. Komprimerad luft expanderar och därmed kyls luften kraftigt ned och det vatten som kommer i kontakt med luften kyls snabbt ned. Ju kallare luft och vatten, ju mindre energi går åt till processen.
- Förångning av dropparnas yta. Förångningen stjälar värme från vattendropparna.
- Kontakt med omgivande luft.
- Låg vattentemperatur ger bättre utgångspunkt för avkylning och bättre effektivitet i kärnbildningsprocessen.
- Låg tryckluftstemperatur ger bättre förutsättningar för avkylningen.

### 2.4 Olika snökvaliteter

Tillverkning av konstsnö med både högtryckskanoner och lågtryckskanoner kräver att man är påpasslig med att justera blandningen luft/vatten. Tillförs det för mycket vatten blir snön våt och det kan bildas is. Är luftmängden för stor blir snön för torr. Det är viktigt att vara uppmärksam på temperaturförändringar, och eftersom denna varierar hela tiden måste

vattentillförseln justeras i förhållande till temperaturen för att få en optimal konstsnötillverkning. I praktiken betyder det att temperaturen och snökanonen måste kontrolleras minst en gång per timme. Lanskanoner behöver inte justeras eftersom de opererar efter en annan princip.

Man måste tänka på vilken typ av snö som ska produceras. Is är inte ett bra underlag när man har skidor på benen. Det är lätt hänt att man tillverkar för våt snö. Gör man det blir kvaliteten dålig och anläggningen utnyttjas inte optimalt. Normalt bör man producera kvalitet 5 och 6 (se nedanför). Rinner det vatten nedanför snöhögen är det ett tecken på för våt snökvalitet.

- Skala från 1-9, där 1 är puder, 5 är kramsnö, och 9 är nästan regn.
- Egenvikt på snö med kvalitet 5 är 0,3-0,4 kg pr  $\text{dm}^3$
- Ju kallare lufttemperatur desto större snökorn.
- Rinner det vatten nedanför snöhögen har du för våt kvalitet.
- Ideellt bör nylagad snö vila 2-3 dagar innan den prepareras.



*Bild 3. I en redan färdiglagd backe tillverkas snö av kvalitet 3 för att ersätta snö som slits bort.*

### **2.5 Parametrar som inverkar på snökvaliteten.**

Vid snöproduktion är temperatur och luftfuktighet i den omgivande luften de två viktigaste parametrarna som inverkar på snökvaliteten. I princip betyder det att vid låg luftfuktighet och torr luft kan snö tillverkas på högre temperatur än om luftfuktigheten är hög.

Det brukar nämnas två temperaturbegrepp i konstsnöteorier. Det är “dry bulb-” och “wet bulb-” temperatur.



Den temperatur vi läser av på termometern på väggen kallas dry bulb. Wet bulb temperatur kan inte avläsas på en väggtermometer eftersom den beror på både temperatur och fuktighet i luften. När luftfuktigheten är 100 % är dry bulb och wet bulb identiska. Men om luften är torrare än 100 % blir wet bulb temperaturen lägre än dry bulb.

Wet bulb temperatur är den som är viktig vid snötillverkning. Det enklaste sättet att finna wet bulb temperaturen är genom avläsning i diagram, där utgångspunkten är luftfuktighet och lufttemperatur mätt med en vanlig termometer.

Luftfuktighet vid snötillverkning fungerar i grova drag så här;

När termometern visar +20°C och luftfuktigheten ligger på 40 % känns det kallare än om temperaturen varit +16°C men med 95 % luftfuktighet. Förklaringen är att kroppen avger mer värme genom avdunstning när luften runt dig är torrare.

Det samma gäller för vattendropparna som kommer ut från en snökanon. Det blir kallare ju lägre luftfuktigheten är. I praktiken upptäcker man att det också är andra faktorer som spelar in, som kylande drag, frost i backen och föroreningar i vattnet. Det kan också produceras snö i plusgrader om luftfuktigheten är låg och det används lite vatten och stor luftmängd. Sådan tillverkning är marginell och väldigt dyrbar, men kan förstås vara nödvändig för att få klar en anläggning.

## 2.6 Humus i vattnet

Partiklar (humus) i vattnet, hur påverkar det snökvaliteten?

Vattendroppar med små partiklar fryser lättare än rent vatten. Partiklar i vattnet fungerar som små kristallisationskärnor vid snöbildningsprocessen. Detta gäller speciellt vid högre temperaturer, där kärnbildningsprocessen ibland har svårt att komma igång. Processen behöver lite hjälp. Detta betyder att det är lättare att tillverka snö med vatten från bäckar eller sjöar än med vatten från ledningsnätet. Det är viktigt att analysera vattnet som är tänkt till snöproduktion. Vattnet får gärna innehålla mindre humuspartiklar, men inte partiklar som är så stora att de sätter igen filter eller sliter på pumpar och munstycken.

## 2.7 Tillsatser (Snomax)

Snomax är ett begrepp inom området tillsatser. Snomax är ett naturligt protein som gör att det enklare bildas fryskärnor vid högre temperatur. För att få en snökristall måste det som sagt var först bildas en kärna.

Det är många ämnen som kan bilda en kärna, såsom mineraler, partiklar från jord, mikroorganismer etc. Detta är ämnen som bildar kärnor vid -8/-10°C.

Snomax bildar kärnor vid högre temperaturer och har större effekt vid marginaltemperaturerna runt 0 till -3°C.

Snomax medför att snön blir torrare och att mer vatten kan tillföras. Då vattnet har hög temperatur, som tex med vatten från ledningsnätet, kan Snomax ha en positiv effekt.

Koncentrationen av Snomax i vattnet är låg, ca 0,8 gr per 1000 liter vatten.

De upplösta Snomax-proteinerna tillsätts vattnet med hjälp av en doseringsapparat, där tillsättningsmängden kan regleras manuellt eller automatiskt.

### Några erfarenheter av snomax:

- Snomax ger grövre och tyngre snö.

- Tyngre snö ger mindre avdrift snö av snö vid vind.
- Snöproduktion kan fungera effektivt vid högre temperaturer med Snomax.
- Snomax ger mer porös snö, som dränerar fuktighet bättre
- Större volym snö med samma vattenmängd.
- Produkten är kostbar, men det hävdas att reducerad strömförbrukning och arbetstid uppväger den kostnaden.

Effekten av Snomax kommer variera från anläggning till anläggning.

Det finns också andra tillsatser på marknaden. När det gäller effektivitet av alla sådana tillsatser bör de provas ut av den enskilda anläggningen.

### **2.8 Val av snökvalitet**

Vilken snökvalitet ska produceras?

Vilken snökvalitet som ska produceras beror lite på vad snön ska användas till. Ska snön användas till ett tillfälligt arrangemang? Eller är det första snölagret som ska läggas, eller är det snö som ska användas till reparationer i slitna partier?

När man lägger det första snölagret kan det vara bra med lite våtare snö. Om snön planläggs för ett arrangemang en tid framåt kan snö tillverkas på hög. Sådana högar kan ligga en stund och snön får då möjlighet att torka ordentligt. Det betyder att man inte behöver vara så noga med att justera vattenmängden under tillverkningen, det kan accepteras att snön tillverkas lite våtare. Men vid högtillverkning är det samtidigt viktigt att se till att vattnet har möjlighet att snabbt rinna iväg från området.

Ska snön användas ganska snart till ett arrangemang lönar det sig att tillverka snö med kvalitet ca 5. Den kvaliteten är bra när man ska bygga hopp och kullar. Det är däremot viktigt att kanonerna flyttas ofta för att förhindra vattenpölar.

När man tillverkar snö som ska användas till reparation av en sliten backe, kan det löna sig att tillverka riktigt torr snö. Det betyder att produktionen kan pågå medan backen eller spåret används. På detta sätt får skidåkarna ny snö att åka på samtidigt som de förflyttar den nedför. Därefter kan pistmaskinen på kvällen blanda ny och gammal snö.

Kom ihåg att snökristallerna i princip är som ägg, med skört skal som krossas om snötyngden blir för stor. Blir tyngden för stor eller snölagret för tjockt kommer det rinna mycket vatten som betyder förlorad tillverkningskapacitet och som också kan medföra problem med is.

### **2.9 Tjäle i backen**

Innan man börjar med att tillverka konstsnö, är det en stor fördel att ha tjäle i backen. Detta betyder att all tillverkad snö kommer till användning. Men är det bråttom att komma igång, så går det utmärkt att tillverka snö också på frostfri mark. I de flesta sammanhang tränger kylan ner i marken senare, men ibland blir det ingen tjäle överhuvudtaget, vilken syns på våren med stor avsmältning. Tjälen ger en bättre möjlighet till att bevara snön som produceras. Därför måste man försöka hjälpa till så att tjälen sätter sig. Se också kapitel 4. Man kan utnyttja humusrika, jordhaltiga massor i topplagrena som tjälen lätt går ner i. Man kan hålla områdena snöfria en period, eller komprimera snön så att tjälen trycks ner i marken. Man kan isolera för att bevara tjälen om det skulle komma en mildvädnersperiod, det kan göras med snö. Det är också viktigt att klippa gräsytor kort, eftersom långt gräs isolerar marken.

## 2.10 Vattentemperatur/Kyltorn

Det är vanligtvis mycket kallare vatten i bäckar, älvar och sjöar än i kommunala ledningsnät. Hög vattentemperatur är ekonomiskt olyckligt vid snöproduktion, vattentemperaturen bör vara max 3-4°C.

Det kan därför vara nödvändigt och lönsamt med kylning av intagsvattnet. Detta görs i ett kyltorn, där vattnet hålls på i toppen. På väg nedåt i tornet leds vattnet över kalla plattor som kyler vattnet. Vattendropparna finfördelas också, samtidigt som en kraftig fläkt blåser kallluft på vattnet. Vattnet blir avkylt både genom kontakten med kalluften och med det kalla stålet, som ger förångning från vattendropparnas yta. Vattnet samlas i en tank i botten för vidare bruk i snöstillverkningen. Kyltorn kan levereras som en färdig enhet, eller byggas på plats av olika komponenter. Konstruktionen är ganska enkel. Effekten är typiskt 5 kW för ett kyltorn, detta för att driva kylfläkten på toppen.



