SWE SPORTS

SKATING | SLIDING | ROLLING

FRAMTIDENS ISYTOR

Generella rekommendationer vid om- och nybyggnation av isbanor

SWE SPORTS

SKATING | SLIDING | ROLLING

Innehållsförteckning

Förord 3

1. Projekt 4

2. Budget 5

3. Finansiering 6

4. Projektering 7

5. Beskrivning av anläggningens delar 8

5.1 Markarbeten 8

5.2 Rörsystem frostbarriär 8

5.3 Isolering 10

5.4 Rörsystem kylrör 11

6. Kylmaskin 13

7. Styrsystem 16

8. Drift- & underhåll (DOU) 17

9. Kylyta/ispist 18

9.1 Ispist med sandfyllning 18

9.2 Ispist med betongplatta 19

9.3 Ispist med asfalt 21

9.4 Ispist special 21

10.1 Etylenglykol 22

10.2 Propylenglykol 22

10.3 Saltbrine 22

10.4 Köldbärarsprit 22

10.5 Ammoniumhydroxid 23

11. Supervatten 23

12. Hall/överbyggnad 24

13. Slutord och bilagor 24

SWE SPORTS

SKATING | SLIDING | ROLLING

Förord

Behoven för korrekt anpassade och säkra isytor som kan möta de klimatförhållanden vi har i Sverige i dag är stora och är därför en viktig fråga för SweSports. För att kunna bedriva skridskoåkning ställs det höga krav på anläggningar och arenor och internationellt etableras det nya arenor och anläggningar som bättre möter dagens behov. I Sverige går utvecklingen också framåt med isytor anpassade till bandy, konståkning, hockey och curling. Inom skridskosporten är vi i stort behov av att vara med i den utvecklingen i samverkan med de andra idrotterna. I Sverige finns i dag endast ett fåtal 400-metersbanor för skridskoåkning, och att hitta lösningar för om- och byggnation av nya isytor är viktigt för tillväxten och förutsättningarna för att utveckla skridskosporten i Sverige.

Som en del av stödet i pågående och framtida projekt har SweSports, med hjälp av en extern konsult, tagit fram detta underlag som ett första steg kopplat till om- och nybyggnationer av isytor. Dokumentet är ett grundläggande stöd till föreningar, kommuner, konsulter, tjänstemän och beslutsfattare vid renovering eller nybyggnationer. Vidare stöd finns att erhålla via förbundet som har en etablerad kontakt med erfarna konsulter inom området. Vi har även bra dialog med internationella kontakter och därigenom samlat information kring liknande byggnationer i andra länder och på andra arenor.

Utvecklingen av befintliga och nya anläggningar är en central strategisk fråga för SweSports. Tillgången till säkra anläggningar och arenor är en viktig förutsättning för verksamheten och SweSports vill stötta våra föreningar i det arbetet. Detta arbete är också i linje med RF:s Anläggnings och idrottspolitiska program för svensk idrott som visar att 3 av 4 barn i åldern 6–12 år är medlemmar, och deltar, i organiserad idrott. Regelbunden fysisk aktivitet är viktigt och idrotten är en central mötesplats för gemenskap och personlig utveckling. Tillgång till säkra anläggningar och arenor där man kan utöva sin idrott och delta i ovan nämnda sammanhang är helt avgörande.

Vi ser fram emot att jobba för att utveckla våra befintliga anläggningar och lägga grunden för nya som kan möta de krav som i dag ställs på dem.

SweSports
Bent Erik Brenden
Idrottskoordinator

Detta dokument är ett hjälpmedel för klubbar och kommuner som planerar att bygga en isbana. Dokumentet behandlar vad man bör tänka på och förklarar skillnaden på olika typer av installationer och maskiner. Detta är en generell beskrivning av byggprocessen – detaljerade frågor och utmaningar kan dyka upp som inte behandlas i detta dokument. Till dokumentet finns det ett antal principritningar som visar hur man kan lösa flöden och tryckfallsproblem i asymmetriska installationer.

1. Projekt

Detta är det första steget i att förverkliga en idé. Här ska man helt strunta i ekonomin utan bara titta på vad man vill åstadkomma. Det bästa sättet är att skapa en kärngrupp på 4–6 personer där man delar upp sysslorna mellan sig utifrån kompetens. För privata initiativ bör man utforma kärngruppen som en styrelse med kassör, sekreterare, projektledare och ledamöter. Det kan finnas både kommunala pengar och fonder att söka för projektering – då behöver man ha ordning på papper och ekonomi. Det är bra om kärngruppen består av personer med blandade kompetensområden så de kompletterar varandra på ett bra sätt. Detär viktigt att ha med både erfarna entreprenörer och aktiva utövare för att nå ett optimalt resultat. Där kärngruppen inte räcker till så bjuder man in entreprenörer på möten för att förvissa sig om att man jobbar åt rätt håll.

I många fall kommer den tänkta anläggningen användas av flera verksamheter. En bandyplan kan även användas till Speed Skating (Long Track och Short Track), konståkning och isdans. Dock ska man alltid tänka ett steg längre – med rätt förutsättningar kan även sporter som pilbågsskytte, hundsport med flera använda lokalen. Varför inte göra en klättervägg på ena gaveln? Bjud in ledare från andra verksamheter och diskutera. Detta kan få stor betydelse för ekonomin, något vi återkommer till senare.

Man bör även titta på om det finns företag som skulle kunna dra nytta av anläggningen. En ishall har i 90 % av driftstiden ett maskinellt överskott i form av kyla. Finns det någon som behöver kyla för matvaror, dataservrar eller vårdinrättningar till exempel så ska man föra en dialog för att kunna bygga en mer kostnadseffektiv anläggning.

Var ska anläggningen placeras? Det är inte säkert att det ställe den alltid varit placerad på är det bästa. När man bygger en isyta vill man ha så stort nyttjande som möjligt då detta är avkastningen på investeringen. Här får man titta på kommunikation och resvägar, skolverksamhet som kan nyttja anläggningen dagtid, utrymme för parkering, uthyrning samt det som nämndes ovan angående optimering av kylmaskinen. Att det är möjligt att optimera för alla dessa förhållanden är en utopi, men det kan betyda mycket för både tillgänglighet och driftsekonomin om man kan hitta den bästa kompromissen.

När man skaffat sig en uppfattning om punkterna ovan är det dags att göra ett utkast till en ritning så berörda parter (klubbmedlemmar) kan komma med synpunkter och förslag på förändringar och förbättringar. Det kan finnas de som har mer erfarenhet av verksamheten än kärngruppen och vars förslag kan vara bra för den dagliga verksamheten.

Detta steg bör ta ca ett år att genomföra för en klubb. Alltså är det inget som bör jäktas fram – att låta detta ta sin tid borgar för en genomtänkt anläggning.

2. Budget

En budget är en kvalificerad uppskattning av vad projektet kommer kosta. Här ska man ha en projektledare som har möjlighet att lägga mycket tid på projektet alternativt anlita en konsultfirma med erfarenhet av isbanebyggnation. För privata initiativ kan det finnas viss ekonomisk täckning att söka till den som är projektledare för budgeten. Man delar förslagsvis upp projektet i olika entreprenader så som el, VVS, belysning, markarbeten, betong, luftavfuktning, ventilation, kylmaskin, lov och ansökningar, vatten, avlopp och el-tillkoppling med mera. Det är viktigt att inte glömma de administrativa kostnaderna för delen om administrativa föreskrifter (AF) och rambeskrivningar. Det enklaste är att ta kontakt med entreprenörer som har erfarenhet av dylik entreprenad och begära ett budgetpris för de olika entreprenad-delarna. Man bör lägga på 10–15 % på de priser man får i detta läge då det alltid kommer överraskningar/entreprenadgränser som behöver åtgärdas.

Det som saknas i detta läge är förutsättningar för grund- och markarbeten. Innan man gjort en utförlig geoteknisk undersökning vet man inte med säkerhet hur dessa kostnader kommer att se ut. Man kan i detta läge gissa hur marken ser ut, särskilt om det finns byggnader i det tänkta områdets direkta närhet. Utifrån dessa undersökningar kan man bilda sig en uppfattning om förutsättningarna på vald plats, vilket är tillräckligt för att få ett budgetpris. När det gäller byggnader kan man behöva fråga flera leverantörer då det finns olika material och byggnadssätt – allt från tälthall till limträ. Med detta arbete gjort bör man ha skapat sig en ungefärlig bild över kostnaderna på projektet och kan börja jobba med finansiering.

3. Finansiering

Utifrån budgeten vet man nu ungefär var projektet kommer kosta att genomföra. Nu kommer frågan hur man ska finansiera projektet och i huvudsak finns det två alternativ. Antingen byggs anläggningen helt i kommunal regi, varpå kärngruppen lämnar över det material som de jobbat fram till kommunen. Kärngruppen bör ändå finnas kvar som rådgivande för kommunen i vidare projektering. Gruppens sammansättning bör då ändras till att bestå av personer som har mer koppling till idrotten och mindre till ekonomi och konstruktion. Alternativ två är att klubben står som byggherre. En klubb har större möjlighet att söka pengar från fonder än en kommun. Det är även enklare att göra upphandlingen då man inte omfattas av lagen om offentlig upphandling (LOU), men det medför även mer arbete för klubben. Väljer man att genomföra projektet själv kommer man ändå behöva viss finansiering via kommunen då många av de fonder som finns kräver en motprestation i form av kapital eller ideellt arbete.

Det är inte ovanligt att man gör en kombination av att driva projektet i privat regi via klubb eller förening tillsammans med kommunalt stöd. Ett större kommunalt projekt kan behöva läggas långt fram i tiden då kostnader måste budgeteras och personalresurser delegeras. För att skynda på processen kan klubben/föreningen stå som byggherre och på så sätt bidra till finansieringen genom fonder och/eller sponsring med mera. Kommunen täcker upp för finansiering och hjälper till med teknisk administration. En förutsättning för denna möjliga väg är dock att det finns en kommunal vilja med ett brett politiskt stöd att genomföra projektet.

För att enkelt utröna möjligheter för finansiering så skapar man en ny grupp på 2–5 personer som jobbar med detta parallellt med kärngruppen. Här kommer man att leta fonder och sätta sig in i de förutsättningar och krav som finns för ansökan. Ett exempel är Allmänna arvsfonden som ställer krav på hållbarhet för verksamheten, men man ska även undersöka om det finns lokala fonder. Erfarenheten säger att det kan finnas en hel del pengar att söka lokalt. Finansieringsgruppen ska sätta upp en ekonomisk kalkyl för drift och underhåll. Modellen ska innehålla både kredit- och debetkonton så man får en god uppfattning om driftsekonomin. Byggnader och maskiner ska läggas som avskrivningar på kostnadskonto för avsättning. Här tar man även in kommunalt driftsbidrag och andra inkomster som till exempel uthyrning. Målet med detta är att skapa en mall för minst 5 år framåt som åskådliggör projektets ekonomiska förutsättningar. En del av finansieringen kan komma att lösas som lån. Kan man visa upp de tre punkter vi hittills tagit upp för bidragsgivare, bank eller finansiär så har man ett bättre förhandlingsläge.

Finansieringsgruppen ska även jobba mot andra klubbar, föreningar och kommunen med målsättningen att skriva flerårigа kontrakt för uthyrning. Har man ett kontrakt så har man säkrat en inkomst, vilket är en fördel vid ansökningar av bidrag och finansieringar.

Finansgruppen ska aktivt sälja och skriva kontrakt för reklam med sponsorer. Man kan även arrangera galor, sälja anläggningens namn, sälja isyta per kvadratmeter med mera för att täcka delar av byggkostnader och i nästa skede för drift och underhåll.

Slutligen ska finansieringsgruppen skapa ett styrdokument för vad som gäller för de som nyttjar anläggningen. Detta ska justera hallens regler för sponsring, träningstider, kostnader och så vidare. Detta är ofta något som glöms bort och som kan skapa problem i framtiden då lag eller sektioner ”stjäl” bidragsgivare från hallen, och pengarna hamnar i lag eller sektioner i stället för att finansiera den dagliga driften.

Finansieringsgruppen har ett stort arbete i projektet. Förslagsvis bildar man undersektioner som har eget ansvar för en del av denna punkt.

4. Projektering

Har man utrett tidigare punkter, och tar beslut att gå vidare och bygga tänkt anläggning, så är det dags att göra en upphandling. Här har man två alternativ: handla upp som totalentreprenad eller som delad entreprenad i egen regi.

Alternativ 1 är att handla upp en totalentreprenör som tar på sig att uppfylla alla lagstadgade krav på ID-06, certifikat, kvalitets-, miljö och arbetsmiljösamordnare (KMA), byggarbetsmiljösamordnare för planerings- och uförandefasen (BAS-P och BAS-U), arbetsmiljölagstiftningen, riskanalyser med mera. Kort sagt så har totalentreprenören till uppgift att förverkliga beställarens önskemål i projektet.