*Bild 4. Kyltorn tillhörande Hanaslövsbacken i Alvesta.*

## 2.11 Höjden på utkastet från kanonen

Det är viktigt att vattendropparna får så lång tid i atmosfären som möjligt, förutom vid väldigt låga temperaturer. Ju högre kanonen är placerad, desto bättre. Nackdelen är att snön enklare driver iväg med vinden när utkastet är placerat högt.

## 2.12 Vind och drivsnö

Alla snökanoner har avdrift, dvs man får inte full användning av all snö som tillverkas. Avdriften varierar med vilken typ av skidanläggning som ska snöläggas. Snöproduktion i fjällen och i öppna landskap utsätts ofta för vind och det kan vara problematiskt att få snön placerad där man vill ha den.

För att lyckas måste man först se till att utblåset på snökanonen inte pekar mot vindriktningen. Vinden påverkar nedkyllningen positivt. Därför kan man vid kraftig vind kompensera genom att sänka ned kanonen och enklare få snön där man vill ha den.

I utgångspunkt är det viktigt att veta från vilken riktning de kalla vindarna kommer när snöanläggningen projekteras. Det är också viktigt att värdera typ av kanon.

Tornkanoner/lansar är t ex dåligt lämpade på fjäll.

I ett längdskidspår med 6 meters bred kan avdriften vara 40 till 60 %. I en hoppbacke kan avdriften vara 20 till 40 %, och i en slalombacke 5 till 15 %.

## 2.13 Förångning

Förångning är en faktor som det är lätt att glömma vid en kapacitetsberäkning för en snöanläggning. Förångningen kan utgöra 10 % av vattnet, detta sker mest i kallt väder, eller när det används små vattenmunstycken.

Förångningen kan faktiskt vara orsaken till att klimatet i området ändras när kanonerna körs, klimatet kan upplevas fuktigare och dimma kan uppstå.

## 2.14 Tillverkningsmängd

Eftersom snötillverkningen beror på avkylningseffekten, kommer mängden snö öka vid;

- Ökning av mängden luft som expanderar (tryckluftssystem). Man behöver mer luft vid dåliga förhållanden.
- Lägre luftfuktighet (ökar förångningen från vattendropparna).
- Lägre lufttemperatur
- Lägre vattentemperatur, t ex med vattenledningar liggande på marken.
- Montering av snökanonerna på höga stolpar, som betyder att kristallerna får längre tid i kall luft innan de når marken. Snökristallen växer sig då större.

## 2.15 Lagring av konstsnö över sommaren

Ibland vill man lagra snö över en lång tid, för att kunna använda den till arrangemang sommartid, eller för att kunna använda den för en tidig uppstart på säsongen. Fördelen är då att man kan en väldigt tidig start på säsongen, man kan lägga ut snön vid temperaturer där det inte skulle varit möjligt att tillverka snö. Vanligtvis lagrar man snön genom att samla en större snömängd, som sedan täcks med ett tjockt lager sågspån. Snö som ligger i en större hög är mycket motståndskraftigt mot smältning. De snödeponier som brukar finnas utanför städerna, där bortkörd snö från stadens gator och torg tippas brukar kunna ligga kvar över sommaren. Om man som vid lagring av konstsnö dessutom täcker snön med sågspån hindrar man solen att komma åt samtidigt som sågspånet är ett ytterligare isolerande lager, smältningen går då mycket långsamt.

## 2.16 Några råd

- Vid uppstart av en kanon är det vanligt med en bemanning på två personer, en till reglering av vattnet, och en som står under snökanonen för att kontrollera snökvaliteten.
- Snökvalitet 5 uppnås när snökristallerna inte sitter fast på jackärmen, när man skakar på jackärmen. Med snökvalitet 4 studsar kristallerna av jackan direkt.
- Kom ihåg att flytta kanonen ofta, minimum varannan timme så att fuktigheten kommer ut ur snön.
- Tillverka snön nedför en backe och i medvind!
- Låt snön få längsta möjliga tid i luften innan den når backen.

### 3. Olika användningsområden för konstsnö

#### 3.1 Alpint

Tidigt på 70-talet kom de första konstsnöanläggningarna för alpina backar. Konstsnön kom till främst på grund av slitage på natursnön i backarna, men efter vart blev det också behov för konstsnö på grund av milda och snöfattiga vintrar.

Alpinanläggningarna hade gjort stora investeringar i liftsystem, och behövde därför försäkra sig om tillgång till snö.

Systemen har varit i konstant utveckling och det finns idag system som passar mycket bra till alpina anläggningar.

Att etablera en konstsnöanläggning i en alpin backe kräver kunskap om lokala förutsättningar, såsom vindriktning och väder. Ofta är det olika förutsättningar beroende på om man är långt upp i backen eller längre ner, vilket kan innebära att det används olika typer av snökanoner. Det beror på temperaturskillnaden mellan toppen av backen och längre ner, men det kan också bero på skillnader i vegetation etc.

#### 3.2 Hoppbackar

De ytor som ska snöläggas i en hoppbacke är betydligt mindre än i en alpin backe. Det medför mindre krav på kapacitet eller investering i utrustning.

Snön kan tillverkas genom sprutning direkt i backen, eller på en snöhög för senare utkörning.

I hoppbackar bör man speciellt låta övergången ligga utan snö en tid, och låta det vara det sista området som snöbeläggs. Då har man kontroll över vattnet som alltid följer med snöläggning. Det är viktigt att dränera bort vattnet från övergången. Om dränervatten tränger ner i snötäcket kan det uppstå isytor. Det är arbetskrävande och svårt att hantera vid preparering.

Det bör undvikas att lägga snöhögar på kullen för senare preparering. En sådan hög kan lätt hamna i övergången, och utgöra en fara för personal.

Fördelen med konstsnö i hoppbackar, är som för alpina backar, att avhjälpa generell snöbrist, öka längden på säsongen och inte minst etablera ett slitstarkt underlag, speciellt i nedslagsfältet.

För snöläggning av plastbackar används två kända metoder, för att undvika att snön ska glida iväg på plasten.

-Det spänns upp nät som förankras både uppe och på kanterna.

-Det läggs ut flera 2” / 4”-plankor på tvärs av backen. Dessa fästs i längsgående vajrar.

För att vara säker på att plankorna täcks, läggs ett tjockare snölager än vad som egentligen är standard för hoppbackar.

Vajrarna måste förankras ordentligt då tyngden av snön (på halt underlag) är stor. Dessutom används gärna pistmaskin, som förstärker glideffekten och belastningen på vajrarna.

[http://www.everslide.com/productse/ski\\_hills.html](http://www.everslide.com/productse/ski_hills.html)

<http://www.seil-frey.de/schneehaltesystem/Schneehaltesystem.cfm>

### 3.3 Längdskidor

Det finns i princip 2 kända metoder för produktion av konstsnö i längdskidspår.

#### Längdskidspår med fasta installationer

Man kan ha fasta anläggningar med snökanoner fördelade längs spåret så att snön produceras där den ska ligga. I Norge och Sverige är dessa system i regel högtryckssystem, med nedgrävda vatten- och luftledningar. Vattenledningarna ligger frostfritt.

Fläktkanoner kan vara aktuella, om man vill producera snö på utsatta partier, t ex ett lågt liggande stadionområde. Man ser ofta exempel där spåren i skogen har gott med snö, medan det är dåligt med snö på det öppna stadionområdet.

Spåren med fasta snökanoner kan vara runtgående spår (Idre 7,5 km) eller tur/retur i samma spår, och då eventuellt med lyktstolpar i mitten. Det sista alternativet kräver halva rörlängden jämfört med runtgående spår och är därmed kostnadsmässigt fördelaktigt.

#### Snödepå

Det finns också anläggningar som producerar snö på hög för senare transport till spåren. Det spelar liten roll om snön tillverkas med högtryckskanoner, lansar eller fläktkanoner.

Huvudanledningen till att satsa på en sådan här anläggning är att man slipper lägga ett ledningsnät i skogen och sparar stora investeringskostnader.

En effektiv metod för spridning av snön, är att köra ut den och fördela den med hjälp av gödselspridare. En annan metod är att köra ut snön i högar, som en pistmaskin sedan får fördela.



*Bild 5. Vasaloppets snöfabrik med kapacitet på 100 000 m<sup>3</sup>*

### **3.4 Freestyleparker**

Moderna freestyle/snowboard-områden formas genom att använda stora snöhögar, som komplement till att terrängen sedan tidigare är formad. Det är viktigt att det finns mycket snö när hopp och kullar ska formas. Hoppen prepareras helst med pistmaskiner. För att bygga en halfpipe måste det finnas rikligt med snö vid väggarna innan prepareringen påbörjas. Det är viktigt att beräkna mängd och då ta hänsyn till det slitage som förväntas under hela säsongen. För att bygga backar med många kullar krävs ordentligt med snö som kan bearbetas med pistmaskin för att få till det riktiga mönstret. Alla typer av snökanoner passar för snötillverkningen. Det är viktigt att placeringen av vattenposter och liknande noga planeras eftersom de som åker gärna rör sig över stora ytor. Flyttbara fläktkanoner passar bra i dessa anläggningar.

### **3.5 Skidlek**

Ett skidleksområde är ganska litet, och kan enkelt snöläggas med hjälp av en snökanon. Som för freestyleparker är det viktigt att snön läggs i högar, så att pistmaskinen kan göra kullar och hopp. En mobil fläktkanon eller en mobil anläggning med lansar räcker till ett skidleksområde.

## 4. Drift

### 4.1 Åtgärder innan snön kommer

#### **Borttagning av gräs och pinnar**

För att tjälen ska sätta sig fort är det viktigt att gräset klipps kort. Långt dött gräs bildar ett isolerande lager mot backen. Det hindrar tjälen från att tränga ner i backen. Dessutom medför gräset att det kan komma luft mellan backen och snön. Luftcirkulation under snön medför att snön smälter och då bildas det hålrum under snölagret, vilket kan medföra genomslag vid åkning.

#### **Dränering av vatten**

Vid snö tillverkning får man lätt vatten på snöytorna. Det är viktigt att detta vatten fångas upp och leds bort från skidområdet. Om vattnet stannar kvar bildas is, vilket kan förkorta skidsäsongen eftersom vattensamlingar som bildas av isen på våren smälter ner den kvarvarande snön snabbt.

#### **Markplanering**

Markplanering av skidområdet/backen är värt mycket. Underlaget bör vara plant, utan stenar och rötter. Ojämheter tar tid att täcka med konstsnö samtidigt som prepareringsmaskinerna lätt får skador. Planeras området noga, minskar snömängdsbehovet, vilket innebär en lägre investeringskostnad.

#### **Summering**

- Planera området
- Så gräs – klipp gräset kort på hösten
- Ordna med ordentlig dränering, diken etc.

### 4.2 Snödjup

Behov av snödjup varierar med typ av anläggning.

#### **Hopp**

I hoppbackar är snödjupet bestämt av regelverket och anläggningsmallar. I underarenan ska det vara 40 cm, i nedfartsbacken 30 cm.

#### **Alpint**

För alpina backar finns det inga krav på snödjup. Det kan variera från område till område i backen. På utsatta plaster med mycket slitage, t ex vid branta kullar och kanter bör det läggas mera snö. Skidåkare stoppar ofta upp vid hängkanter och det ger ökat slitage samtidigt som det sliter på snön då skidorna avger energi. Pistmaskiner drar också ofta med sig mycket snö från kanter. Man ska också ta hänsyn till att det ska vara tillräckligt med snö för att kunna sätta slalomkäppar. I praktiken innebär det ett snödjup på 50 cm. Använd gärna en stavborr för att kolla snödjupet.

#### **Längd**

För längdskidspår finns det heller inget krav för snödjupet, men man bör ta hänsyn till de olika skidteknikerna. Om det är ett rent fristilsspår krävs det inte lika djupt snötäcke som när



det ska dras klassiska spår. Nerförsbackar slits mest eftersom många plogar där.

### **Snöläggning på golfbanor, gården mm.**

Snöläggning på planerade områden som golfbanor kräver inte ett så tjockt lager med snö. För att snön ska smälta snabbare på våren kan det löna sig att lägga snön innan tjälen sätter sig och tillverka ganska torr snö redan från början. Denna metod hindrar att det bildas isområden vid smältningen.

## **4.3 Snötillverkning till arrangemang**

### **Alpint / Freestyle / Telemark**

För vanliga skidtävlingar krävs inte något annat underlag än det som används till ordinarie skidåkning. I det ingår att snön plogas ut med frontplogen, trycks ned med banden och jämnas ut med den bakmonterade snöfräsen. Det är viktigt att snön plogas ut, för att bryta den hårda ytan och blanda den med snölagrena under. Detta för att hindra genomslag i svängar etc. Moderna skidor med timglasform skär fort igenom ett tunt lager med komprimerad snö eller ishinna. I super-G och störtloppsarrangemang används dessutom vattning med en så kallad vattningsbalk, för att preparera områden som är speciellt utsatta för slitage med skärande svängar. Vatten sprutas med högt tryck ner i snön till ett beräknat djup, för att bilda en homogen kraftig konsistens i snön. Det djup som behövs kan beräknas beroende på vilket vattentryck man använder. Nödvändig vattenmängd beror på när man ska preparera. Backen blir hård i underlaget, samtidigt som snön uppe på ytan inte blir isig, men ändå hård. Då greppar skidorna bra. Vattningsbalken är 4-5 meter bred och kan monteras på en pistmaskin. Det finns också handhållna mindre varianter. Storleken på vattenmunstyckena är mellan 0,8 och 2,6 mm.

### **Längdskidor**

En längdarena kräver mycket snö. Inför ett arrangemang kan det vara lönt att producera snö i högar. Det kräver emellertid sedan mycket doseringsarbete, det kan då vara bra att använda sig av en pistmaskin.

### **Hopp**

I större backar är det nödvändigt att använda pistmaskin i underbacken för att få fast snötäcket särskilt i nedslagsområdet. Till detta krävs det en pistmaskin som drar sig upp med vinsch.

### **Estetiskt intryck av arrangemangsområdet**

För att få fin inramning, bör man också tänka på miljön kring arenan (speciellt om TV-sändning är aktuellt). För en bättre inramning kan man snölägga ett större område än vad som krävs för själva skidåkningen, speciellt träd runt arenan bör ges ett tunt snötäcke.

## **4.4 Tunt lager eller i högar**

Svaret kan vara; Ja tack, båda delar! Om man ska producera snö tidigt på säsongen och man förväntar sig perioder med mildt väder, kan det vara lämpligt att producera snö på hög. Snöhögar är motståndskraftiga mot mildt väder och regn. Tillverkas det snö när kylan är mer stabil och arenan ska ordnas, lönar det sig att lägga tunna lager för att säkra kvaliteten och få största möjliga yta belagd på kortast tid. Då måste också snökanonerna flyttas ofta.

## 4.5 Tidsåtgång

Vi ska se på hur mycket tid det går åt för att snölägga en mindre alpin backe, med en längd på 300 meter och bredd på 40 meter. Vi antar att temperaturen är  $-5^{\circ}\text{C}$ , och luftfuktigheten 80 %, vilket ger en wet bulb temperatur (WB) på  $-5,8^{\circ}\text{C}$ .

Längd: 300 m

Bredd: 40 m

Snödjup: 0,5 m

Areal:  $12000\text{ m}^2$

Snömängd:  $6000\text{ m}^3$

Om vi använder två stora fläktkanoner ser beräkningen ut så här;

Varje kanon producerar teoretiskt ca  $90\text{ m}^3/\text{h}$  var vid  $-5,8^{\circ}\text{C}$ , dvs två kanoner kan tillverka  $180\text{-}200\text{ m}^3/\text{h}$  (enligt leverantör). Tidsförbruk;  $6000\text{ m}^3/180\text{ m}^3/\text{h} = \text{ca } 34\text{ timmar}$ .

Detta är teoretiskt då temperatur och luftfuktighet varierar hela tiden. Dessutom går det åt tid till flytt av kanoner, slangar, reparationer, en del snö vill driva iväg etc. I praktiken kan man räkna med 48 timmar, alltså två dygn.

## 4.6 Preparering

Nyttillverkad snö ska inte prepareras direkt eftersom den innehåller mycket vatten eller våta kristaller som måste torka eller frysa. Snön bör ligga och torka i flera dygn, beroende på snödjup, innan den prepareras.

Eftersom konstsnö är mer isliknande till sin struktur, så är den i stort sett omöjlig att preparera med skoter och tillhörande spåraggat som används till natursnö.

De flesta föreningar med en god ekonomi köper in en pistmaskin. Det finns en uppsjö av olika pistmaskiner på marknaden, en ny kan kosta miljontals kronor, medan man ibland ser att gamla pistmaskiner som kräver omfattande renovering skänks bort.



*Bild 6. Pistmaskin Pisten Bully utrustad med winch för att kunna dra sig upp t ex hoppbackar.*

Ett billigare alternativ om man har en mindre anläggning kan vara en fräs monterad bakpå en traktor. Under 1990-talet producerades den så kallade Norges-fräsen eller Skjeldals-fräsen i Norge, det är en fräs som är specialanpassad för preparering av längspår. Den monteras bakpå en traktor. Denna fräs liknar det fräsverktyg som normalt sitter på en pistmaskin. Det går fortfarande att hitta begagnade Skjeldalsfräsar till försäljning på nätet, i priser kring 30-40 000 kr.



*Bild 7. Norgesfräsen med dubbla spåraggregat dragen efter en traktor.*

Ett alternativ för den händige är att bygga en egen fräs. En utgångspunkt kan vara en slaghack eller en jordfräs. Norges-fräsen påminner mycket om en slaghack, i stort sett så är rullen som sitter på en slaghack modifierad med ett antal ca 5 cm långa plattjärn. En jordfräs eller andra utgångsämnen kan kräva ytterligare modifikationer, man måste se till att fräsen roterar åt rätt håll.

### 4.7 Frysproblem

Snöstillverkning är behandling av vatten i minusgrader. Stillastående vatten fryser. Det är därför viktigt att vattnet som skickas ut i rör och annan utrustning hela tiden rör på sig, att det kommer ut vatten i andra änden. Man måste undvika att låta vatten rinna ut och bilda is på marken, om man sprutar ut vatten direkt på marken bör det vattnet ledas iväg till en bäck eller liknande.

Frysproblem i snökanonerna är ofta orsakat av att de är felinställda i förhållande till vindriktningen, står de mot vindriktningen blir de nedisade. Det kan medföra stora driftsproblem. Exempelvis kan fläktkanoner stanna upp av att fläkten får is på bladen och gallret bakom fläkten tätas igen. Fryser en snökanon tar det sen inte lång tid innan vattenslangarna fryser.

Borttagning av is kan ske genom att värma försiktigt med en öppen låga (gasolbrännare) eller genom att slå bort isen. Se till att inte skada känsliga delar såsom elledningar! Ibland lönar det sig att ta kanonen inomhus för upptining.

Slangarna fryser inte så länge vattnet rör sig. Vid driftstop måste slangarna dräneras, de läggs då i nerförsbackar. När man sedan startar igen bör vattnet rinna genom slangarna en stund innan de kopplas till snökanonen. Detta för att hindra att ispartiklar sätter sig fast i filtret på snökanonen.

Luftslangar i högtrycksanläggningar kan ofta få ett invändigt islager förorskat av kondens. Detta kan tas bort genom att ansluta luftslangarna till vatten och låta vatten rinna igenom en

stund. Man kan variera vilken slang som används till luft och vatten, så att alla hålls isfria.

Rinnande vatten äter upp is på insidan av slangar.

Efter en tids användning, vid driftstop eller vid avslutning bör slangarna tas in för att tinas och torkas.

I anläggningar där man tar vatten från en sjö eller en brunn, kan silen i vattenintaget vara utsatt för frysning. Det kan bero på att ismassa suges mot silen. Det kan vara nödvändigt att dyka ned och ta bort denna is.

För att kunna tina och torka utrustning som kanoner och slangar, måste en uppvärmd lokal finnas tillgänglig. Det kan gärna vara ett garage eller enklare byggnad där en byggtork eller värmefläkt kan installeras.

Moderna fläktkanoner har normalt inbyggda värmesystem på nukeleringsringar och munstycken. De senaste åren har den installerade värmeeffekten ökat på kanonen. Om man har stora problem med förfrysningar så kan man ordna till egna modifikationer med värmekablar och isolering.

### **4.8 Bemanning**

Det bör vara minst två personer på ett skift. Det är viktigt för säkerhetsmässiga hänsyn och för att få en effektiv snöläggning. Även vid automatiska installationer bör det vara två personer på vakt ifall anläggningen skulle få problem.