Alternativ 2 är att man kör projektet själv. Man har då själv ansvar för upphandlingar och att se till att ritningar, lagar/regler och arbetsmiljölagar med mera följs. Det är ett stort jobb som kräver kompetens och kunnande av de som har uppgiften. Det behövs minst 2 personer på plats hela entreprenadtiden för att styra arbetet, svara på frågor och ta beslut i detaljfrågor. Fördelen med att köra egen entreprenad är ekonomisk. Kan man genom ideella insatser styra upp projektet kan man räkna med mellan 20–30 % lägre byggkostnad. Samtidigt är det en risk då man bygger med eget ansvar för funktion. Det krävs att man har en kunnig projektledare med rätt utbildningar och stor erfarenhet av dylika arbetsuppgifter. Oavsett hur man väljer att gå vidare med entreprenaden så är beställaren alltid byggherre. Som byggherre har man till uppgift att beskriva vad och hur man vill bygga. Detta gör man i två huvuddokument, ett AF-dokument och ett med rambeskrivningar som sedan kompletteras med ritningar. Det vanligaste är att man upphandlar dessa dokument av en konsultfirma.

AF-dokumentet är det dokument som styr de administrativa förutsättningarna i upphandlingen. som i regel är samma för alla entreprenaddelar. Här regleras allt ifrån fakturering, övertidsarbete, egenkontroller, besiktningar, ändring, tillägg och avgående arbeten (ÄTA) till skadestånd, avfallshantering och krav på ackrediteringar. AF-delen baseras oftast på befintliga standarder där man kan betona, ta bort eller lägga till förutsättningar.

Rambeskrivningen är ett dokument som ligger till grund för upphandlingen. Här beskriver man vad man vill bygga, hur och med vad det ska byggas och vad man förväntar sig av den färdiga produkten i form av funktion och design. Det är detta dokument som entreprenören ska lämna pris utifrån, alltså är det viktigt att skriva så det inte kan misstolkas. Genom att förtydliga vad man önskar undviker man många frågor eller missförstånd. Rambeskrivningen är ett starkt verktyg för att beskriva vilken nivå gällande kvalitet man önskar. Det är rambeskrivningen som styr om det ska vara en general- eller totalentreprenad så det är viktigt att tydligt beskriva entreprenadgränserna. Entreprenören måste skapa sig en bild över hur arbetsplatsen ser ut när man övertar från tidigare entreprenör, vad som ska vara klart och hur arbetsplatsen ska se ut vid överlämnande till nästa entreprenör. Man delar som regel in rambeskrivningarna i ämnesområden som för en ishall normalt brukar vara

- markentreprenad
- rörsystem för kyl och värme
- kylmaskin
- VVS
- sarg
- hall
- betongarbeten

- el
- ventilation
- luftavfuktning
- målning
- övrigt byggarbete
- samt utrustning som till exempel mål och tidtagning.

5. Beskrivning av anläggningens delar

Under följande punkter ska vi ta upp hur man normalt bygger en isbana. Punkt för punkt går vi igenom de olika delentreprenaderna som till slut ska borga för en bra anläggning. Se även principritningar i slutet av detta dokument.

5.1 Markarbeten

Innan man gör rambeskrivningen för markarbetena så ska man göra en geoteknisk undersökning. Det finns flera orsaker till att detta är viktigt. Naturligtvis vill man att hallen och övriga konstruktioner ska stå stabilt, men det är även avgörande för hur man konstruerar kylrörsbädden. Har man bra morän eller grusmark så är det inga problem. Man gör normal markförstärkning, gräver ned en dränering och drar ut avlopp och kabelrör för el och styrkablar. Vattenledningar får inte dras under isytan då det finns risk att de fryser. Sedan skapar man en terrass för isbanan och gör urgrävningar för grundsättning och plintar. Tänk på att placera dagvattenbrunnar runt isytan så smältvattnet har någonstans att ta vägen när isen smälter. Nu är det inte alltid så lätt utan ibland måste man bygga på mark som består av lera och instabilt material. Då kan man i huvudsak göra på tre sätt: Alternativ 1 är att man pålar till berg eller fast mark och bygger på dessa pålar, alternativ 2 är att man gräver ur det dåliga materialet och ersätter det med bra material och alternativ 3 är att man gör en bärande konstruktion som fördelar vikten över en stor yta och ”flyter” på det dåliga materialet. När man bygger en flytande konstruktion är en tumregel att inte tillföra mer vikt än man tagit bort. Ett vanligt sätt att åstadkomma detta på är att gräva bort dåligt material och ersätta med lecakulor och på så vis kompensera för vikt på överbyggnad.

Vilken metod man bör välja styrs starkt av vad man ämnar bygga och hur marken ser ut. En stark rekommendation är att ta hjälp av en kunnig konstruktör för grundsättningar som kan bedöma vad som är det bästa alternativet för ert projekt.

5.2 Rörsystem frostbarriär

Frostbarriär är ett värmerörsystem som man lägger under hela ispisten, matarrör och fördelare. Frostbarriären hindrar kylan från att tränga ned i marken och förorsaka tjälskjutningar i markbädden. Funktionen med detta värmerörsystem är att man tillför värmeenergi som hjälper den naturliga markvärmen att hålla marken under ispistens isolering över 0 ^{o}C. Man brukar räkna med att den naturliga markvärmen som hindrar tjälen att krypa djupt ned i marken vintertid är ca 15 W/m^2. Detta är tillräckligt för att förhindra att vattenledningar med mera fryser vintertid. På sommaren får man värme från både markvärmen och solen som tinar marken fram till hösten då processen börjar om igen. När vi nu tittar på en ispist så har man skapat ett konstgjort arktiskt

förhållande likt kallaste Sibirien. Det kan därför uppstå problem på grund av tjäle under isytan om man inte vidtar åtgärder.
Generellt kan man säga att om man håller konstfrusen is på utomhusbana mindre än 6 månader per år så klarar man sig med 100 mm isolering under kylrören utan att skapa permafrost. Mer än 6 månader per år kräver att man tillför värme genom montage av frostbarriär under isoleringen. Är det dålig mark som innehåller lera, eller annat material som kan förorsaka problem vid frysning, bör man alltid montera en frostbarriär under isoleringen. Även för ispist i hall bör man alltid planera för frostbarriär, då man vid denna kombination inte kan räkna med att solen värmer upp marken när ispisten inte är i drift på sommaren.

Frostbarriär för curling handlagd för överfyllning

Frostbarriären är ett värmerörsystem som monteras på avjämnad terrass. Rörsystemet läggs med ett CC-mått om 500 mm mellan slangarna och brukar ha en dimensionerad effekt på 30–50 W/m^2. Denna effekt, samt den naturliga markvärmen, balanseras med isolerlager så genomfrysning förhindras. Energin för driften av frostbarriären hämtar man från kylmaskinens värmekrets. Värmebehovet styrs via en temperaturgivare placerad 100 mm under frostbarriären, mellan två värmerör. Det är inte bra att ha för hög temperatur under isoleringen då det kan påverka isen och höja energiförbrukningen. Normalt ligger detta börvärde på ca 0°C. Rörsystemet ska vara konstruerat med mötande flöde så att vartannat värmerör är stigare och retur. Man ska se till att funktionen och styrsystemet finns integrerat i kylmaskinen redan vid upphandling.

Frostbarriär under Speed Skating plöjd på utlagd grusbädd.

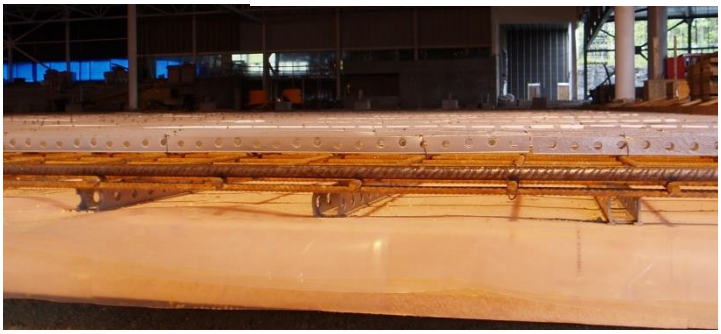
Det är viktigt att rörsystemets konstruktion är utformat så man erhåller låga tryckfall. Ett riktvärde är 35 kilopascal (kPa). För denna typ av energibärande rörsystem brukar man inte ta hänsyn till Reynoldstal. Man kan tillåta laminärt flöde då hastigheten tillåter transmission i vätskan för fullt utnyttjande av tillförd energin. Rörsystemet ska vara utrustat med vändmatad fördelare om fördelaren är längre än 3 meter eller har ett längd/diameter-förhållande större än 30. Frostbarriären ska överfyllas med 100 mm (total tjocklek 150 mm vid 25 mm rör) 0–9 grus över rören för att få en värmespridning mellan värmerören. Sanden komprimeras och jämnas av.
Det är viktigt att ytan på detta lager blir absolut vågrät. Maximal avvikelse på 4 meter rätskiva ska vara mindre än +/- 2 mm. Avvikelse här kommer att följa med hela vägen upp till färdig isyta och kan i sämsta fall ge områden där isen fryser långsammare vid spolningar. Särskilt på större isytor är det inte ovanligt att man lägger ett sista avjämningslager med läggare som styrs av totalstation.

Fördelare frostbarriär kortsidematning.

Fördelare frostbarriär kompakt modell hockey.

5.3 Isolering

Över frostbarriären läggs ett lager isolering. Man bör välja en isolering som har täta celler då isolervärdet försämras med tiden om isoleringen absorberar fukt. Väljer man med polystyren bör man ta extruderad (XPS). Ett annat bra och miljövänligt alternativ är cellglas. Detta är ett nytt isolermaterial som tillverkas av återvunnet glas. Cellglas är helt tätt och har ett lambdavärde ungefär som XPS.



Isolerad yta med dubbla plastlager och glidolja. Underarmering och distanser för gjutning är utlagda.

För att få en korrekt tjocklek på isoleringen gör man en transmissionsberäkning där man balanserar kyleffekt mot tillförd värmeeffekt. Med en isyta på -3 till -4 ^{o}C brukar kylande temperatur mot isoleringen vara ca -6 ^{o}C. Vid belastning som blåst eller regn på utomhusanläggningar, eller publik på arenor, kan dock belastningen vara högre. Hänsyn måste även tas till vart kylslangarna placeras i konstruktionen samt hur tjock is man räknar med att anläggningen ska ha. Normalt brukar isoleringen bli mellan 70–100 mm. Isoleringen bör täcka minst 200 mm utanför kyld yta för att förhindra genomslag av kyla längs kanterna.

Isoleringen avslutas med kraftig byggplats över isoleringen. När kylrören läggs i sand räcker ett lager som fuktspärr. Då kylrören gjuts in i betong lägger man två lager. Det första lagret läggs heltäckande över hela ytan. Samtliga skarvar i plasten tejpas med industritejp som tål olja och lösningsmedel. Vid läggning av det andra lagret sprejar man ett tunt lager glidolja mellan de två lagren. Detta glidlager kommer att göra att betongplattan lättare kan röra sig vid nedfrysning. På detta vis förhindrar man sprickbildning då betongen krymper.

5.4 Rörsystem kylrör

Vid projektering av kylrör är det ett antal punkter som man måste beakta för att få en god funktion i anläggningen. Förutom effekt och tryckfallsberäkning är flödesplaneringen den absolut viktigaste. För att få en jämn iskvalitet är det avgörande att man har samma tryckfall i samtliga slingor. Effektformeln säger $P=\Delta t \times F \times cp$ där P är effekten, Δt är temperaturskillnaden mellan stigare och retur, F är flödet (som begränsas av tryckfall) och cp är värmekapacitet. Om någon slinga får högre tryckfall så kommer, enligt formeln, effekten att bli lägre på detta område. Detta betyder att isen kommer att få längre infrysningstid samt att den inte klarar belastningar av värme lika bra som den övriga ytan.

På en fyrkantig isyta är det normalt inga problem att balansera tryckfallet. Genom att konstruera en vändmatad fördelare (Tichelmannsystemet) och ha lika långa kylrör erhåller man samma flöde/tryckfall i alla rören. Problemet kommer när man ska göra en asymmetrisk isyta som till exempel en parkbana eller kurvor på en Speed Skating-bana. Att montera intrimningsventiler för att balansera tryckfallet är inget alternativ då det blir både dyrt i installation och tar oändlig tid justera in. I stället får man konstruera rörsystemets fördelare så man får lika långa kylrör i hela rörsystemet. I extrema fall kan man behöva dela in isytan i sektioner med egen fördelare på varje sektion. På detta sätt kan man åstadkomma ett balanserat kylrörsystem med minimala servispunkter. Vad man inte får glömma är matarrören. Det kan förekomma matningar till flera sektioner på pisten. Här balanserar man tryckfallen mellan sektionerna genom att välja rördimension mellan huvudmatning och kylsektion. I vissa extrema fall är det omöjligt att få kylrören lika långa i de olika sektionerna. Man kan då omplacera fördelaren för att balansera sektionerna och på detta sätt balansera flödena.