## 5 Snökanoner

Det finns olika typer av snökanoner på marknaden. De klassificeras i följande kategorier;

- Fläktkanoner/lågtryck
- Lufttryckskanoner/högtryck
- Lansar

### 5.1 Fläktkanoner

Fläktkanonerna är alla byggda efter samma princip med många munstycken monterade i kransen på kanonen, med en stor fläkt i bakkant. Kanonerna är oftast utrustade med en egen luftkompressor. Några tillverkare går emellertid egna vägar och utvecklar nya typer av vattenmunstycken som gör att det inte är behov för tryckluft. Gemensamt för alla fläktkanoner är att de förutom vatten måste ha tillgång till ström. Fläktkanoner levereras med manuell eller automatisk styrning. Fläktkanoner kan också användas i ett högtryckssystem om vattentrycket är tillräckligt högt.

En del fläktkanoner har ett stort antal mindre munstycken i kransen på kanonen, andra har färre men större munstycken. När vattnet pressas genom munstyckena fås ett stort fall i vattentrycket och munstyckena krossar vattnet och skickar vattenpartiklarna in den kraftiga luftströmmen från fläkten.

Via förångning och vattenpartiklarnas kontakt med kall luft bildas snökristaller. I motsats till högtryckskanonerna har inte fläktkanonerna den extra kyleffekten som uppnås vid expansion av komprimerad luft. Fläktkanonerna kräver minusgrader för att kunna tillverka snö. Å andra sedan har fläktkanonerna mindre partiklar (droppar) som lättare ombildas till snökristaller och är därför en typ av snökanon som passar bra i områden med marginella temperaturer. Fläktkanoner är ofta utrustade med en eller många så kallade nukleator-munstycken (kärnbildnings-munstycken) för att förbättra snökristallsbildningen. Vattendropparna blir krossade i nukleator-munstyckena, och i luftströmen fryser de till små partiklar (kärnor). Dessa träffar sedan på det förångade vattnet från de andra munstyckena och snö bildas i den kalla luften.

En fläktkanon drivs elektriskt och kräver eluttag där kanonerna ska placeras. De flesta större fläktkanonerna kräver 400V och 63As uttag, medan de mindre kräver 400 V och 32A.

Fläktkanonerna har varit på marknaden i flera decennier, och även om principen hela tiden har varit den samma har många små förbättringar gjorts. Det har också kommit fläktkanoner utan den extra lilla kompressorn som sitter på många fläktkanoner, som ersättning har man utvecklat munstyckena så de medför en expanderande effekt.

De senaste åren har de också kommit snökanoner med högtryckspumpen integrerad på chassit. Det gör förflyttningen enklare för mobila system, då man bara behöver flytta kanonen, istället för kanon och pumpvagn. En annan stor fördel är att man kan lägga rör av lågtrycksklass fram till kanonen vilket spar mycket pengar.

#### Viktiga stickord för fläktkanoners egenskaper;

- Har stor kapacitet och kan med fördel användas vid marginella temperaturer, gärna upp mot  $-2^{\circ}\text{C}$ .
- Förbrukar relativt lite energi per  $\text{m}^3$  tillverkad snö.

- Levereras både som manuella och automatiska.
- Kan producera snö med mycket god kvalitet.
- Relativt låg ljudnivå
- Stora, tunga, dyra och kräver mycket underhåll.
- Drar mycket ström men behöver inte tryckluft.
- Levereras med eller utan luftkompressor. Speciella munstycken gör att luftkompressor inte behövs på en del fabrikat.

I många skidanläggningar monteras fläktkanoner på stora armar eller torn, för att få upp kanonerna så högt som möjligt. Detta för att vattnet/snökristallerna ska vara länge i luften, men också för att öka räckvidden.



Bild 8. Fläktkanon M12 från Technoalpine, som mobil version och som montage på stolpe.

## 5.2 Lansar

Lansar kan användas i både högtrycks och lågtryckssystem, men man måste vara uppmärksam på det högre vattentryck som en lans kräver. I praktiken innebär det att ofta bara är i de nedersta områdena i ett högtryckssystem, där vattentrycket är som störst, som det går att använda lansar effektivt.

Lansar eller tornkanoner har tillfört marknaden flera tekniska lösningar och finns av många olika fabrikat. Dessa kanoner är billiga i inköp och är effektiva. I princip är det ett tryckluftssystem, men luftbehovet är väldigt litet. Därför har anläggningar som inte har rör draget för luft investerat i lansar kompletterat med en egen liten kompressor. Systemet fungerar med vattentryck i området 14-40 bar. Vattnet pressas genom snedställda munstycken. Framför dessa vattenmunstycken sitter det snedställda luftmunstycken. Luftbehovet är litet och luften har bara en funktion; att starta frysprocessen.

Energiförbrukningen är därför låg, ca 1,45 m<sup>3</sup> luft/minut med ett lufttryck på 7 barg. Detta har dessutom en positiv inverkan på ljudnivån.

Den expanderande luften får en temperatur på -30 till -40°C som medför att en del av vattendropparna fryser till is. De andra vattendropparna krockar sedan med de frysta vattendropparna och snökristaller byggs upp.

På grund av denna enkla princip är systemet ganska okänsligt för yttre klimatförutsättningar och behovet för reglering av vatten och luftmängd är eliminerat. Lansar kör med full öppning

på både vatten och luft under alla förhållanden. Men lansarna levereras likaväl med olika storlekar på vattenmunstyckena, där man ska använda mindre munstycken vid marginaltemperaturer. Genom att lansarna är höga snöläggs ett stort område med hjälp av vinden. De kan vara känsliga vid stark vind, på fjäll etc.

**Stickord för lanskanonens egenskaper:**

- Har relativt stor kapacitet och producerar snö i upp mot  $-4^{\circ}\text{C}$ .
- Förbrukar liten energi per  $\text{m}^3$  tillverkad snö.
- Normalt manuella, men kan också levereras som automatiska/halvautomatiska.
- Svårt att justera snökvaliteten (munstycken måste då bytas)
- Mycket låg ljudnivå
- Litet underhåll och enkla i drift.
- Lansar kan också levereras med egen liten luftkompressor för skidanläggningar som inte har rör med luft utdraget.



*Bild 9. Flyttbar lans under snötillverkning. Anslutning med vatten och luft.*

### 5.3 Högtrycks eller lågtryckssystem

Det talas fortfarande om två huvudbegrepp, även om det kommit många tekniska lösningar som till viss del suddar ut skillnaderna.

**Tryckluftssystem/Högtryck**

Noteringen om högtryck refererar till lufttrycket. Systemet är baserat på tillförsel av luft från en centralt placerad kompressor. En sådan anläggning har alltså två rörsystem dragna, ett för vatten och ett för luft. Viktiga delkomponenter är kylanläggning och kondensutskiljare för tryckluften. Tryckluften har ett tryck på ca 7-8 barg, temperaturen bör vara  $-4$  till  $-8^{\circ}\text{C}$ . Minsta vattentryck vid kanonen ska vara 9-10 bar.

### **Fläktkanoner/Lågtryck**

Systemet är baserat på tillförsel av vatten och ström och har därför bara ett rörsystem. Vattentrycket är högre än i ett högtryckssystem eftersom fläktkanonerna kräver ett högt vattentryck. Trycket vid kanonen bör vara minst 15-17 bar, men är beroende av modell (hör med leverantören).

## **5.4 Stationära eller mobila system**

Man talar också om stationära eller mobila system. Båda typerna kan automatiseras, helt eller delvis. Alla typer av snökanoner kan användas i både stationära och mobila system. Här följer en kort beskrivelse.

### **Stationära system**

Har permanent vattenintag, pumphus och rörsystem för vatten, förutom eventuella luftrör. Detta system används ofta i alpina backar och i större anläggningar för längdskidor eller hopp.

### **Mobila system**

Aggregatdrivna anläggningar med mobila pumpar och kanoner. Placerade på kärror eller traktorer. Detta kan passa bra för närmiljöanläggningar såsom skidleksområden, hoppbackar eller längdskidsarenor.

Topteknik har utvecklat en paketlösning med pumpvagn och två högtryckskanoner. Detta måste sedan kompletteras med en kompressor som hyrs in lokalt. Kan kompletteras med rörsystem längs skidspåren. Principen med en mobil pumpvagn kan också användas till fläktkanoner.



*Bild 10. Snökanoner monterade på pistmaskin för ökad rörlighet.*

## **5.5 Pumpar**

I konstsnöanläggningar används standard centrifugalpumpar. Dessa levereras i olika storlekar beroende på kapacitetsbehov. Vanligtvis är pumparna av så kallad ringtyp, där varje ring är ett steg, som höjer trycket. Ju fler ringar, ju högre tryck. I större anläggningar med stora höjdskillnader är det emellertid nödvändigt med flera pumpstationer. Pumparna bör



dimensioneras ordentligt med hänsyn till vattenmängd. Leverantörer av konstsnöanläggningar hjälper till med att dimensionera kapacitetsbehovet och antalet pumpar för att uppnå tillräcklig vattenmängd och vattentryck.

Det levereras också mobila pumpanläggningar i isolerade små containrar. Fördelen med dessa är att de kan användas på flera olika platser under en säsong.

Storleken på elmotorn till en pump kan beräknas enligt följande formel;

$$P_{\text{req}} [\text{kW}] = Q \times H / (367 \times n_{\text{eff}})$$

$Q$  = Flöde i  $\text{m}^3/\text{h}$

$H$  = tryck i meter

$n_{\text{eff}}$  = elmotorns effektivitet i bästa driftpunkten, kan uppskattas till 0,7 om uppgift saknas.

Om man för ett givet system ökar flödet, så sjunker trycket. Om man minskar flödet, så stiger trycket. Detta stämmer överens med ekvationen ovan, effekten på motorn är konstant, men inom vissa ramar kan man laborera med tryck och flöde, genom att öppna fler ringar på en snökanon, eller koppla in en kanon till. Det finns dock begränsningar och en bästa driftpunkt för en pump, detta kan utläsas från pumpkurvan för den aktuella pumpen.

Tänk på att en pump värmer upp vattnet. Stora pumpar på flera hundra kilowatt kan värma upp vattnet med upp till 3 °C. Detta är en stor nackdel, speciellt vid marginella temperaturer. För att undvika uppvärmning av vattnet från pumpen kan flera mindre pumpar kopplas parallellt istället för att ha en enda stor pump.