Kylrörsystem bandyplan med vändmatad fördelare.

Fördelare Tichermannsystem. Ett matarrör är överfyllt och isolerat.

U-böjar motstående sida fördelare.

För att få en anläggning som är billig i drift bör man titta på tryckfallet på den totala ispisten. En målsättning är att ha så lågt tryckfall som möjligt då det betyder att man kan ha ett lägre statiskt tryck utan att pumparna kaviterar. Ett lågt tryckfall innebär även en mindre pumpeffekt för att pumpa runt kylmediet, vilket över tid betyder lägre energikostnad. Ett normalt tryckfall bör ligga mellan 50–100 kPa. Över 100 kPa är inte önskvärt.

Effekten på ett rörsystem för ispist har normalt en kyleffekt mellan 80–200 w/m^2. Den lägre effekten är isbanor som huvudsakligen är naturfrysta men som vill förlänga säsongen på höst och vår. 200 w/m^2 är is-arenor med många spolningar och hög strålningsbelastning eller vid året runt-drift. De största SHL-arenorna kan ha upp mot 250–270 W/m^2, men för att åstadkomma detta krävs speciella rörsystem och kylmaskiner.

Bandy och Speed Skating brukar i regel ha en effekt om 120–150 W/m^2 då de endast är i drift under vintersäsongen. Ett kylrörsystem beräknas normalt utifrån ett Δt på 3K (kelvin) temperaturskillnad mellan stigare och retur vid full effekt, variationer kan dock förekomma. Curling brukar vara max 1,5K och banor med extremt stora kylmaskiner för snabb infrysning upp mot 5K.

Vändmatad fördelare med rörsystem under byggnation.

Normalt använder man PE-rör i kylrörsystem och de ska vara av kvalitet PE100 eller bättre. På 1990-talet, då man började bygga isbanor med PE-rör, förekom en hel del undermåliga kvaliteter vilket lede till att rören började läka i skarvar och kunde till och med spricka. Idag har man lärt sig att vara noga med kvaliteten och det är mycket sällan som det uppstår problem.

För att kunna styra isytan ska man placera en eller flera temperaturgivare i isen. Det är bra om temperaturgivarna kommer så nära isytan som möjligt. Man bör därför planera tidigt och lägga ut kabelrör under kylrörsystemet så man enkelt kan dra ut kablage till givarna. Har man gjuten betongpist rekommenderar vi att man gjuter in rör som man sedan täcker med ett rostfritt eller galvat lock som temperaturgivaren fästs i. För grusbädd bör man gräva ned små gjutjärnsbrunnar strax utanför isytan. Där kan man förvara temperaturgivarna då banan inte är i drift. Vid isläggning drar man ut och spolar in kablar och temperaturgivarna i isen för bästa mätning.

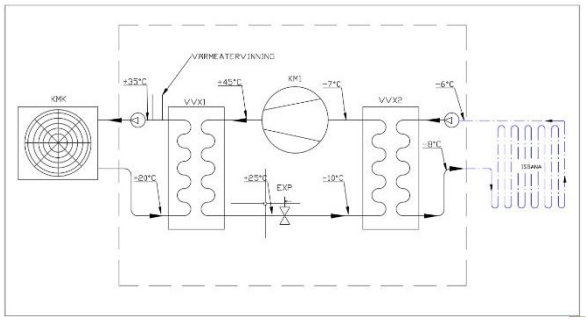
Alla rörsystem ska utrustas med två avtappningar och två avluftningar som sätts på fördelarens över- och underkant.

Ingjutningsrör för temperaturgivare.

På senare tid har ett antal isbanor byggts med CO_2-teknik och direktförångning i rörsystemet. I detta läge duger inte plaströr längre då trycket i kylrören blir mycket högt. Man använder då kopparrör som kylrör i stället för PE-rör. Genom att bygga kylan på detta sätt får man en hög verkningsgrad med låg energiförbrukning på anläggningen. Rörsystemet blir dock dyrt så denna typ av rörsystem är ovanliga.

6. Kylmaskin

Kylmaskinen är hjärtat i anläggningen då det är den som ser till att isen är frusen så verksamheten kan bedrivas. Vi kommer här att beskriva olika typer av kylmaskiner, köldmedium och värmeåtervinning.



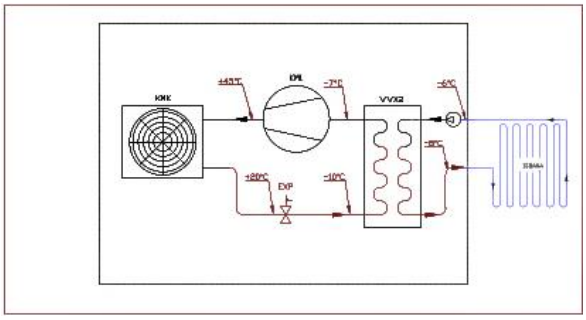
Figur 1. Principskiss funktion kylmaskin med

En kylmaskin består av en kompressor som genom tryckförändringar av köldmedium kan transportera bort värme från ispisten. Det som är viktigt med en kylmaskin är att den är byggd och anpassad för att jobba med rätt temperaturer. Allt för ofta köps en billig lösning där kylmaskinen är dimensionerad för komfortkyla i stället för iskyla. Kylmaskinen kommer att fungera, men får höga driftskostnader då den inte har värmeväxlare och köldmedium som är optimerade för ispist.

Figur 2. Kylaggregat med växlare för förångare och kondensor.

De vanligaste typerna av kylmaskiner kan vi se här i figur 1–4. Kylmaskinen i figur 1 och 2 är en modell som oftast byggs för att stå i ett maskinrum. Den är utrustad med förångare och kondensor i form av värmeväxlare. Spillvärmen kyls sedan bort via en kylmedelskylare i luften. Denna typ av kylmaskin har stora möjligheter för värmeåtervinning, där man kan koppla på och utvinna värmeenergi mellan kondensorn och kylmedelskylaren. Normalt kan man få ut temperaturer på ca 30–35 °C direkt från kylkretsen vilket är tillräckligt för till exempel golvvärme. Temperaturen kan höjas till 65–70 °C via en separat värmepump för tappvarmvatten och ventilation. Tillgänglig effekt är 1,25 * nominell effekt.

I figur 3 och 4 ser vi en direktkondenserad kylmaskin (DX). I dessa typer av maskiner har man mindre möjligheter att bygga in värmeåtervinning då köldmediumet, under högt tryck, cirkulerar direkt till kylfläkten. Denna typ av kylmaskin har en högre verkningsgrad om vi bara tittar på att producera kyla. På båda typerna av kylmaskiner kan man begära att få en hetgasväxlare. Denna kan återvinna ca 10 % av kylmaskinens nominella effekt. Man får då hög temperatur 70–80 °C direkt ur växlaren.



Figur 3. Principskiss funktion kylmaskin DX.

Oftast har man även en stor förbrukning av varmvatten till en is-anläggning. Det är spolvatten, tappvarmvatten, uppvärmning av lokaler och uppvärmning av ventilation. Man kan dela upp varmvattenåtgången i två grupper: lågtempererat upp till +40 °C för golvvärme och spolvatten samt högtempererat till tappvarmvatten. För ventilation kan man dimensionera baffeln för båda temperaturgrupperna. Man bör i tid utreda vilka effekter som man beräknar förbruka på de olika temperaturgrupperna och ta med det i rambeskrivningen.

Figur 4. Kylmaskin DX.

De vanligaste typerna av kylmaskiner är utrustade med eldrivna kompressorer. Kompressorerna är vanligast kolv, skruv eller scrollkompressorer. De olika modellerna har för- och nackdelar som man får värdera vid upphandlingen. Man ska alltid begära att få en kostnad för service och underhåll under 5 år i upphandlingen. Något som absolut ska frågas om vid upphandling är COP-tal. COP står för ”Coefficient Of Performance” och anger hur effektiv en kylmaskin/värmepump är. Talet innebär, enkelt beskrivet, hur många gånger tillförd effekt ger kyl- eller värmeeffekt. För att få ett korrekt COP-värde måste man ange en eller flera driftsförhållanden i rambeskrivningen. Ex. Ange COP för kyla -8/-5 °C med utetemperatur +17 °C vid maxeffekt 450 kW.

Kylmaskin 300 kW moduluppbyggd med värmeåtervinning 240 kW.

Ett COP mellan 2,7–3,2 för kyla är bra då det betyder att man får mellan 2,7–3,2 kW kyla för varje tillförd kilowatt. När vi tittar på värme från kylmaskinen så är det mindre intressant då man oftast inte har avsättning för all värmeeffekt, utan kyler bort mycket energi med fläktar. Det kan dock bli aktuellt att installera värmepumpar som man kopplar på kylkretsen. Vi bör då ha ett COP på 4,5–5 med tanke på att värmekällan håller ca + 25 ^{o}C.

Kylmaskin i container. Bygget gav klubben möjlighet att lägga kylmaskinen i leasingavtal.

Alla kylmaskiner jobbar med köldmedium som kondenseras och förångas. Alla idag förekommande köldmedier är miljögodkända och skadar inte ozonlagret. Dock klassificeras idag köldmedier enligt en GWP-skala (Global Warming Potential). Detta är ett uppskattat värde på den växthuseffekt som köldmediet kan orsaka vid utsläpp. De senaste åren har nya EU-direktiv tagits fram som säger att köldmedier över vissa tal kommer att sluta tillverkas för fyllning av nya maskiner. Viss produktion kommer dock att hållas i gång för efterfyllning och service av befintlig maskinpark under dess livslängd (tabell finns på alltomfgas.se). Nu är det inte så bra att man kan välja en gas med lågt GWP. Olika gaser har olika användningsområden, vilket gör att fel gas med lågt GWP kan ge lågt COP och hög driftkostnad. Detta leder till stor klimatpåverkan genom att förbruka mycket energi vid drift. När man skriver rambeskrivningen på kylmaskinen så bör man inte låsa sig till ett bestämt kylmedium utan vara öppen för förslag. Det finns mycket forskning på området och nya ersättningsgaser kommer varje år som har mindre miljöpåverkan och hög verkningsgrad.

Vad ska man då välja? Gör en upphandling och överlåt till en sakkunnig person att utvärdera vad som är bäst för er anläggning. Då man räknar med en livslängd på en kylmaskin om 20–30 år så är låg drift och underhållskostnad viktig.

7. Styrsystem

Varje isbana behöver ett styrsystem. Styrsystemets uppgift är att se till att isytan är i bra skick trots yttre påverkan. Normalt levereras styrsystemet tillsammans med kylmaskinen, men i vissa fall kan det förekomma att det levereras som en separat enhet till befintlig eller ny kylmaskin. Oavsett vilket så är det viktigt att man beskriver vad man önskar i form av funktion och användargränssnitt i rambeskrivningen.

Ur ett funktionellt perspektiv är det primära för en isbana att styra istemperaturen. Denna ska styras med istemperaturgivare, då får man en snabb reaktion med mer effekt direkt vid spolning eller annan värmepåverkan. Att styra en isbana på in-/utgående vätska till kylrören är att förkasta. Man får ingen precision och därigenom högre driftskostnad. Man kan även göra tillägg för att göra energibesparande åtgärder, till exempel att vid en viss utetemperatur (exempelvis kallare än -5 ºC) är banan att betrakta som naturkyld och kylmaskinen ska då inte starta. Förutom att styra istemperaturen kan man även programmera in funktioner för att styra värmeåtervinning för uppvärmning av lokal, tappvarmvatten, spolvatten, ventilation, belysning, med mera. I rambeskrivningen anges aktuella förutsättningar och vad man önskar styra. Det är viktigt att vara utförlig och tydlig i beskrivningen för att förhindra missuppfattningar.

Oftast kan styrsystemen bli omfattande då man lägger till många funktioner. Det är därför viktigt att poängtera att det ska vara enkelt att både använda och ställa in. Man ska begära att varje funktion ska ha en egen sammansättningssida som bara visar de absolut viktigaste uppgifterna och inställningarna, resten ska automatiseras och döljas i bakgrunden. Detta bidrar till att det blir enklare att byta driftsansvarig med enklare överlämning och mindre risk att göra fel.

Ett styrsystem ska vara webb-baserat så det kan skicka ut mejl till utvalda mottagare vid larm. Ett webb-baserat styrsystem gör även att man kan logga in på distans för att kontrollera eller göra ändringar. Det betyder även att man kan få service eller support på ett enklare sätt då även detta kan skötas på distans. Styrsystemet ska ha flera inloggningsnivåer som begränsar åtkomsten för allmänheten och driftspersonal. Endast behörig och kunnig personal ska ha tillgång till att kunna ändra programmets funktion.

Till sist ska man se till att det styrsystem man väljer har öppen källkod. Detta gör att man inte är låst till en leverantör för service eller utbyggnad av funktioner och kan anlita andra programmerare. Risken är att det företag som levererat styrsystemet upphör och man står med ett system som kanske blir svårt att underhålla. Många av de stora och väl etablerade leverantörerna har en benägenhet att ta ut kostnader för både funktioner och licenser. Detta är föråldrat och det finns många alternativ där detta är gratis.

8. Drift- & underhåll (DOU)

I AF-delen ställer man krav på vad ”Drift- & underhållsmanualen” ska innehålla. Detta är en viktig dokumentation som kommer att användas både i dagligt bruk och för att i framtiden veta vad som levererats för underhåll.

Ett exempel på DOU-manual för kylmaskin/rörsystem:

1. Om instruktionen. (förklaring till hur instruktionen ska användas)
2. Säkerhet. (t. ex. säkerhetsblad för vätskor)
3. Adresser. (kontaktuppgifter till leverantör och underleverantörer)
4. Driftkort & instruktioner. (Driftskort och I/O-lista)
5. Rutiner. (servicepunkter dag, månad, år samt lagstadgade krav)
6. Egenkontroller. (kontrollscheman vid leverans eller ombyggnad)
7. Apparatlista. (lista med artikelnummer, specifikation och leverantör)
8. Ventilförteckning. (ventilnummer och funktion)
9. Värme/köldbärare. (produktblad och säkerhetsblad)
10. Styrsystem. (instruktion för daglig drift)
11. Elschema.
12. Ritningar.
13. Pumpar. (datablad och specifikation)
14. Kontrolldokument. (från punkt 5 signerade kontrollblad)
15. Dokument. (övriga förklarande dokument)
16. CE-märkning.

Ofta så är entreprenörerna obenägna att lämna från sig information då de tycker att de avslöjar egna lösningar som är unika. Man behöva därför ställa extra krav eller helt enkelt själv göra en mall på en DOU-pärm med den information man önskar. För er som kund är det viktigt att säkra informationen för framtida bruk.

9. Kylyta/ispist

Ispisten byggs normalt på tre sätt: i grusbädd, i betong eller i asfalt. Det finns ytterligare en metod som uppfanns i samband med bygget av Tele2 Arena som vi kommer beröra i slutet av detta stycke. Det finns bilagor i form av principritningar till detta dokument.

9.1 Ispist med sandfyllning

Denna metod är det billigaste sättet att bygga ispisten på. Grunden byggs, som tidigare beskrivits, med isolering samt med eller utan frostbarriär beroende på markförhållanden och driftstid per år. Rörsystemet läggs ut på avjämnad sandyta med läggskenor och svetsas och provtrycks före överfyllning. Man bör inte fylla rörsystemet med kylvätska före överfyllning, utan i stället låta dem stå under lufttryck. Risken för utsläpp om någon är ovarsam är överhängande om rören är fyllda med köldbärare. Det är ytterst viktigt att det avjämningslager som man lägger kylrören på är helt vågrätt och komprimerat. Maximal avvikelse är +/- 2 mm på 4 meter rättskiva över hela isytan. Misslyckas man med detta kommer man att få ytor på ispisten som fryser långsammare där slangen ligger djupare.

Den totala tjockleken på sandlagret totalt bör vara ca 150 mm för att man ska få en stabil ”platta” att köra isprepareringsmaskiner på, efter att den vattendränkta sandbädden frysts ned. Kylrören vill man ha högt upp i sandlagret för att öka värmetransmisionen. Man brukar som regel ha en överfyllning på 25-30 mm över topprören. Lämpligt material är 0-6 eller 0-9 stenmjöl som ger en stabil yta och är lättkomprimerat.

Överfyllning av rörsystem med sandspridarskopa

Ett känt problem som man kan få med denna typ av ispist är att kylrören kan komma upp ur sandbädden på vissa ställen. Detta sker när sandbädden är avtinad och börjar bli uppvärmd. Fenomenet beror på att kylrören har en förmåga att expandera under sommartid och bilda bågar över sandbädden. Detta kan avhjälpas genom att dela upp överfyllningen i 2 delar. I första steget fyller man över till struken yta över kylrören och vattenkomprimerar. I steg 2 lägger man en vattengenomsläpplig markduk och lägger på toppfyllningen på 25-30 mm. Kylrören kommer då att få mera vikt fördelad över sig och svårare att skapa dessa ”solbågar”. Överfyllning på detta sätt måste göras på mindre ytor och färdigställas allt eftersom. Jobbar man med hela ytan kommer problemet med solbågar att uppstå innan man lagt på duken och fixerat kylrören. För fördelaren och matarrör gräver man diken och fyller över dessa med samma sandmaterial. Matarrör isoleras med isolerskålar så man slipper ytor utanför pisten som isar och blir hala. Denna typ av ispist installeras oftast som ett budgetalternativ vid ren isbana eller om man gör en kombinationsanläggning med konstgräs på toppen. Funktionen rent kylmässigt är direkt jämförbar med gjuten betongplatta. Detta gör att man får en bra driftsekonomi. Nackdelen är att isanläggningar med denna typ av konstruktion inte bör användas för annan aktivitet när de inte är isbelagda. Risken är nämligen överhängande att kylrören skadas.

9.2 Ispist med betongplatta

Att gjuta in kylrören är alltid det bästa alternativet för en permanent ispist. Kylrören ligger skyddade och man kan använda lokalen eller ytan till andra aktiviteter även då den inte är frusen. Det är dock ett dyrare alternativ, varför många väljer alternativet i punkt 9.1. Att utföra betongarbetena i gjuten ispist ställer dock krav på entreprenören över vad de normalt är vana vid.

Fingerskarvad armering och tempgivarrör.

Vid gjutning av betongpist övertar armerarna arbetsområdet från de som isolerat. Här ska då de dubbla plastskikten med glidolja vara färdigställda. En kontroll måste alltid göras i detta skede så att kraven på ytan är korrekt. Toleransen på isoleringens toppskikt ska ligga inom toleransen +/- 2 mm på 4 meter rätskiva över hela den tänkta isytan. Om inte denna tolerans hålls kommer man få en isanläggning som drar onödigt mycket energi och där man kan få olika infrysningstider över isytan vid spolning. Den som varit på en hockeymatch och fått meddelandet att man måste skjuta lite på tredje perioden på grund av vatten på isen, vet nu att det oftast beror på fusk vid gjutning av ispisten. Normalt är detta inget problem då samma krav ställts på terrassen före isolering, och isoleringen påverkar inte toleransen.

Gjutning av platta med laserstyrd vibratorbalk.

Små och medelstora betongplattor gjuts i ett stycke och är normalt 120 mm tjocka. Det har visat sig att denna tjocklek gör att de två armeringsskikten hamnar på rätt höjder i betongplattan. Den övre sprickarmeringen ska enligt svensk byggnorm ha en övertäckning på minst 40 mm betong. Anledningen är att det finns korrosionsrisk i armeringen över tid, genom att vatten tränger ned genom betongen. Detta frångår man i denna typ av gjutning då vi prioriterar att få kylrören nära ytan för att öka värmetransmissionen. De flesta betongpister som byggs är under tak och frusna under mer än halva året. Övrig tid är de skyddade mot regn, så problemet med korrosion är litet till obefintligt.

En gjuten ispist utförs utan kantbalk så den kan röra sig vid nedfrysning. Innan man påbörjar arbetet med armering och gjutning ska man göra en konstruktion för betongplattan. Betongkvalitet och armeringsmängd räknas ut och bestäms utifrån plattans tjocklek och styrkekrav. Vi rekommenderar att man köper denna konstruktion så man i rambeskrivningen kan beskriva vilka krav som finns. I betongkonstruktionen måste man kontrollera att armeringens totala vikt överstiger lyftkraften som de fyllda kylrören utgör i betongen. Det har hänt att man missat detta och kylrören flutit upp till ytan och tagit armeringen med sig. Då har man inte ett litet problem.

Man börjar nu med att göra en formsättning för gjutningen. Formsättningen är relativt enkel att utföra på tre sidor då det bara är två saker man ska tänka på. Formsättningens höjd ska motsvara färdig betongyta och måste förankras ordentligt. När man kommer till fördelaren så blir det mer avancerat arbete. En metod är att sätta en planka vars topp motsvarar undersidan på kylrören. Man gör sedan i ordning brädor där man borrar ut hål för kylrören och kapar in med en sticksåg till hålen, så ”kammen” kan placeras över kylrören och fästas omlott med den undre plankan. Denna kam sätts inte på plats förrän kylrören och all armering är monterad.

Distansskenor under fingerskarvad armering.

Nu lägger man ut plastprofiler som distanser under armeringen. För att förhindra att armeringen böjer sig så ska profilerna ligga med max 400 mm mellanrum. Det blir mycket arbete som kommer att utföras på styrkearmeringen när man monterar kylrörsystemet. Med för långa avstånd riskerar man få deformationsskador på armeringen som äventyrar toleransen på kylrörsystemet (max +/-2 mm på 4 m). Armeringen får inte läggas överlappande då detta bygger på höjden. Man bör använda fingerskarvad armering eller handlägga och naja lösa armeringsjärn. Armeringen ska orienteras så stängerna i toppskiktet ligger tvärs kylrören. Läggskenorna som fixerar slangens CC-mått ska kunna placeras mellan stängerna i topplagret och i princip hänga i luften. Då kylrören ligger på armeringens topplager kommer även toleransen på denna att bli korrekt (se ritningar och principskisser).

Efter att kylrören är monterade och provtryckta läggs sprickarmeringen på toppen, direkt på kylrören. Även denna ska vara av fingerskarvat utförande eller läggas med armeringsstänger. Under denna del av arbetet ligger kylrörsystemet under lufttryck så man direkt kan höra om man åstadkommit skada på rörsystemet. Kylrörsystemet ska vara försett med tryckmätare som kan avläsas under hela arbetet med armeringen. Läckage ska identifieras och åtgärdas genast varpå rörsystemet trycksätts igen. När allt armeringsarbete är klart ska man sätta ut ingjutningssmiden för kringutrustning. Detta kan vara för fallskydd, sarg eller fästpunkter för annan utrustning. Man ska också se till att ingjutningsrör och dragrör för temperaturgivare är installerade. Det är ytterst viktigt att den övre och undre armeringen najas samman ordentligt så de klämmer ordentligt runt kylrören. Det är den totala vikten på armeringen som håller konstruktionen på plats.

Innan man börjar med själva gjutningen så ska kylrörens täthet testas och därefter fyllas med köldbärare. Köldbäraren fylls genom att vacuumsuga systemet till minst 20 mbar och därefter ånga in köldbäraren. På detta sätt kan man fylla 98 % av volymen utan att behöva ytterligare luftning. Har man möjlighet ska man cirkulera och lufta ur hela systemet. Köldbärarvätskan i rörsystemet är ett måste för att minska lyftkraften i rörsystemet och armeringen. Vid gjutning ska rörsystemet ha ett litet övertryck (0,4 bar) så man ser om skada uppstår. Man ska även förbereda så man snabbt kan evakuera trycket vid skada för att förhindra att få ut köldbärare i betongen. Man ska även ha förberett med invallningsutrustning, klämverktyg och utrustning för att snabbt kunna reparera skadan. Kylrörsleverantören bör finnas på plats under gjutningsarbetet så de kan utföra reparation vid skada.

Även topp-ytan på betongen ska ha samma yt-tolerans som övriga lager (+/- 2 mm, 4m rätskiva) vågrätt över hela ytan. Detta kan vara svårt att åstadkomma så mindre avvikelser på begränsade ytor kan accepteras. Värmetransmissionstal på is och betong är ganska nära så detta ska inte påverka driftsekonomi eller nedfrysning. För curling, som fryser genom att flöda pisten och långsamt frysa vattnet, är det ett större problem då varje ”grop” i betongen kommer att skapa en ”kulle” när vattnet frusit och expanderat.

9.3 Ispist med asfalt

Denna metod är något som man numera försöker undvika. Dels så är asfalten i sig isolerande viket gör att driften blir oekonomisk, dels är inte asfalten vattentät. När man lägger plaströr i asfalt får den inte vara varmare än + 60 ^{o}C. Detta gör att man får en porös asfalt som med tiden ”sprängs” sönder av vattnet när det fryser. Men i vissa fall kan det vara fördel att lägga kylrören i asfalt. Ett exempel är en friidrottsarena där man önskar att löparbanor ska kunna isbeläggas vintertid. En sådan anläggning finns byggd på campus i Linköping. Där använder man kylmaskinerna för datorkylning på hösten för att frysa löparbanan och få en Speed Skating-bana. När vädret sedan blir kallare vänder man processen och tar frikyla för kylning av datorer från samma rörsystem. Detta gör att man får en energieffekt och miljövänlig anläggning. Asfalt som grund vid rörsystem i sandbädd är ingen dum idé då det ger en stabil yta som grund.