*Bild 11. Två pumpar KSB Movi 32/7 färdiga för pension efter väl utfört arbete.*

## 5.6 Luftkompressorer

Tillgången på komprimerad luft, dvs kompressorns kapacitet, avgör anläggningens kapacitet när det handlar om högtryckskanoner eller lansar. Kompressorer används i samband med snötillverkning ca 500 – 1000 timmar/år. Detta kan jämföras med industrier, där en kompressor används 2000-8000 timmar per år. Slitage är därför inte ett stort problem. Det krävs en byggnad med plats för kompressorer (inklusive plats för eventuell senare utvidgning). Kompressorer har en hög ljudnivå, ljudisolering av byggnaden är därför viktigt. Det finns också ljudisolerade fristående containrar. I planeringen måste man försöka placera kompressorstationen en bit ifrån bebyggelse, Vid val av kompressor måste man ta hänsyn till luftkvalitet, lufttemperatur och renhet för oljan. Det finns i huvudsak två typer av kompressorer som används i konstsnöanläggningar.

### Kolvkompressorer

Kolvkompressorer köps vanligtvis begagnade från industrin. Om man väljer denna typ bör de få en översyn först, slitna kompressorer förorenar snön med olja. Detta syns speciellt på slutet av säsongen, genom att snön får en skitig oljeaktig hinna. Då förstärks också snösmältningen. Vid dimensionering ska man tänka på att kompressorerna inte ska belastas med mer än 80 % av sin kapacitet.

### Skruvkompressorer

Skruvkompressorer är modernare och kan belastas till 100 % vid kontinuerlig drift. Den totala kapaciteten kan då alltså reduceras med 20 % i förhållande till kolvkompressorer vid dimensioneringen.

Kompressorer kan antingen vara eldrivna eller direktdrivna av en dieselmotor, vilket kan vara en fördel om man har begränsad tillgång på el.

## 5.7 Automatiska och halvautomatiska anläggningar

Automatiska system blir mer och mer vanligt också för mindre anläggningar. Både stationära och mobila anläggningar kan automatiseras, antingen genom att själva kanonen är utrustad med en dator, eller genom en central dator som betjänar flera snökanoner. Fördelen med ett sådant system är att man på förhand kan bestämma snökvaliteten, förutom att alla köldperioder utnyttjas på bästa möjliga vis. Automatisk drift betyder en automatisk reglering av vattentillförseln.

Systemet kan styras enligt på förhand inställda värden. Därmed startar och stannar anläggningen enligt inställda gränsvärden på temperatur, vind, vet klockslag, luftfuktighet och med önskad snökvalitet som resultat. Med automatiska anläggningar kan behovet av folk reduceras till ett minimum. Detta gäller främst i stora alpina anläggningar med flera backar, där en backe kan ligga opreparerad. Vid några tillfällen körs en snökanon när en backe är öppen för allmänheten, det kan fungera bra om torr snö då produceras. Då får backarna torr fin nysnö som är bra för styrningen för skidåkarna. För mindre konstsnöanläggningar eller hoppbackar är det inte så stor mening med en automatisk anläggning.

## 5.8 Halvautomatiska system

Detta är en anläggning där man förenklar några av justeringarna, så att man kan uppnå en snabbare start och stängning av flera kanoner samtidigt. Detta görs genom att snökanonerna är

förhandsinställda på hur mycket luft och vatten de ska använda när de startar. Kanonerna startar sedan när luft och vatten tillförs (luft och vatten öppnas manuellt). På fläktkanoner innebär halvautomatik att t.ex. temperaturen måste ställas in manuellt på kanonen, och att den justerar vattenmängden i förhållande till det.

## 5.9 Problemställningar

Vi ska gå igenom några olika problemställningar man kan råka ut för när man dimensionerar en konstsnöanläggning.

### **Flera olika grupper i en förening, längd, hopp och ett skidleksområde har behov av en snökanon. Vad gör vi?**

Då bör det väljas en mobil anläggning. Det bör satsas på fläktkanon och en pumpvagn, sedan det troligen kommer vara olika vattenkällor. Ström till fläktkanonen kan fås från ett inhyrt strömaggregat (av nyare modell så att det levererar stabil spänning). Kostnad för pumpvagn ca 150 000 kr. Fläktkanonen kostar ca 230 000 kr. En installation med två lansar samt slangar, exklusive luftkompressor, kostar ca 200 000 kr.

### **Vi önskar oss en konstsnöanläggning i ett längdskidspår. Vad gör vi?**

Det första man måste tänka på är temperaturförhållandena för den specifika platsen, med andra ord kartlägga förhållandena på platsen. Ofta är stadion eller stadionområdet ett öppet område som är mest utsatt för väderskiftningar. Kontrollera längs spåret, finns det områden som normalt är lite kallare? Detta ser man på vegetation, eller om det ligger nära en bäck eller älv. Sänkor i terrängen är ofta lite kallare, kylan kryper ned i sänkorna när mildare vindar blåser in. En sådan sänka kan vara bra för snötillverkning. Finns det en liten bäck i området, och tillrinningen i den är för liten, så kan det diskuteras om man ska ordna en liten fördämning av bäcken. Kom ihåg att det ska sökas nödvändiga tillstånd för det. Ibland kan det vara enklare att få tillstånd att gräva en damm, än vad det är att få tillstånd till att dämna upp en bäck.

### **Vår konstsnöanläggning har en fläktkanon, vi önskar komplettera den med billiga lansar. Vad gör vi?**

Det första man måste göra är att kontrollera begränsningarna på vattentryck i det existerande systemet. Vilket tryck har vi? Referens till hur höjdskillnaden bidrar till tryckskillnader, 10 meters lägre höjd, innebär att trycket ökar med 1 bar. Fläktkanoner kräver ett vattentryck på 15-17 bar för effektiv drift. Vattentrycket är ofta lägre på toppar. Lanskanoner bygger på principen med högt vattentryck, 14-50 barg. Det kan medföra begränsningar för hur högt upp i terrängen en lans kan stå.

En lösning kan vara att placera lansarna längst ned och istället utnyttja fläktkanoner längre upp.

### **Vi har ett högtryckssystem och önskar komplettera med fläktkanoner. Vad gör vi?**

Det som saknas är ström. Kanske finns det en eljusanläggning där ström kan hämtas? Kontrollera också vattentrycket. Om vattentrycket är för lågt blir det nödvändigt med en extra högtryckspump.

### **Vi börjar helt från början och kan inget om snökanoner. Vi ska ordna en konstsnöanläggning för längdskidor. Vi är en liten klubb med begränsad ekonomi. Hur kommer vi igång?**

Det viktigaste är att inte förhastas, utan att gå varligt fram. Börja med att söka grundläggande information på Internet, besök också klubbar och skidanläggningar i närheten

och diskutera med dem. Be om att få vara med dem vintertid under tillverkningen. Ett råd är att köpa in ett enkelt system, gärna begagnat, för att lära sig grunderna. På så sätt får ni också en insikt i om det är någon inom klubben som är intresserad av att hjälpa till. Eller kommer det bli 1 eller 2 personer som får sköta allt? När ni köpt in en enkel anläggning kan ni också börja diskutera med kommunen om möjligheten till bidrag. Med en enkel och billig investering får ni också svar på ett antal frågor:

- Går det bra att tillverka snö på denna plats?
- Klagar grannar på buller eller drivsnö?
- Får ni hjälp av andra inom föreningen?
- Vilka saker vore viktiga att få med sig med ett dyrare system?
- Kommer kommuner och sponsorer bidra ekonomiskt?
- Kommer allmänheten vilja betala för skidåkning?

Om man får många negativa svar på de ovanstående frågeställningar och inser att det inte passar med snötillverkning för föreningen har man inte förlorat mer än de kanske 70 000 kr man investerat.

Men om man får positiva svar på alla de ovanstående frågeställningarna kan man sedan gå vidare med fler investeringar. Det kan ske stegvis, genom att köpa in fler snökanoner, eller möjligen genom att man köper ett komplett och lättskött system. Ett sådant system kan kosta 5 miljoner. Om man däremot direkt köper ett system för 5 miljoner och får negativa svar på de ovanstående frågeställningar riskerar man att bli stående med en anläggning för 5 miljoner som inte går att använda.

## 6 Projektering

### 6.1 Projektering, generella hänsyn

Snötillverkning kräver kyla. För att utvärdera en konstsnöanläggning, bör man kontakta SMHI eller liknande och be om temperaturregistreringar för platsen eller närliggande platser. Registreringarna bör vara över många år för att kunna ge en bra bild.

Det man framförallt vill ha är långa köldperioder tidigt på säsongen, innan natursnön fallit. Goda råd i projekteringsarbetet;

- Var noga med att definiera nuvarande och framtida behov innan du hämtar in anbud från tillverkare
- Klimatet där anläggningen ligger bör väga tungt vid valet av snösystem
- Hämta in flera anbud som går att jämföra.
- Hur lång livslängd önskar ni på anläggningen?
- Konstsnötillverkning är svårt och utmanande, speciellt när det sker med frivilliga.
- Försök få en översikt över produktions- och underhållskostnader, inte bara investeringskostnader.

### 6.2 Installationer som lyktstolpar, liftar, staket, hus etc

När man placerar rör och hydranter ska man ta hänsyn till hur vindriktningarna normalt är på platsen. Som regel är det nordliga riktningar. När det ska tillverkas snö i backar med liftar, är det en fördel om det går att undvika att liftsystemets vajrar och korgar blir nedisade. Vid tillverkning nära lyktstolpar och elledningar är det viktigt att följa med på hur mycket is det bygger på ledningar och stolpar, så de inte bryts av.

### 6.3 Fallzoner, områden där skidåkare rör sig

Det är viktigt att ta hänsyn till var skidåkare normalt rör sig när man planerar rör och hydranter. Om det inte låter sig göras, måste området avskärmas med nät innan backen öppnar för allmänheten.

### 6.4 Goda råd i projekteringsfasen

Det är viktigt att definiera nuvarande och framtida behov innan anbud inhämtas. En grundlig behovsutvärdering är på sikt en nyttig investering, speciellt om man ser att framtida behov kan komma att kräva en utbyggnad av anläggningen. Försök att involvera personer som har tidigare erfarenhet av utbyggnad av konstsnöanläggningar.