9.4 Ispist special

När Tele 2 Arena byggdes ställdes höga krav på snabba ledtider för nedfrysning och upptining. Problemet var att arenan främst skulle användas som fotbolls- och evenemangsarena så man skulle behöva frysa in konstgräset i isen. Konstruktionen i sig är inget ovanligt men kräver längre nedfrysningstid än normalt. Men här var kraven kortare än normalt. Företaget som fick entreprenaden kom att utveckla en helt ny konstruktion för kylrörspisten. Man limmade helt enkelt fast kylrören i den spårade asfalten och fick då kylrören direkt under konstgräsytan. Denna metod gör att man får mycket bra verkningsgrad på kylrörsystemet. Metoden passar utomordentligt om man önska att isytan ska beläggas med gummiasfalt för löparbanor.

10. Köld-/värmebärare

Köld-/värmebärare är det medium som man pumpar runt i rörsystemen för att kyla eller värma ytor eller lager i ispist-uppbyggnaden. Gemensamt för både värme- och kylrörsystem är att vätskan måste vara frys-skyddad. Det finns ett antal olika vätskor att välja mellan med olika karaktär som passar endera för värme eller kyla. Vi kommer här att ta upp de fem vanligaste och belysa för- och nackdelar.

10.1 Etylenglykol

Används främst som värmebärare men kan i vissa fall även användas som köldbärare. Nackdelen med etylenglykol som köldbärare är att den blir lite seg och ger ett större tryckfall vid minusgrader. Detta gör att man måste ha större effekt på pumpar som då leder till högre effektförbrukning. Normal blandning är i vatten 33 % (-25 ºC). Vätskan är ett toxin (giftig) och kan i värsta fall förorsaka dödsfall vid förtäring. Etylenglykol bryts ned relativt snabbt genom syresättning. Vanligt användningsområde är värmekretsar på isbanor, bilkylare samt frostsäkring av värmerörsystem i fastigheter. Ska ej släppas ut i avloppsvatten. Har inbyggd inhibitor för att förhindra rost.

10.2 Propylenglykol

Används främst som värmebärare och bör ej användas som köldbärare då den ger ett stort tryckfall vid minusgrader. Man kan även här dimensionera med större pumpeffekt men bör även titta över rörsystemet vid användning av denna vätska som köldbärare. Att använda propylenglykol som köldbärare leder till dyrare rörsystem och högre effektförbrukning på pumpar. Normal blandning i vatten är 50 % (-25 ºC). Vätskan är inte giftig men bör ändå inte förtäras eller släppas ut i naturen. Propylenglykol bryts även den ned genom syresättning, dock långsammare än etylenglykol. Vanligt användningsområde är värmekretsar på isbanor, bilkylare som miljöglykol, vape (e-cigaretter) samt frostsäkring av värmerörsystem i fastigheter. Ska ej släppas ut i avloppsvatten.

10.3 Saltbrine

Kallas oftast bara för bara brine och är natriumklorid (NaCl, bordssalt) blandat med vatten. Levereras som färdigblandad saltlösning med 25 % NaCl och är relativt lättpumpat och passar därför bra till kylrörsystem. Vätskan är inte lämplig att användas till värmesystem över +15ºC då den blir korrosiv på metaller som gjutjärn, mässing, stål och aluminium. Vätskan har vid leverans en tillsatt inhibitor som höjer PH-värdet till ca 9. Är starkt uttorkande och kan skada ögon. Vätskan kan i princip släppas ut i dagvattenavlopp men om PH-värdet sjunkit under 7,5 har inhibitorn förbrukats och vätskan innehåller sannolikt tungmetaller varför den bör tas omhand. Om man slaskar vid fyllning av ny vätska har mindre betydelse. Användningsområde: kylsystem och halkbekämpning.

10.4 Köldbärarsprit

Kallar oftast för KSB. Detta är etanol som blandas med vatten till max 30 %. Här får man kontrollera att man inte har för hög koncentration i förhållande till högsta möjliga temperatur då det kan medföra oönskade brandklassningar. Vätskan lämpar sig bra som köldbärare men inte som värmebärare över 30ºC med tanke på flampunkt och brandklassning. Levereras som färdigblandad eller 95 %-koncentrat. Vid hantering av koncentrat gäller regler för explosiva/brandfarliga varor. Relativt lätt att pumpa och passar därför bra till kylrörsystem. Är starkt uttorkande och bör hanteras utomhus eller med god ventilation då exponering av ångor leder till berusning. Vätskan kan i små mängder släppas ut på marken. Om man slaskar lite vid fyllning av ny vätska har mindre betydelse. För att förhindra förtäring innehåller denna vätska alltid tillsatt kräkmedel. Används till exempel till handsprit, berg/jordvärmepumpar och spolarvätska.

10.5 Ammoniumhydroxid

Kallar oftast för ammoniakvatten. Detta är en 15 %-blandning av ammoniak och vatten vars fryspunkt ligger på ca -20 ºC. Vätskan lättpumpad och passar därför bra till kylrörsystem. Det största problemet med vätskan är att den luktar mycket starkt så andningsskydd rekommenderas vid handhavande. Man behöver även lösa problemet med avspänningskärl som måste vara täta för att förhindra lukt i lokaler. Vid större läckage bör hall eller området närmast isytan utrymmas och saneras. Ska ej släppas ut i avlopp eller vattendrag då det skadar vattenlevande djur och mikroorganismer. Trots detta har vätskan så bra egenskaper att man valt att lösa problemen för att använda den som köldbärare. Vätskan är korrosiv och kan orsaka allvarliga frätskador på hud och ögon. Kan orsaka irritation i luftvägar. Användningsområde: inom plastindustrin, som renare av NO_x och SO_x, läkemedelsindustrin, fotokemi med mera.

Det finns fler värme- och köldbärare som vi inte tagit med här då dessa är de vanligaste. Vill man läsa mer om vätskorna finns det produktblad och säkerhetsdatablad att hämta hem från nätet. Även här bör man fundera på hur man ska skriva rambeskrivningen. Finns det konsekvenser vid utsläpp (till exempel vattenskyddsområde) eller vill man ha det som ger lägsta driftskostnader? På så sätt kan man styra upphandlingen, annars låt entreprenören föreslå köld- och värmebärare.

11. Supervatten

Ett problem för ismakare är att naturligt källvatten, kommunaltvattnet eller vatten från åar och sjöar innehåller salt och mineraler. När man fryser ett sådant vatten kommer salterna att vandra, genom isen, upp till ytan och göra en mjukare yta. Salterna är också en bidragande orsak till att man får snö på isen vid skridskoåkning. Om vi tittar på de större isarenorna så blir det lite snö trots mycket ”slitage” genom skridskoåkning. Detta beror på att de uteslutande spolar isen med supervatten. Supervatten är ett vatten som genom en kemisk eller mekanisk process renar från alla salter och mineraler. Fördelen är, förutom mindre snö och mindre spolningar, att man får en hårdare is vid samma temperatur. Man kan höja temperaturen på isen och behålla samma prestanda. En högre istemperatur ger lägre driftskostnad.

Hur gör man då supervatten? Det finns två sätt. Det ena sättet är att filtrera spolvattnet genom en jonbytarmassa. Används vanligen för curling och batteriverkstäder där man har mindre vattenåtgång. Nackdelen är att jonbytarmassan förbrukas och måste bytas innan den är mättad.

Reverse osmosis

Det andra sättet är omvänd osmos. Här har man mekanisk rening med ett membran som inte tillåter större salt- och metalljoner att passera. Denna typ av anläggning klarar av större mängder vatten och har, rätt dimensionerad, långa intervaller mellan service.

Gemensamt för anläggningar är att man bör bygga en smältgrop där man tömmer ismaskinen för återbruk. Smältgropen ska vara tillverkad i plast så inte nya salt- eller metalljoner tas upp från betong eller metaller. Innan vattnet återanvänds för spolning pumpas det genom ett filter för att ta bort partiklar och försmutsning.

12. Hall/överbyggnad

Denna del kommer vi inte att behandla särskilt ingående då det finns tusentals varianter och designer. Generellt kan dock sägas att en hall sänker driftskostnader för isytan. Hallen ska vara tät och helst isolerad. Idén med en hall är att man ska slippa snö och regn på isytan. Men det är också för att kunna skapa sitt eget kallare klimat. Det optimala för driftsekonomin är om man har en tät, isolerad hall där man kan förhindra konvektion så den kalla luften ligga still över isbanan. Tänk därför på att utrusta hallen med självstängande dörrar och att portar. Planera för fjärrstyrda portar för ispreparerings maskiner så de kan manövreras enkelt. Att lämna porten öppen och låta kylan rinna ut kan kosta 50–100 kronor per spolning om det är varmare än + 5ºC ute. Maskinrum och rum för ispreparerings maskin ska vara väl tilltagna. Allt för ofta är maskinrum för trånga, vilket gör att service och underhåll på kylmaskinen försvåras. Man ska även räkna med att maskinrummet ska kompletteras med mer utrustning i framtiden. Det kan vara allt från solceller till värmepumpar för värmeåtervinning. Extra plats kan vara en väl placerad investering. Se till att avsätta ett rum som sliprum. Allt för ofta glöms det bort och skridskoslipen hamnar i maskinrum eller garage för ismaskinen. I maskinrummet ska endast behörig personal vistas och i garaget är det oftast mycket fuktig luft där slipen mår dåligt. Planera alltid in många omklädningsrum, gärna separata för damer och herrar. En kafeteria är en inkomstkälla både vid träning och tävling.

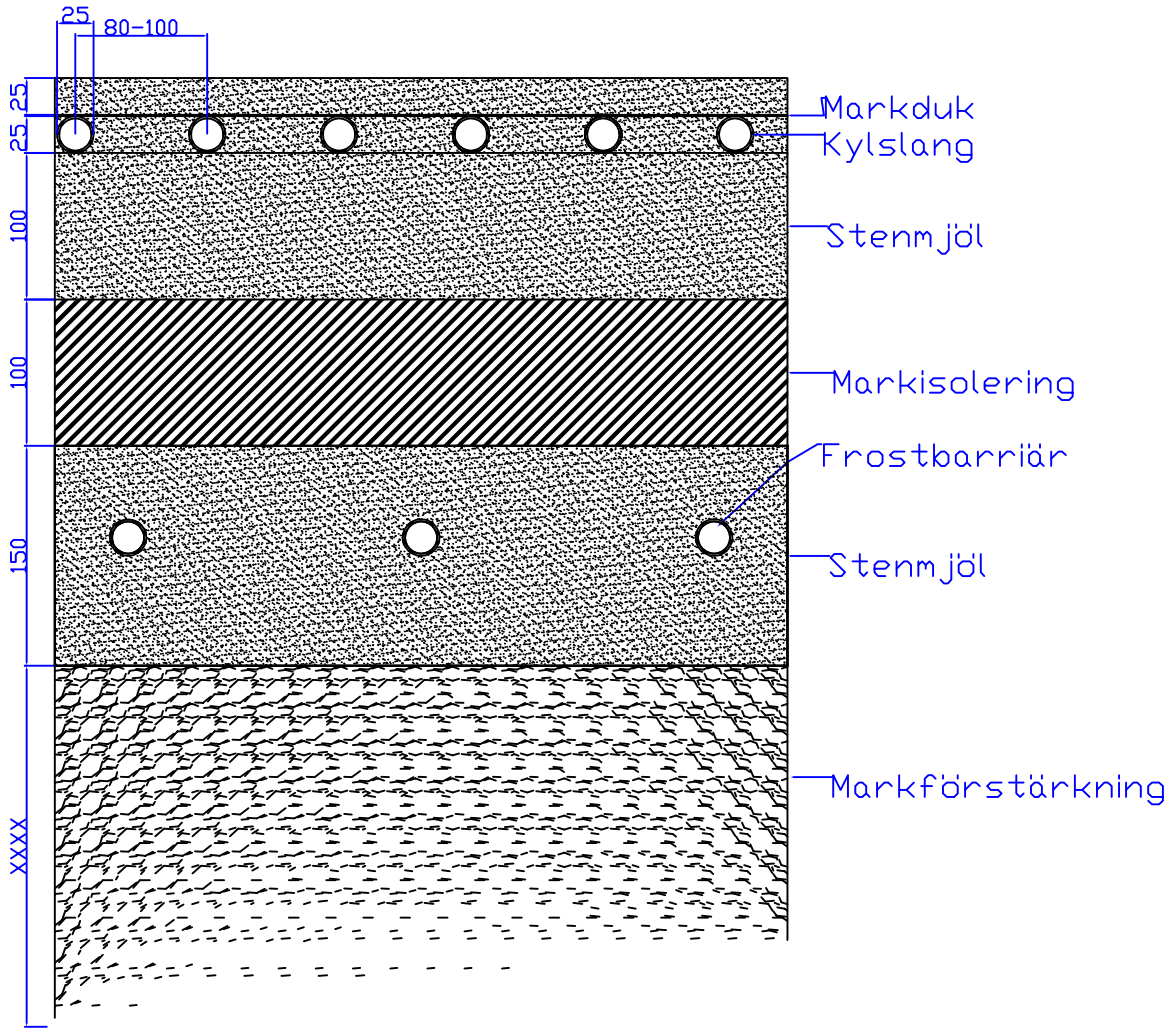
13. Slutord och bilagor

Det som tagits upp i detta dokument är de viktigaste sakerna att tänka på vid ett isbanebygge. Att vi inte gått in på detaljer beror på att informationen är generell och ska hjälpa till vid inledande projektering i allt från kälksport, Speed Skating till isytor för spontanidrott.

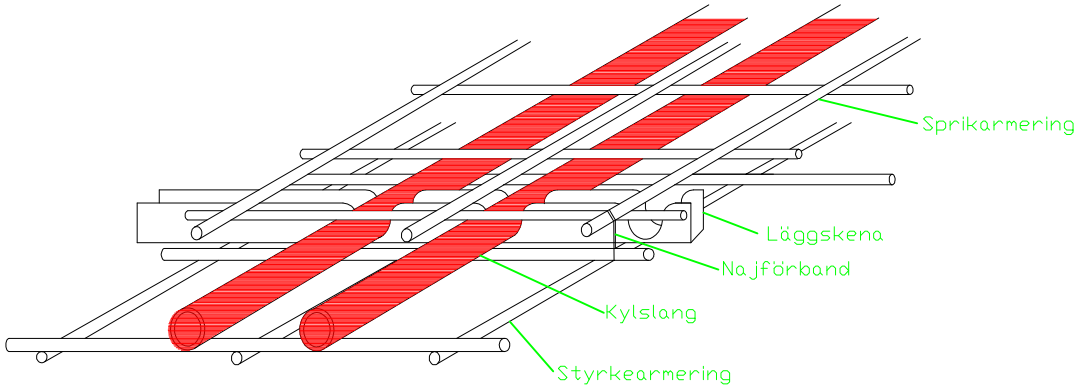
Bilaga 1 Markuppbyggnad isbana i grusbädd
Bilaga 2 Armering betongplatta
Bilaga 3 Kylrör Long Track Speed Skating
Bilaga 4 Armering Long Track Speed Skating
Bilaga 5 Fallskydd Long Track Speed Skating
Bilaga 6 Markuppbyggnad isbana betongplatta
Bilaga 7 Bandy med 400 meter
Bilaga 8 Bandy med 400 meter heltäckande kurvor
Bilaga 9 Bandy med 33 meter
Bilaga 10 Läggningsskiss
Bilaga 11 Bilder från uppförande från anläggning i Bjugn
Bilaga 12 Bilder från uppförande från anläggning i Bjugn 2

SWE SPORTS

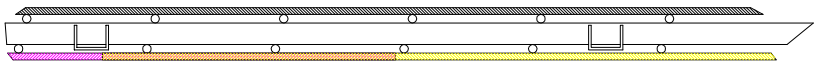
Svenska Skridsko-, Kälk- och Rullidrottsförbundet
Idrottens Hus, Box 11016, 100 61 Stockholm
Tel: 08-699 61 00
E-post: info@swesports.org
Webb: www.SweSports.org



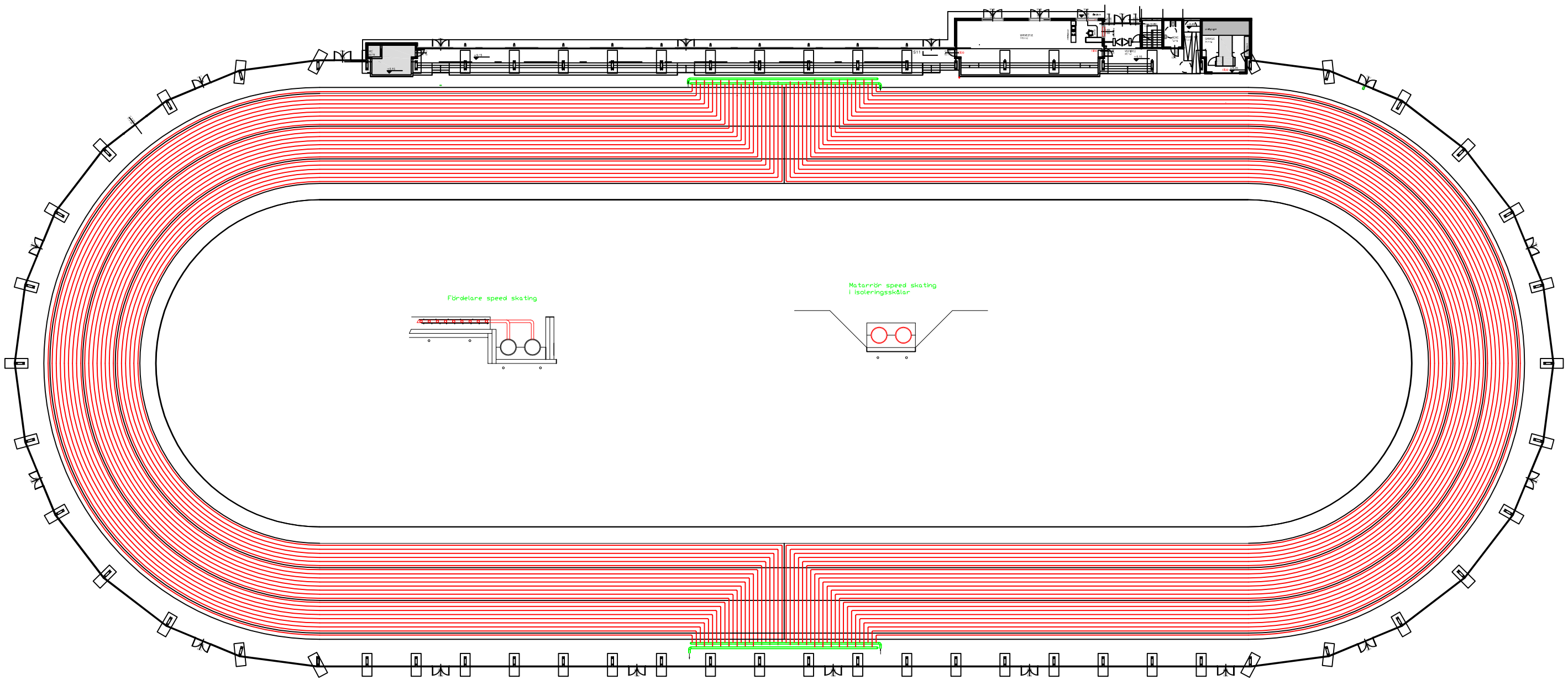
Svenska Skriskoförbundet	ISPIST I GRUSBÄDD	
	BILAGA 1	



Armeringen skall vara av typ fingerskarvad

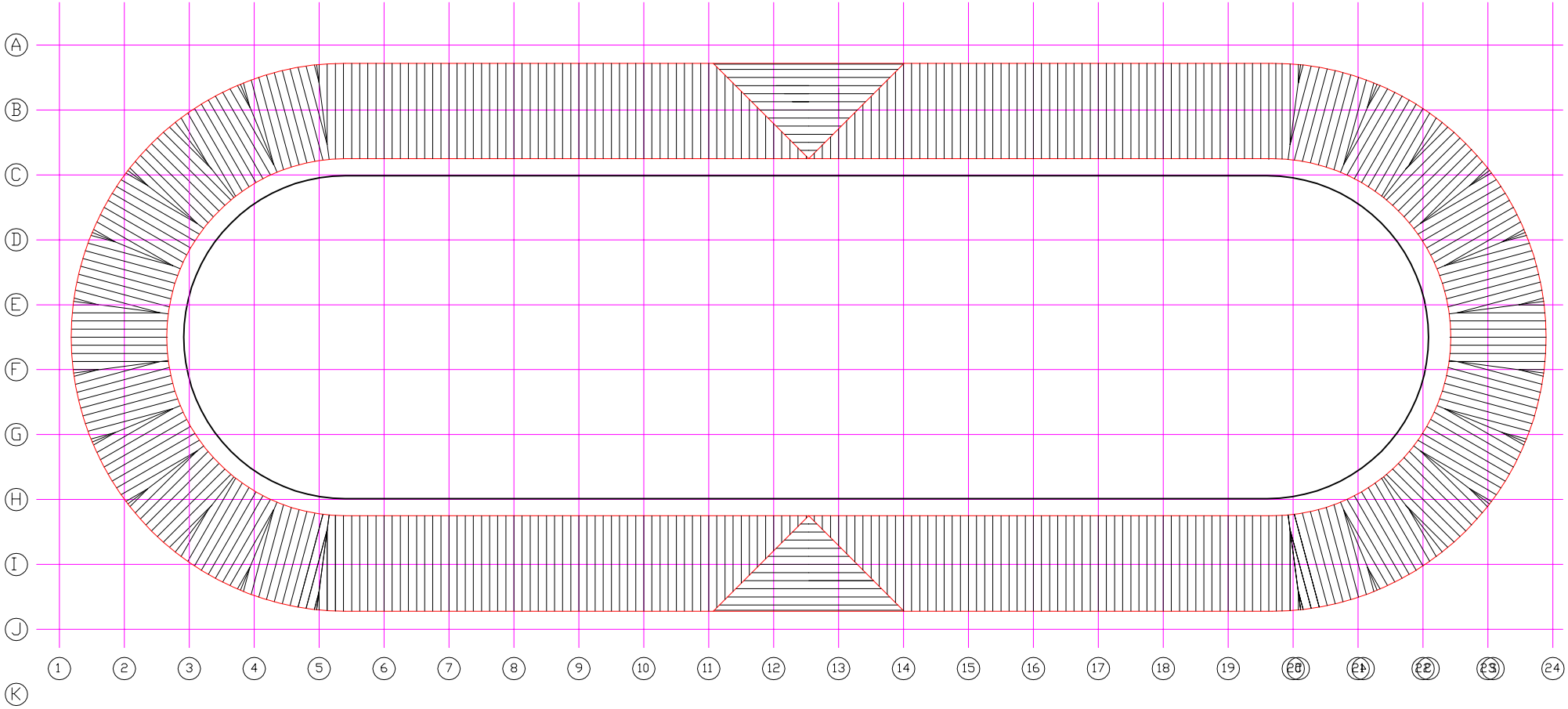


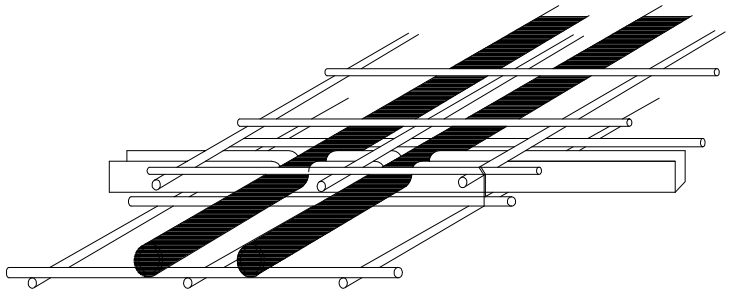
Svenska Skriskoförbundet	Armering i betong		
	BILAGA 2		



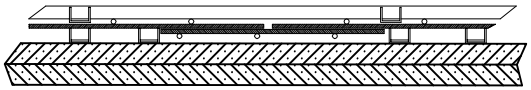
Svenska Skriskoförbundet	Speed skating 400m kylrör
	BILAGA 3

RITNINGEN REPRECENTERAR DEN UNDRE ARMERINGENS ORGENTERING MED HÄNSYN PÅ ÖVRE JÄRN. ARMERINGEN FÅR AVIKA MAXIMALT +/- 2,0MM PÅ 4M RÄTSKIVA.