Klimatet där anläggningen ligger bör väga tungt när man väljer utrustningen. För många anläggningar måste snötillverkningen pågå under marginella klimatförhållanden, med påföljande mildväder och snabbt skiftande temperaturer. Kunskap om detta kan vara helt avgörande vid valet av utrustning. Under sådana förhållanden krävs det förhållandevis dyr utrustning, och tillverkningskostnaderna blir också höga.

## 6.5 Jämför flera anbud

Vid dimensionering av en konstsnöanläggning görs det ofta optimistiska beräkningar i förhållande till kapaciteten på anläggningen. Man ska därför se till att få in anbud från flera tillverkare, baserat på klimatförhållandena för platsen. Se till att anbuden innehåller tillräckligt med utrustning för en optimal tillverkning. För en anläggning där rör ska läggas i backen, se till att fråga om livslängden på rören osv.

Beräkna drifts- och underhållskostnaderna, inte bara investeringskostnader.

När man planerar en konstsnöanläggning är det nödvändigt att göra bästa möjliga bedömning av driftkostnaderna. Många som planerar en konstsnöanläggning glömmer detta och får sen en överraskning när kostnaden kommer. Utöver kapitalkostnaden är det betydliga kostnader för ström, eventuellt vatten, nödvändigt underhåll etc som ofta kostar mer än beräknat.

Det kan löna sig att ta en neutral fackman till hjälp

Snöproduktion är ett utmanande arbete som kräver kunskap om utrustning och kunskap om klimatförhållandena på platsen. Arbetet är ofta kallt och tungt, samtidigt som vatten och luft under högt tryck medför risker. Det bör diskuteras om det är rimligt att arbetet utförs av frivilliga. Kom ihåg att alla måste sätta sig in i säkerhetsrutiner och instruktioner.

## 6.6 Investeringskostnader

Ska man bygga ett högtryckssystem eller ska man satsa på ett lågtryckssystem med fläktkanoner? Detta val är viktigt för att bestämma om man ska lägga både luft och vattenledning och också eventuell strömkabel.

Grunden för valet bör vara klimatförhållandena.

Om klimatförhållande är marginella, med hänsyn till luftfuktighet och temperatur rekommenderas det att satsa på fläktkanoner och eventuellt komplettera med lansar med egna luftkompressorer.

Ser vi på investeringskostnader, ligger det stora grundinvesteringar i vattenpump och luftkompressor med tillhörande hus. Investeringsmässigt bör man märka att i ett rent högtryckssystem är kostnaden för själva kanonerna lägre, men det krävs en dyrare central kompressor. I ett lågtryckssystem är snökanonerna dyrare, men man slipper kostnaden för den centrala kompressorn. Återigen är det klimatförhållandena på platsen som bör avgöra valet. I större alpina anläggningar har man ofta båda system för att kunna tillverka snö optimalt vid olika förhållanden.

## 6.7 Ca priser till hjälp i planeringen

### Fläktkanon

Ca 200-450 000 kr, beroende på om det är en manuell kanon eller en automatisk, priset är också beroende av storlek och kapacitet.

### Högtryckskanon för tryckluft

Manuell kostar ca 70 000 kr, med luftkompressor ca 110 000 kr.

### Lansar

Lansar kostar ca 20 000 kr, med luftkompressor ca 35 000 kr.

### Rörläggning

För en rörgata, den dyraste varianten, med nedgrävda vattenrör och strömkabel/datakabel. Priset baserar sig på ca 40 % berg, färdiglagd med hydranter med ca 60 meters avstånd. Pris; 3000 kr/meter.

### **Driftkostnader**

Personalkostnader utgör en väsentlig kostnad. Med 48 timmars arbete på två personer och 200 kr timmen inkl. sociala avgifter blir kostnaden  $200 \times 48 \times 2 = 19\,000$  kr.

### **Elkostnad**

I ett tidigare exempel nämndes en backe på 300 m, bredd 40 m, snödjup 0,5 m vilket ger en snömängd på  $6000 \text{ m}^3$ . Varje snökanon har en förbrukning på 25 kW, totalt alltså 50 kW. Vattenpumpen är på 90 kW. Totalt är förbrukningen alltså 140 kW. Driftstiden är 48 timmar. Strömkostnaden beräknas till 1 kr per kWh. Total energikostnad blir  $48 \text{ h} \times 140 \text{ kW} \times 1 \text{ kr} = 6700$  kr

### **Underhåll**

All utrustning ska underhållas efter leverantörens instruktioner. Hur mycket underhåll som krävs varierar beroende på användning och inte minst beroende på vattenkvaliteten. Dåligt underhåll leder till haveri på pumpar och kanoner. Lansar och högtryckskanoner är underhållsfria, medan fläktkanoner måste kontrolleras med jämna mellanrum. Kompressorn på kanonen måste ha olja, munstycken måste rensas, och vattenfilter måste bytas. Det måste vara avsatt en ekonomisk buffert för detta.

### **Vatten**

Om vatten tas från ett kommunalt ledningsnät får man betala baserat på förbrukningen. Vattenkostnaden kan uppskattas till ca 5 kr/ $\text{m}^3$ . Det är viktigt att göra upp med vattenleverantören så att man inte betalar den extra avgift som vanligtvis förekommer för hantering av avloppsvatten. Det tas också ut en årskostnad för abonnemang som kan vara mycket hög; exempel 10 000 kr för  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  och 50 000 kr för  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ . Normalt kan man få avtalat att bara betala för 6 månader eller 3 månader.

## **6.8 Klimatförhållanden**

Klimatförhållanden har stor betydning för snöstillverkningen. Vid temperaturer kring  $0^\circ\text{C}$  och vid hög luftfuktighet ställs det stora krav på utrustningen och på de som arbetar med utrustningen. Det måste diskuteras om det är vettigt att investera i en konstsnöanläggning på platser med marginella temperaturer, det kan visa sig vara mera lönsamt att istället flytta skidstadion.

För att tillverka snö vid  $0^\circ\text{C}$  bör det vara en luftfuktighet på ca 20 %. Man ska komma ihåg att luftfuktigheten kan variera mellan högre och lägre områden. Ofta är det skillnader inom området för en konstsnöanläggning. När man väljer utrustning ska man ta hänsyn till förutsättningarna på platsen. Man bör därför först kontakta SMHI, men man kan också höra med folk som bor i närheten som kan ha god kunskap om köldhål etc.

## **6.9 Elinvestering**

Vid snöproduktion går det åt mycket kraft, ofta mycket mer än vad skidanläggningen tidigare är dimensionerad för med hänsyn till spårbelysning etc. Ofta innebär införande av snökanoner att man tvingas ta ett dyrare abonnemang. Detta kan vara kostbart, och ibland svårt att motivera med hänsyn till de få timmar per år man har behov för den extra kraften. Ett

alternativ är att använda dieselmotorkraftverk som producerar ström. Man kan också höra med sin lokala strömleverantör, ofta kan de ordna med en så kallad tillfällig kraftigare anslutning. Det monteras då upp ett bygg-elskåp, och man betalar för denna kraftigare försörjning de 2-3 månader man planerar att tillverka snön.

## 6.10 Vattentillgång och vattenkvalitet

I utgångspunkt måste man utvärdera vilka olika vattenkällor som finns tillgängliga i området och diskutera vad man förväntar sig i form av snökvalitet. Valet av vattenkälla är ofta en ekonomisk fråga.

Dessa vattenkällor kan vara aktuella:

- Vatten från kommunalt ledningsnät
- Insjöar, älvar
- Tjärnar, mindre vattendrag, bäckar (eventuellt med fördämning)

### Vattenmagasin/bassänger

Många konstsnöanläggningar har gjort egna vattenbassänger. Det ger en bra buffert i områden med dålig vattentillgång. Bassängen fylls ofta på från en bäck. I perioder då man använder vattnet mycket kan man tvingas pumpa dit extra vatten.

### Vatten från en tjärn

Om det finns en tjärn i området, och allra helst en bit upp i terrängen, kan detta bli en bra vattenkälla. Tjärnar innehåller ofta en del humuspartiklar som kommer att fungera som kristalliseringskärnor. Var uppmärksam på den stora mängd vatten som går åt. En islagd tjärn som tappas för mycket på vatten kan bli en fara för allmänheten när det bildas luft mellan isen och vattnet. Det kan i sin tur medföra en negativ inställning från allmänheten och snötillverkningen kan få avbrytas i förtid.

### Sandfilter

Vattnet som används till snötillverkning kan vara av högst skiftande kvalitet. Partiklar är nyttiga kristalliseringskärnor i frysprocessen, men sandpartiklar kan medföra problem genom slitage i pumpar och snökanoner. Fläktkanonerna är emellertid utrustade med vattenfilter med utbytbara eller rengöringsbara insatser. Filtrena har ofta tryckmätare på båda sidor, om trycken är för olika ska man rengöra filtret.

När man tar vatten från en älv kan det hända att sandpartiklar sugas in i vattenpumpar. Skarpa sandpartiklar fungerar som slippasta och förorsakar många driftstop med täta vattenfilter, tätade eller slitna munstycken i snökanonerna, och reducerad livslängd på vattenpumpen. För att få bukt med detta kan man investera i ett extra filter vid vattenintaget. Detta filter måste också rengöras med jämna mellanrum.

### Matarpumpar/högtryckspumpar

En matarpump ser till att pumpa vattnet från vattenkällan till högtryckspumpen. Om man tar vatten från vattenledningsnätet behövs ingen matarpump, då har man vanligtvis ett tryck från nätet på ca 5 bar. Högtryckspumpen kan inte själv suga vatten, utan vattnet måste komma med ett tryck på den för att den ska kunna fungera. Det lägsta tryck som en högtryckspump måste ha på inloppssidan benämns NPSH (Net Positive Suction Head). Utifrån högtryckspumpens NPSH kan man dimensionera matarpumpen.



### **Vattenuttag**

Man måste alltid inhämta tillstånd från kommuner och länsstyrelser och andra berörda för att hämta vatten från sjöar och vattendrag, eller om man ska bygga en damm eller dämning. Normalt är länsstyrelserna positiva till dammar eftersom det ökar den biologiska mångfalden. När man söker tillstånd, ställs det ofta krav på att det trots vattenuttaget för konstsnön är en viss minstanivå av vatten kvar i dammen/bäcken för att upprätthålla fisk och djurliv. Det är viktigt att klargöra om vattenkällan kan ge tillräckligt med vatten. En fläktkanon kräver normalt ca 700 liter vatten/minut. Större anläggningar kan vara dimensionerade för 3000 liter vatten/min, vilket innebär att man måste ha en vattentillrinning av ca 0,05 m<sup>3</sup>/sek.