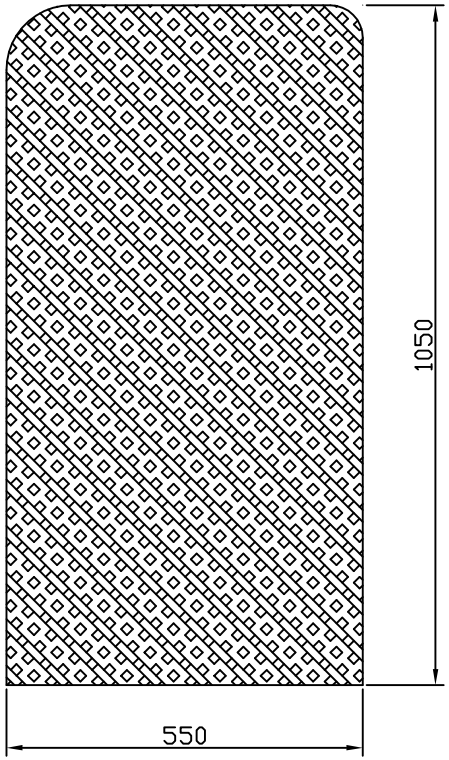


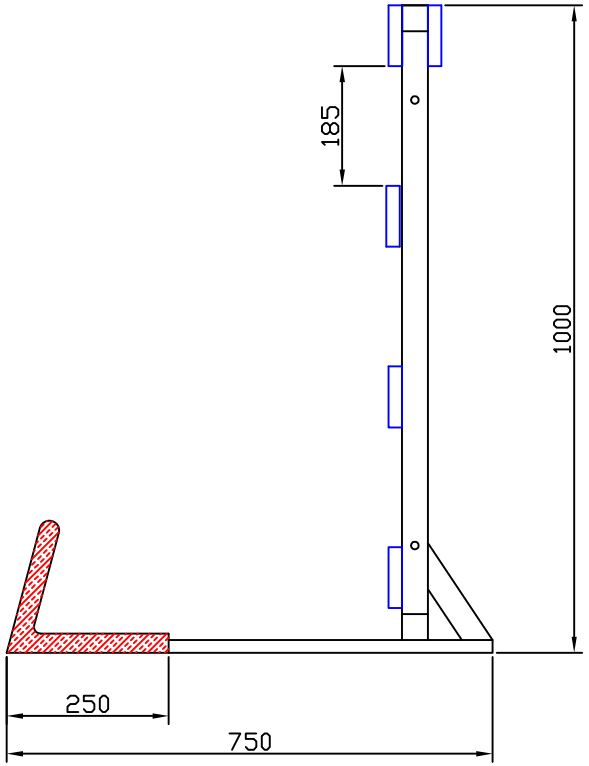
Armeringen skall vara av typ
fingerskarning eller skarvas enligt nedan

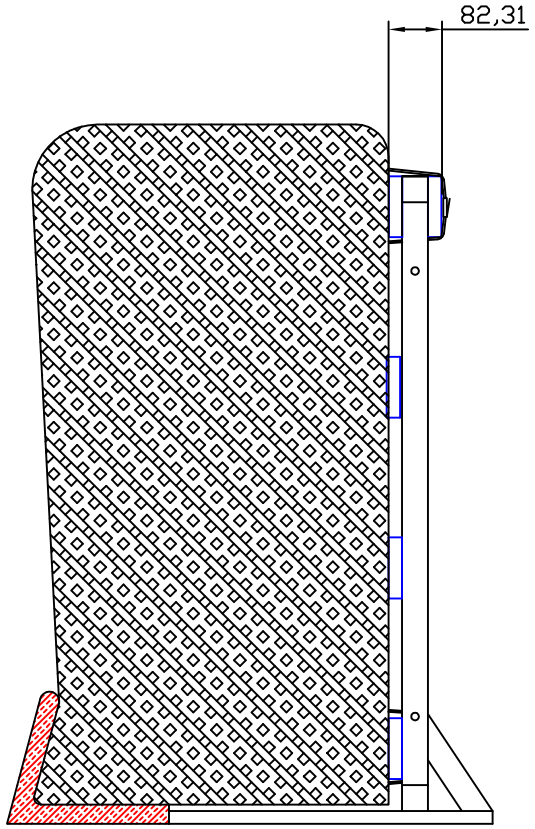


Svenska Skriskoförbundet	Speed skating 400m armering
	BILAGA 4

STÖDSARGEN FÖR FALLSKYDD ÄR KONSTRUERAD FÖR INFRYSNING I ISEN. LÄNGD PÅ SEKTIONERNA I "STÖDSARGEN" FÖRDELAS FÖR RAKSRÄCKOR OCH KURVOR MED MAX LÄNGD 3.500 METER FÖR HANTERBARHET.

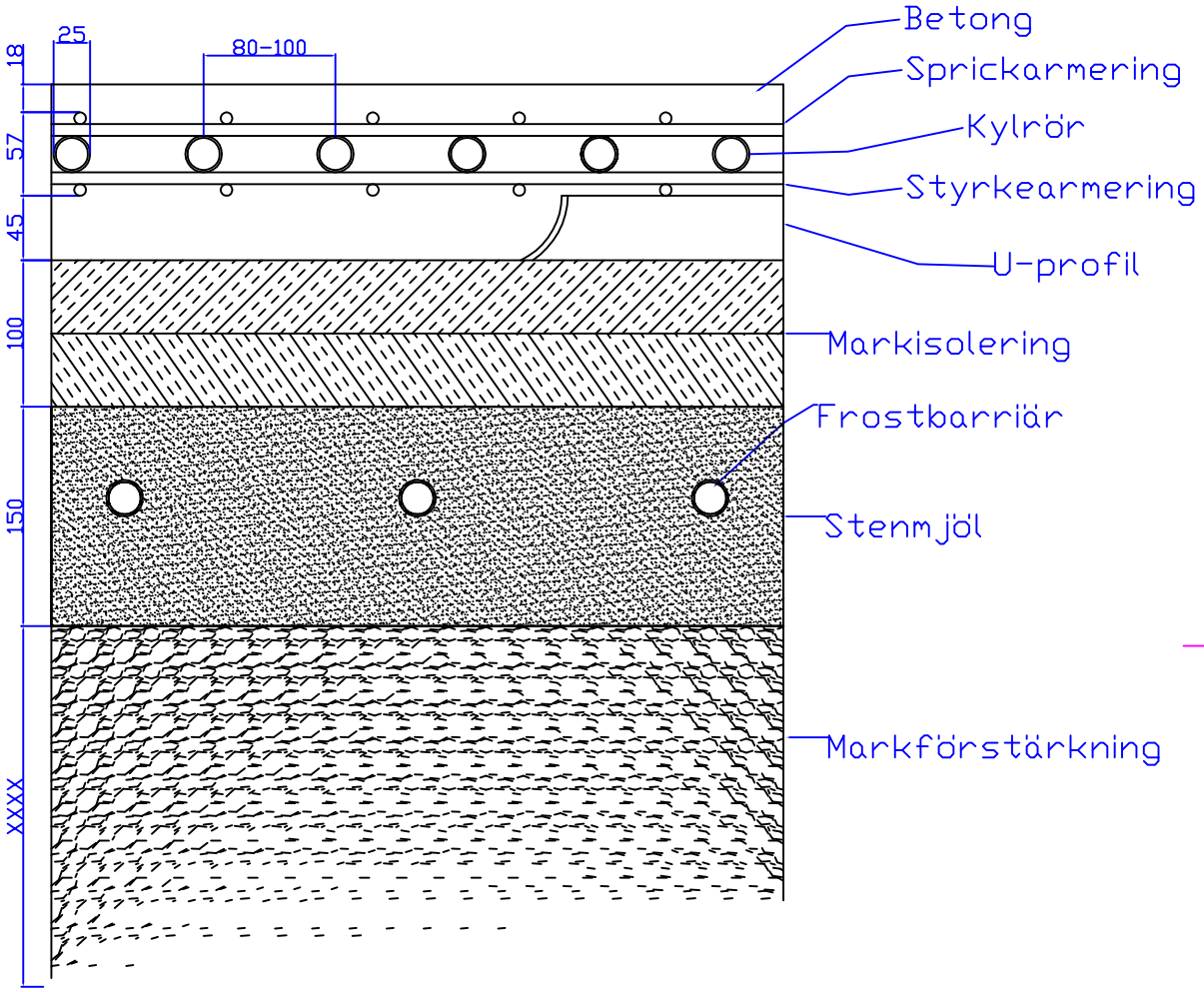






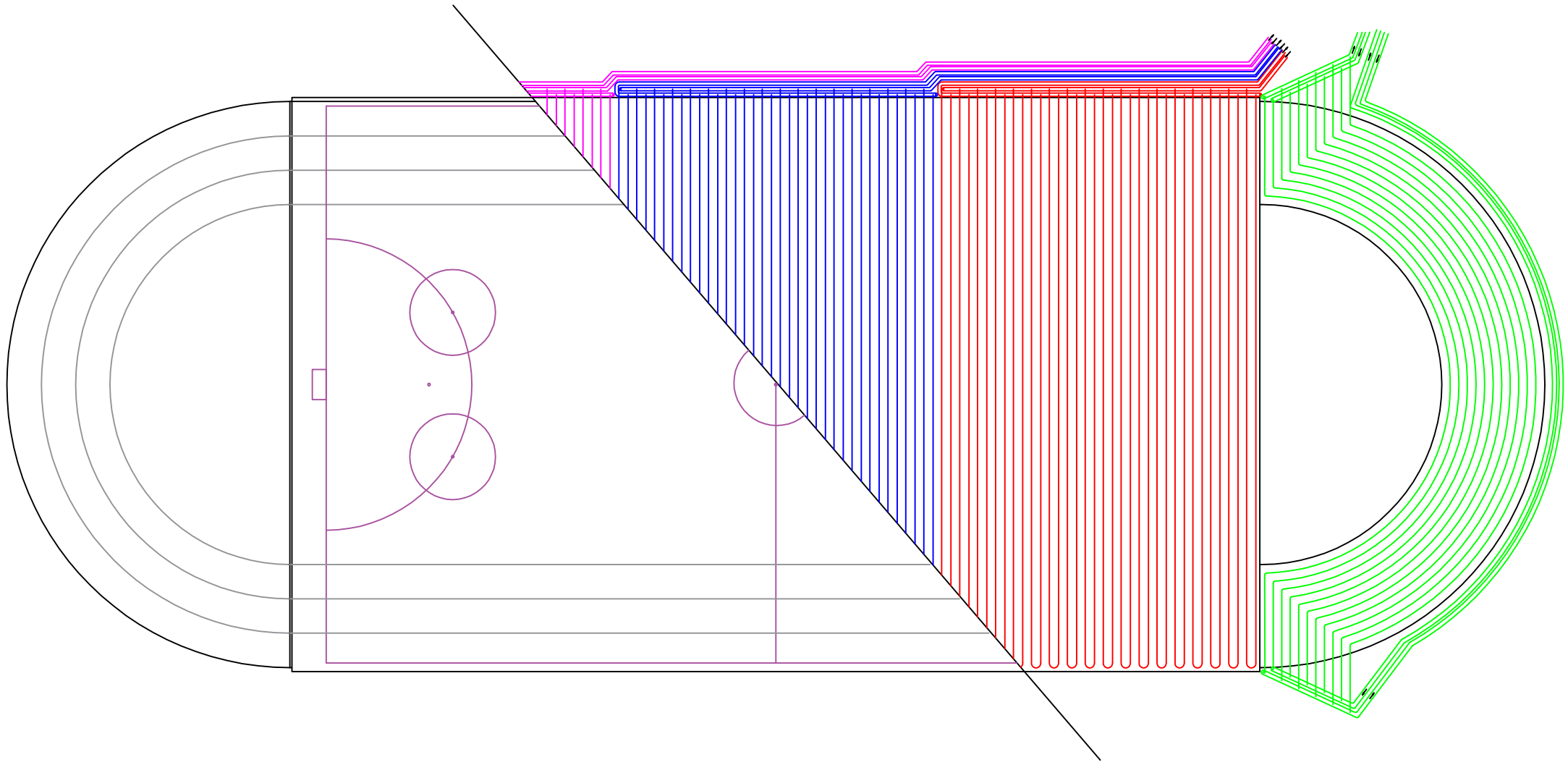
Svenska Skriskoförbundet	Speed skating fallskydd luft
	BILAGA 5

VID ANVÄNDANDE AV PE100 SDR11 Ø32 ÖKAS PLATTANS TJOCKLEK TILL 130MM



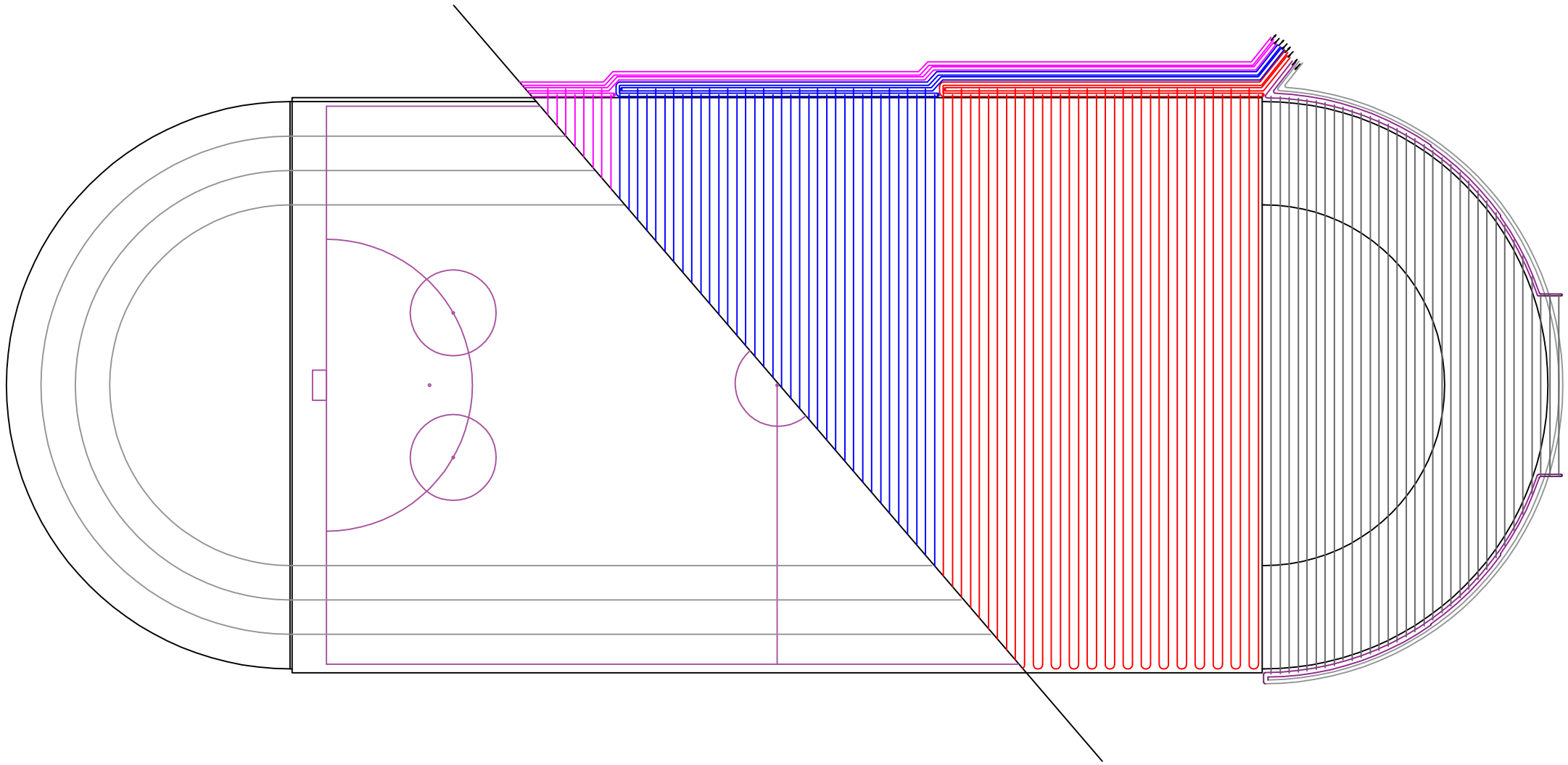
Svenska Skriskoförbundet	ISPIST I BETONG	
	BILAGA 6	

Exempel på hur man kan lägga till rörsystem för kurvor på befintlig bandyplan för att bygga 400m speed skating. Är i detta utförande med öppna kurvor. Ritningen är generell och visar endast principen för placering av fördelare och vinklar.



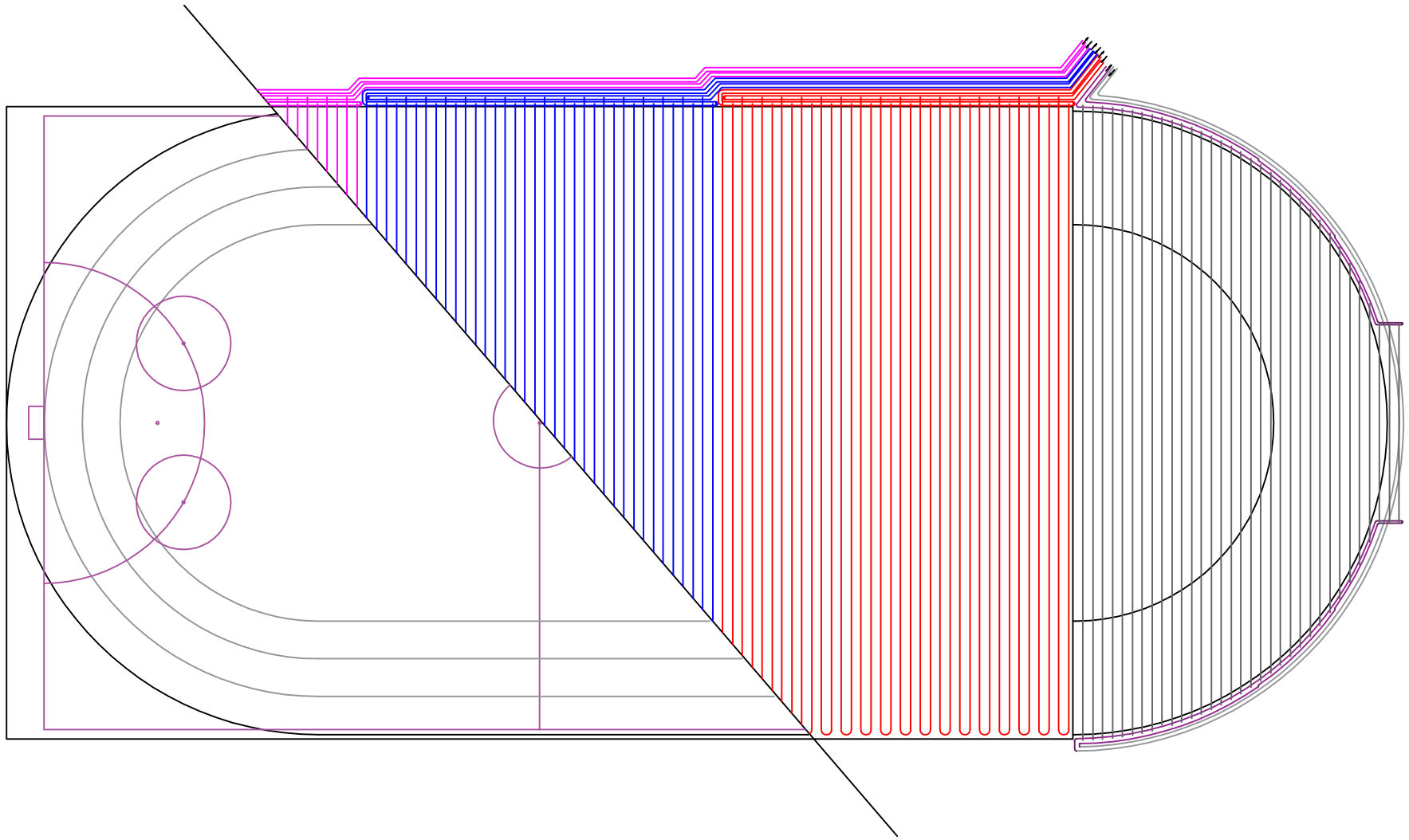
Svenska Skriskoförbundet	Speed skating 400m på bandyplan
	BILAGA 7

Exempel på hur man kan lägga till rörsystem på befintlig eller ny bandyplan för kurvor till 400m speed skating. Är i detta utförande med heltäckande kurvor. Ritningen är generell och visar endast principen för placering av fördelare mm. Viktigt att göra korrekta tryckfallsberäkningar för kurvorna. Nedkoningarna måste placeras och dimentioneras exakt för bra resultat.



Svenska Skriskoförbundet	Speed skating 400m kylrör
	BILAGA 8

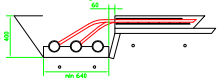
Exempel på hur man kan lägga till rörsystem på befintlig eller ny bandyplan för en kurva för 333 $\frac{1}{3}$ meters speed skating. Är i detta utförande med heltäckande kurva. Ritningen är generell och visar endast principen för placering av fördelare mm. Viktigt att göra korrekta tryckfallsberäkningar för kurvorna. Nedkoningarna måste placeras och dimensioneras exakt för bra resultat.



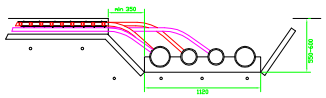
Svenska Skriskoförbundet	Speed skating 400m kylrör	
	BILAGA 9	

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked
1	Hockey, teknistrun och curling flyttad	2006-09-23	SL	

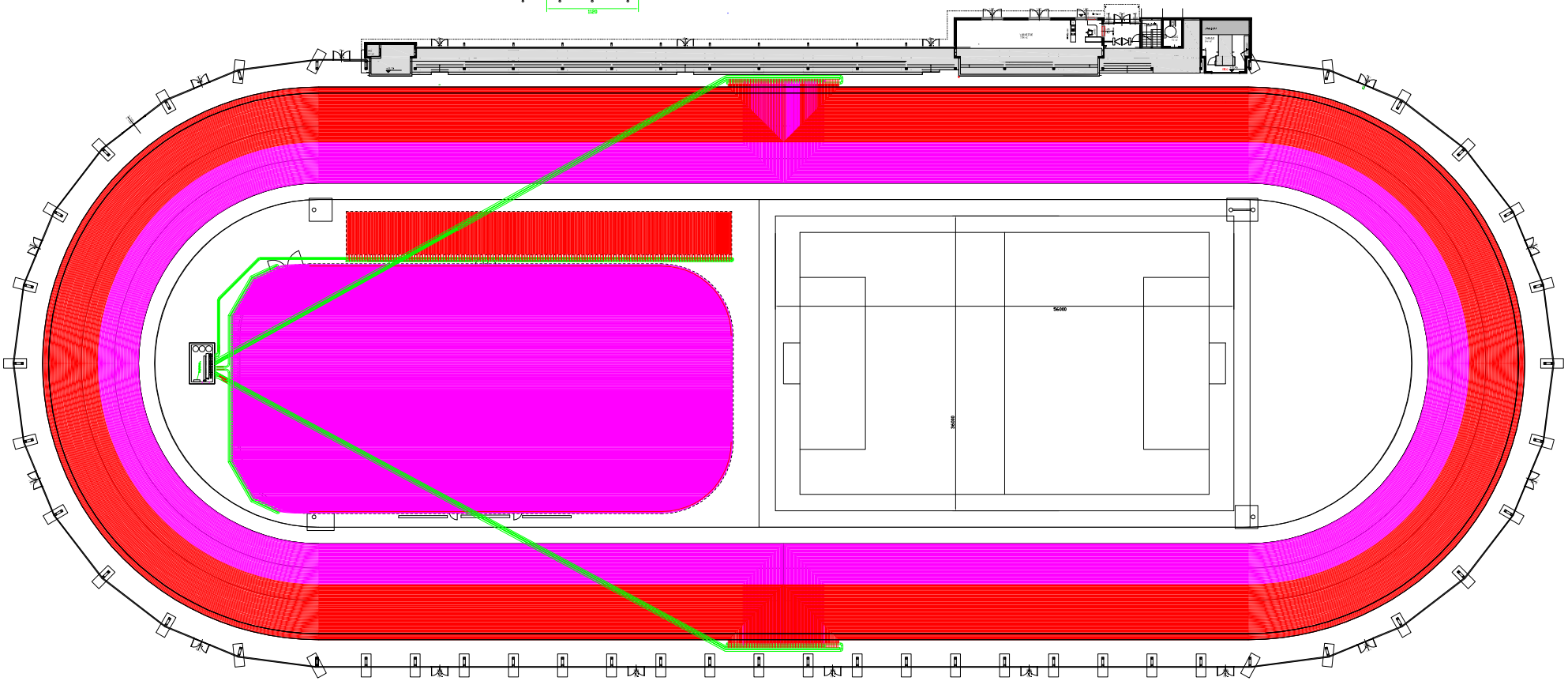
Fördelare curling



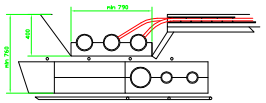
Fördelare speed skating



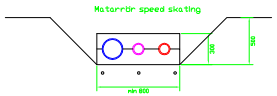
Kylrör mellan innre och yttre bana



Fördelare Hockey, Matarrör speed skating



Matarrör speed skating



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc		Article No./Reference	
Designed by SL		Checked by SL	Approved by - date	Filename	Date 2005-05-25	Scale 1:250 (A1)

Ice Sports AB

FOSEN ISHALL

105-011 | Edition 2 | Sheet 1/1

Bilaga 11. Bilder från uppförande från anläggning i Bjugn

Bilaga 12. Bilder från uppförande från anläggning i Bjugn 2