Om det blir tvister, kan det vara bra att i förväg ha undersökt hur vattentillrinningen är över en typisk säsong, för att finna ut hur många dagar som vattentillrinningen är under minimum. Om man kommer fram till att vattentillrinningen är alltför liten, bör ytterligare reservoarer och dammar utvärderas.

Det är också viktigt att se till att vattentillförseln inte hindras av igenfrysning av källan eller tillförselsledningarna.

När man tar vatten från det kommunala ledningsnätet, bör man i förväg kontrollera om det är möjligt att ta ut de betydande vattenmängder det handlar om.

## **6.11 Rör, Vattentryck**

Som tidigare nämnts kräver de olika snökanontyperna olika tryck

- Fläktkanoner ca 15-17 bar
- Lansar ca 14-50 bar
- Högtryckskanoner ca 9-10 bar

Var uppmärksam på att detta är vattentrycket vid kanonen. För varje 10 meters höjdskillnad från vattenpumpen, uppåt sett, minskar vattentrycket 1 bar. Om du istället rör dig 10 höjdmeter nedför från pumpen, har trycket i ledningarna ökat 1 bar. Det är också friktionsförluster i ledningarna som måste tas med i beräkningarna när man väljer pump.

Man kan också montera rör för lågtryck, om man har en mobil högtryckspump. Det blir mycket billigare, man kan då använda olika typer av plaströr.

### **Typ av rörgata**

Ska rören ligga på marken eller vara nedgrävda? Om rören ska grävas ner eller inte är en fråga om ekonomi, estetik och inte minst vilket snösystem som har valts. Vattentrören är vanligtvis galvaniserade stålrör eller gjutjärnrör, 4-10". Uttag för hydranter placeras vanligtvis var 50e meter. Estetiska hänsyn, framförallt hur det ser ut sommartid, är viktiga för att bedöma om rören ska grävas ned. I automatiska anläggningar ligger rören alltid nedgrävda frostfritt, så att vattnet inte ska frysa om kanonen slås av automatiskt. I sådana anläggningar är rören kopplade till en speciell kammare i närheten av den fast monterade snökanonen.

Vid långa sträckor kan det vara nödvändigt att gå upp i dimension. Man bör också utvärdera vad det kan bli för framtida behov, för att få tillräcklig dimension redan från starten. Alla leverantörer hjälper till med nödvändiga beräkningar av rördimensionen.

### **Rör på marken**

Fördelar: Billigt, lätt att inspektera, lättillgängligt, servicevänligt

Nackdelar: Inte vackert i naturen, kan behöva skyddas från skidåkarna, kräver förankring i marken.

### **Nedgrävda rör**

Fördelar: Syns inte i naturen, mindre utsatt för frost och ytan ovan rören blir fritt tillgänglig för skidåkare.

Nackdelar: Högre investeringskostnad, eventuella läckage blir svårare att lokalisera, man får ingen extra kyleffekt från den omgivande luften.



*Bild 12. Nedgrävning av rör på frostfritt djup.*

## 7. Miljö

### 7.1 Buller

Ljudnivån vid sidan av en högtryckskanon är ca 120 dB. Vid en fläktkanon är ljudnivån ca 20 – 30 dB. Lansarna har något lägre ljudnivå. Buller kan i många fall vara avgörande för vilket system man väljer. Ljud från kompressorer kan vara ett stort problem, speciellt om anläggningen ligger nära bebyggelse.

Man ska vara uppmärksam på bullerproblemet, då alltför högljudda snökanoner kan bli nekade att få köra nattetid nära ett bostadsområde. Om man förväntar sig problem med detta, bör man ta hänsyn till det vid projekteringen och vid val av snökanonsystem. Flera tillverkare har kommit med fläktkanoner som är speciellt utvecklade för att ge en lägre ljudnivå. De kan vara dyrare, och pga sin konstruktion med extra isolering möjligen ge mindre snö, men de kan vara den enda möjligheten nära ett bebyggt område.

Under själva snötillverkningen har det stor betydelse åt vilket håll snökanonen är riktad.

### 7.2 Estetik

Skidanläggningar är ofta iögonfallande element i landskapsbilden. I en tid med stadigt ökande fokus på landskapsvård, är det viktigt att ha en estetisk målsättning vid projektering och byggnad av konstsnöanläggningen. Det är viktigt att fokusera på att området ska vara attraktivt också på sommarhalvåret.

Speciell omtanke måste ägnas åt dessa områden:

- Kompressor och pumphus. Byggnader för sådana tekniska anläggningar bör inte vara byggnader av låg kvalitet. Samtliga byggnader inom skidanläggningen ska ha en estetisk nivå så att den samlade byggnadsmiljön framstår som vacker och välfungerande. Fristående containrar med kompressorer är inte vackert och bör placeras mest möjligt diskret.
- Rörgator för vatten och luft, lagt ovan mark kan se mycket dåligt ut, speciellt på sommaren. I den grad det är möjligt bör rörgatorna följa den naturliga terrängen och vegetationen så att rörgatorna blir minst möjligt synliga. Det optimala är att rören grävs ner.

### 7.3 Erosion, vegetation

Smältning av konstsnö går långsammare än för natursnö. Detta är en fördel då man undviker en flod av smältvatten, vilket man annars kunde misstänka med de stora mängder snö man tillverkat. Konstsnö är mer kompakt än natursnö, och bildar därför en slitstark sula, som förhindrar skador på underlaget.

## 8 Rutiner – Säkerhet – HMS

Alla som ska delta i snötillverkningen måste sätta sig in i drifts- och säkerhetsrutiner. Detta gäller också alla frivilliga som deltar, kanske framförallt de frivilliga. Man måste kvittera av att man har läst säkerhetsrutinerna. Instruktionerna i den här skriften är generella och måste anpassas till den lokala anläggningen.

### 8.1 Avvik

Alla fel måste skrivas upp i en avvikelserapport och meddelas till den ansvarige. Stora fel ska rapporteras muntligt omgående. I avviksrapporterna ska utförda åtgärder och att det faktiskt skett en förbättring noteras. Detta gäller all utrustning.

Vid personskador ska alltid polis och arbetsmiljöverket kontaktas.

### 8.2 Driftinstruktioner vid snötillverkning

- Pumpar, kompressorer och kanoner startar automatiskt vid en viss inställning (I en automatisk anläggning).
- Alla som ska arbeta vid utrustningen måste försäkra sig om att de fått tillräckligt med utbildning för att kunna betjäna all utrustning som hör till anläggningen.
- Det avgående skiftet måste kommunicera noga med nästkommande skift, meddela planer och eventuella problem.
- Batterierna på mobiltelefoner ska vara fulladdade.
- Generella kontroller av pumpar och kompressorer.
- Kontrollera/flytta snökanoner. Pistmaskin ska användas till att flytta snökanoner i branta backar och isiga partier.
- Kontrollera om det är läckage på några slangar. Byt ut trasiga slangar och märk dessa med en knut över läckaget.
- Vid uppstart av kanoner ska alla kopplingar kontrolleras innan vattnet kopplas på.
- Vid öppning av luft/vatten ska personalen stå en bit från alla kopplingar, och ha ögon/telefonkontakt med den andra personen.
- Det ska alltid vara minst två personer när snötillverkning pågår.
- Använd aldrig lössittande kläder eller andra lösa saker som kan dras in i kanoner, roterande pumpar, kompressorer etc.
- För alltid schema över vilka rör som används för tillfället.

Notera; Skriv också ner på ett papper vad nästa skift ska göra, vilka kanoner som ska flyttas etc, och andra saker de bör känna till.

### 8.3 Fasta rutiner vid snötillverkning

#### Nattskift

- Kontrollera pumphus
- Kontrollera kyltorn
- Kontrollera kompressorer
- Kontrollera munstycken på fläktkanoner, se att kranarna är täta.
- Kolla att det finns tillräckligt med diesel i maskiner.
- Rengör kanonerna från snö och is.

### **Förmiddag**

- Kontrollera pumphus
- Kontrollera kyltorn
- Kontrollera slangar
- Byt plats på luft/vattenslangar, om det är så att det bildas is i luftslangarna.

### **Eftermiddag**

- Kontrollera pumphus
- Kontrollera kyltorn
- Flyta snökanoner
- Stora omflyttningar görs på kvällar, då bör man vara flera, kanske 5 personer.

Generellt kan man säga att större arbeten ska undvikas på natten, då personalen kan vara trött och det är färre folk från allmänheten som rör sig i området. Detta är viktigt att tänka på ifall en olycka skulle ske.

## **8.4 Driftinstruktion för kompressorer**

- Alla som ska arbeta vid kompressorn måste försäkra sig om att de fått tillräckligt med upplärning gällande kompressorn och tillhörande utrustning.
- Kontrollera oljenivå, oljetryck och arbetstemperatur på alla kompressorer. Kontrollera yttemperaturen.
- Kontrollera automatisk dränering.
- Dränera manuellt där det är bestämt (med hjälp av en kran/ ventil)
- Kontrollera varmluftsfläktar.
- Kontrollera tryck och temperatur i rörsystemet (tryckmätare i kompressorum och pumprum)
- Kontrollera avlastningssystem
- Generell kontroll av maskinerna för läckage, oljud etc.
- Kontroll av säkerhetsventilerna (av ansvarig)
- Alla punkterna kontrolleras minst en gång per skift
- Alla skift ska fylla i en loggbok gällande kompressorer, med alla observationer.

## **8.5 Driftinstruktion för pumpstationen**

- Alla som ska arbeta vid utrustningen måste försäkra sig om att de fått tillräckligt med upplärning för pumpar och all tillhörande utrustning.
- Kontrollera alla lager på pumpar och motorer, med avseende på varmgång och oljud.
- Vid stop, kontrollera att dräneringen är öppen. Om inte pumpen dräneras fryser den sönder.
- Vid elektriska fel kontakta ansvarig elektriker.
- Alla punkterna ska kontrolleras minst en gång per skift.

### **Vid eventuell brand**

- Slå av eventuell huvudström
- Varsla ansvarshavande och/eller brandkår. Tillkalla hjälp.
- Börja släcka med pulverapparat.
- Kom ihåg att det kan stå vatten med 30-40 bar tryck i rörledningar.

## 8.6 Driftinstruktion för högtryckskanoner/lansar

- Alla som ska arbeta vid utrustningen måste försäkra sig om att de fått tillräckligt med upplärning för denne och all tillhörande utrustning.
- Vid bogsering av lansar, var säker på att släden är ordentligt fäst till pistmaskinen/skotern så den inte kan lossna vid transport. Använd ett rep som extra säkring. Täck över kopplingen med plastpåse och var försiktig med känsliga delar på högtryckskanonen, tex luftventil.
- Vid uppstart ska alltid vattnet sättas på långsamt, därefter ska luften sättas igång när vattnet är igång.
- Vid stopp, kontrollera att luftslangen är tom innan den kopplas bort.
- Var försiktig om det används luft för att tömma vattenslangen. När man är två ska det alltid vara ögon- eller telefonkontakt.
- Vid hål eller läckage på slangen ska det alltid göras en knut över skadan så man vet var hålet är vid senare reparation.
- Kom ihåg att vatten och luft under högt tryck är farligt om man gör fel. Visa försiktighet.
- Kontrollera kanoner och snökonsistensen så ofta som möjligt. Snökonsistensen regleras med vatten och luftkran, eventuellt genom att byta munstyckena.

## 8.7 Driftinstruktion för flätkanoner:

- Alla som ska arbeta vid utrustningen måste försäkra sig om att de fått tillräckligt med upplärning för denne och all tillhörande utrustning.
- Ha alltid kanonen klar för tillverkning när vattnet kommer.
- Starta kompressorn med stängd ventil, öppna den när kompressorn har gått några minuter (beroende på temperatur)
- Kontrollera att det kommer luft från alla munstycken.
- Sätt igång kylaren på kompressorn
- Sätt igång vattnet långsamt (stå alltid en bit ifrån kopplingar på slangarna).
- Sätt igång fläkten innan vattnet kommer, då undviker man isbildning under fläkten pga tillbakarinnande vatten.
- Kontrollera att det inte är isbildning i några munstycken, använd varmluftspistol. Obs! Propan bör inte användas, iså fall med stor försiktighet. Vid stor nedisning bör kanonen tas inomhus för upptining.
- När alla luft och vattenmunstycken är öppna, måste vattenmängden justeras så att önskad snökvalitet uppnås.
- Kontrollera kanoner och snökvalitet så ofta som möjligt och flytta snökanonerna när det är lagt ca 20 cm med snö (lägg inte för tjockt, det ger mera is)
- Vid hål på slangar, laga alltid en knut där för senare identifiering.

## 8.8 Driftinstruktion för pistmaskiner

- Alla som ska köra en maskin ska kräva att få ordentlig utbildning både på körningen och på eventuella tekniska problem.
- Kontrollera olja och diesel (egen bok) följt av generell kontroll på band och hjul.
- Kör alltid sakta.

- Sätt alltid på fjärrljus och gul varningslampa på taket när motorn är igång (motorn hörs inte pga snökanonen)
- Kör inte där du är osäker på underlaget
- Se noga till att kablar eller slangar inte blir överkörda eller ligger och gnager mot banden.
- Kör inte i områden där allmänheten rör sig. Om man ändå måste det ska fjärrljus och gult varningsljus vara tända och det ska vara minst en vakt som håller allmänheten på avstånd. Ljudsignal ska också användas. Om maskinen används under liftens öppettider, ska det köras med minimal fart och bara i den delen av backen som är mest översiktlig. Det ska inte köras i terräng där en skidåkare har liten möjlighet att upptäcka maskinen på långt avstånd. Vid eventuell backning ska det också vara en medhjälpare utanför maskinen.
- Vid parkering i närhet till backen måste skyddsnet sättas upp kring maskinen, så att en olycka med skidåkare undviks.
- Kör alltid motorn i några minuter (beroende på temperatur) innan maskinen flyttas. Låt aldrig motorerna gå länge på tomgång.
- Vid kallt väder (kallare än -50C) bör maskinen startas minst en gång per skift och gå i 5-10 minuter, oftare vid ännu kallare väder. Se till att kontakten för motorvärmaren alltid är inkopplad.

## 8.9 Driftinstruktion för snöskoter

- Alla som kör snöskoter ska kräva att få tillräckligt med utbildning.
- Enbart körning i förbindelse med arbete är tillåtet. Nöjesturer ska inte förekomma.
- Kontrollera alltid att det finns bensin och olja innan körningen startar.
- All körning måste ske långsamt och med låg fart. Var extra uppmärksam om du har utrustning hängande efter skotern. Det ska brukas fjärrljus vid all körning.
- Om du kör i en slalombacke ska du använda den väg där det inte är några skidåkare. Kör med mycket låg fart.
- Parkering ska alltid ske tvärs mot backen för att undvika att skotern halkar ner, och motorn ska stoppas. Det ska inte parkeras mitt i backen under öppettider, använd sunt förnuft!
- Använd alltid handbroms vid parkering, men lita aldrig helt på den.
- Se till att en vimpel är monterad på skotern.
- Skotern ska hanteras varsamt, det är ingen leksak. När något onormalt uppstår, skador, oljud eller liknande måste föraren anmäla detta så att översyn och reparation kan ske så fort som möjligt.
- Efter en arbetsdag ska skotern kontrolleras, bränsle fyllas på och eventuellt olja. Om natten bör skotern stå inlåst. Om skotern måste stå ute, ska nyckeln tas in.
- Vid alla skador ska det skrivas en skadeanmälan.
- Stora fel och skador rapporteras muntligt omgående. Detta gäller all utrustning.
- Det är trafiklagarna som gäller när man kör skoter.

## 9. Hur lär man sig mer om konstsnö?

- Delta på konferenser anordnade av skidförbunden. Både det norska och svenska skidförbundet brukar ha årliga skidkongresser, där en del av programmet handlar om snötillverkning, med närvaro av tillverkare och andra experter.
- Delta i mässor och andra arrangemang. T ex SLAO har årligen återkommande evenemang, pistmaskinsleverantörer och andra brukar också ha arrangemang.
- Besök anläggningar och samtala med folk om utrustningen. Ofta är de glada att få visa upp anläggningen och kan ge er ovärderliga tips.
- Sök information på internet, kontakta tillverkare osv.
- Om ni har tänkt starta en anläggning, se till att ni åren innan är med och hjälper till på en anläggning nära er. Då får ni erfarenhet och kan undvika nybörjarmisstag som den andra anläggningen redan lärt sig.

## 10. Länkar

### Leverantörers hemsidor;

<a href="http://www.arecosnow.com">www.arecosnow.com</a> Snökanoner, pumpar, tillbehör	<a href="http://www.snowtech.se/">http://www.snowtech.se/</a> Snökanoner, pumpar, tillbehör
<a href="http://www.demaclenko.com/">http://www.demaclenko.com/</a> Snökanoner, pumpar, tillbehör	<a href="http://www.snowtek.fi">www.snowtek.fi</a> Kylsystem mm (Torsby Skidtunnel)
<a href="http://www.toppteknik.se">www.toppteknik.se</a> Snökanoner, pumpar, tillbehör	<a href="http://www.ksb.se">www.ksb.se</a> Högtryckspumpar, en av de vanligaste pumpleverantörerna för konstsnö.
<a href="http://www.ekonil.se">www.ekonil.se</a> Slangar, rör	<a href="http://www.svebra.se">www.svebra.se</a> Slangar, rör
<a href="http://www.svebab.se">www.svebab.se</a> Slangar	<a href="http://www.taubane-teknikk.no">www.taubane-teknikk.no</a> Snökanoner, pistmaskiner
<a href="http://www.spraying.se">www.spraying.se</a> Munstycken till kanoner	<a href="http://www.ventim.se">www.ventim.se</a> kopplingar, flödesmätare
<a href="http://www.alvenius.se">www.alvenius.se</a> Rör, kopplingar	<a href="http://www.atlascopo.se">www.atlascopo.se</a> Kompressorer
<a href="http://www.winnmarketing.se">www.winnmarketing.se</a> Pistmaskiner	<a href="http://www.pistmaskindelen.se">www.pistmaskindelen.se</a> Pistmaskiner
<a href="http://www.polarisindustries.com">www.polarisindustries.com</a> fordon	<a href="http://www.salenmaskinservice.se">www.salenmaskinservice.se</a> Skotrar, Pistmaskiner, tillbehör
<a href="http://www.formatic.fi">www.formatic.fi</a> Pistmaskiner	<a href="http://www.hiflex.se">www.hiflex.se</a> Slangar
<a href="http://www.kaeser.se">www.kaeser.se</a> Kompressorer	<a href="http://www.snomax.com">www.snomax.com</a> Tillsats för ökad snömängd

En internationell sökning på internet ger också länkar till tillverkare från Europa och Amerika som inte är aktiva som leverantörer i Norden, men som kan ha hemsidor med bra info.

För att få tag i begagnad utrustning rekommenderas också att hålla koll på hemsidor som [www.blocket.se](http://www.blocket.se) och [www.finn.no](http://www.finn.no) samt att kontakta föreningar och skidanläggningar som ofta har överblivet material.



### **Andra länkar för att lära om snötillverkning**

[www.slao.se](http://www.slao.se)

Svenska skidanläggningars organisation med begagnat köp och sälj och nyheter inom skidanläggningar.

[www.snowforum.com](http://www.snowforum.com)

Amerikanskt forum, främst för hemmabygge av egna snökanoner.

### **Energieffektivisering vid snötillverkning**

Examensarbete av Hannes Andersson 2009, Lunds Tekniska Högskola.

Examensarbete som bla innehåller mycket snöteori.

**Energianvändning vid snötillverkning – en utredning av mobila snökanoners energianvändning vid svenska skidanläggningar.** Jörgen Rogstam och Matthias Dahlberg, Energi & Kylanalys AB, April 2011. [www.ekanalys.se](http://www.ekanalys.se)

**Sverige Snökanonspår** –En sammanställning av alla längdskidspår i Sverige med konstsnö, med fokus på energi och miljö. Utgiven av svenska skidförbundet, Åke Albinsson.

Tillgänglig på nätet.

[http://www.skidor.com/ImageVaultFiles/id\\_9776/cf\\_7/Sn%C3%B6projekt%20kompendium%202009\\_2010.PDF](http://www.skidor.com/ImageVaultFiles/id_9776/cf_7/Sn%C3%B6projekt%20kompendium%202009_2010.PDF)