

R-05-58

Inkapslingsanläggning vid Forsmark

Anders Nyström
Svensk Kärnbränslehantering AB

September 2005

Svensk Kärnbränslehantering AB

Swedish Nuclear Fuel
and Waste Management Co
Box 5864
SE-102 40 Stockholm Sweden
Tel 08-459 84 00
+46 8 459 84 00
Fax 08-661 57 19
+46 8 661 57 19



ISSN 1402-3091

SKB Rapport R-05-58

Inkapslingsanläggning vid Forsmark

Anders Nyström
Svensk Kärnbränslehantering AB

September 2005

Sammanfattning

SKB har tidigare genomfört en förstudie av en inkapslingsanläggning fristående från Clab. Den fristående inkapslingsanläggningen betecknades FRINK och förutsattes vara placerad vid slutförvarets ovanjordsdel oavsett lokalisering av slutförvaret.

Den tidigare redovisade rapporten togs fram i samarbete med BNFL Engineering Ltd i Manchester och bränslemottagningens tekniska lösning granskades av Gesellschaft für Nuklear-Service mbH (GNS) i Hannover och Societe Generale pour les Techniques Nouvelles (SGN) i Paris.

Denna rapport är en uppdatering av den tidigare förstudierapporten och är baserad på förutsättningen att inkapslingsanläggningen och därmed även slutförvaret lokaliseras till Forsmarksområdet.

SKB:s huvudalternativ för lokalisering av inkapslingsanläggningen är invid Clab. Projektering av denna anläggning pågår och tekniska lösningar från projekteringsarbetet har inarbetats i denna rapport. En inkapslingsanläggning placerad i närheten av ett eventuellt slutförvar i Forsmark ingår i alternativredovisningen i ansökan om att få uppföra och driva en anläggning vid Clab.

Den huvudsakliga tekniska skillnaden mellan den projekterade inkapslingsanläggningen vid Clab och en inkapslingsanläggning vid ett eventuellt slutförvar i Forsmark är hur bränslet hanteras och förbereds före själva inkapslingen. Bränslemottagningen vid inkapslingsanläggningen i Forsmark sker torrt, dvs inga vattenfyllda bassänger finns i anläggningen. Clab används för verifierande bränslemätningar, sortering samt torkning av bränslet innan det transporteras till Forsmark. Detta innebär att Clab till vissa delar måste byggas om och kompletteras med utrustning.

Rent tekniskt föreligger goda förutsättningar för att kunna uppföra en inkapslingsanläggning placerad vid Forsmark. En beskrivning av för- och nackdelar med lokaliseringen av inkapslingsanläggningen vid Clab respektive vid ett eventuellt slutförvar i Forsmark redovisas i en särskild rapport.

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
1.1	Allmänt	7
1.2	Bakgrund	7
1.3	Syfte	7
2	Anläggningens huvuddata	9
3	Säkerhetskrav och konstruktions-förutsättningar	11
3.1	Allmänna säkerhetsaspekter på inkapslingsanläggningen i Forsmark	11
3.2	Förutsättningar för anläggningens utförande och verksamhet	11
3.3	Strålskydd	12
3.4	Funktionskrav	13
3.4.1	Allmänt	13
3.4.2	Separationskrav	13
3.4.3	Kraftförsörjning	13
3.4.4	Utrustning för mätning och övervakning	13
3.4.5	Ventilationssystem	14
3.4.6	Lyftanordningar	14
3.5	Kvalitetskrav	14
3.6	Safeguards	15
4	Anläggningsbeskrivning	17
4.1	Allmänt	17
4.2	Förläggingsområde och byggnader	17
4.3	Inkapslingsanläggningens olika delar	17
4.3.1	Transportslussen	17
4.3.2	Uttrasporthallen	18
4.3.3	Hanteringscellen	18
4.3.4	Kapselhanteringslokaler	18
4.3.5	Underhållslokaler	18
4.3.6	Avfallshanteringslokaler	18
4.3.7	Personal- och besökslokaler	18
5	Process- och funktionsbeskrivning	19
5.1	Inkapsling	19
5.2	Hantering av defekta kapslar	20
5.3	Hjälpssystem, servicesystem samt el- och kraftsystem	21
5.4	Kontrollutrustning	21
5.5	Avfallshantering	21
5.5.1	Luftburen aktivitet	22
5.5.2	Avfall i vätskeform	22
5.5.3	Avfall i fast form	22
6	Gammamätning, sortering samt torkning av bränslet vid Clab	23
7	Transporter	25
7.1	Lokala transporter inom driftområdet	25
7.2	Bränsletransporter	25
7.3	Kapseltransporter	25

8	Personalbehov	27
8.1	Clab	27
8.2	Inkapslingsanläggningen	27
9	Missödesanalys	29
10	Slutsatser	31
11	Ord- och begreppsförklaringar	33
12	Referenser	35
Bilaga 1	Systemförteckning för inkapslingsanläggningen i Forsmark	37
Bilaga 2	Processflödesschema – Bränslets väg från Clab till slutförvaret	39
Bilaga 3	Logistik/tidsstudie för bränslehantering vid Clab	41
Bilaga 4	Nödvändiga anläggningsändringar vid Clab	43
Bilaga 5	Situationsplan	45
Bilaga 6	Markperspektiv	47
Bilaga 7	Flygperspektiv	49
Bilaga 8	Anläggningen sedd från olika väderstreck	51
Bilaga 9	Ytor och volymer	53
Bilaga 10	Anläggningslayout	55
Bilaga 11	Layout hanteringscell	65

1 Inledning

1.1 Allmänt

SKB:s har sedan 1970-talet bedrivit ett forsknings- och utvecklingsarbete baserat på slutförvaring av använt kärnbränsle i berggrunden. Metoden kräver dels en inkapslingsanläggning där det använda kärnbränslet kapslas in i kopparkapslar före transporten ner i berget och dels en djupliggande berganläggning (slutförvar) där kapslarna deponeras.

Oavsett lokalisering av slutförvaret planerar SKB att söka tillstånd för att anlägga och driva en inkapslingsanläggning vid det centrala mellanlagret för använt kärnbränsle (Clab) på Simpevarpshalvön i Oskarshamn. Projektering av denna anläggning pågår. Det är ännu inte avgjort var SKB kommer att söka tillstånd för att anlägga och driva slutförvaret. Platsundersökningar pågår i Oskarshamn och i Forsmark.

En inkapslingsanläggning placerad i närheten av ett eventuellt slutförvar i Forsmark ingår i alternativredovisningen i ansökan och miljökonsekvensbeskrivning (MKB).

En beskrivning av för- och nackdelar med lokaliseringen av inkapslingsanläggningen vid Clab respektive vid ett eventuellt slutförvar i Forsmark redovisas i en särskild rapport.

1.2 Bakgrund

En inkapslingsanläggning placerad vid slutförvaret var SKB:s huvudalternativ fram till 1992 då SKB valde en ny inkapslingsteknik /PLAN 92, 1992/, samt att driften av slutförvaret skulle ske i två steg /Lönnerberg och Pettersson, 1998/. Motiven till att vilja placera inkapslingsanläggningen vid Clab var många. Ett starkt skäl var att deponeringen i slutförvaret skulle ske stegvis och att det inte kunde uteslutas att den valda platsen måste överges under detaljundersökningsskedet eller efter att den inledande driften hade avslutats. Uppbyggnad och investering i en inkapslingsanläggning vid slutförvaret vore då felaktig och skulle behöva upprepas på en ny plats. SKB började efter 1992 att projektera en inkapslingsanläggning som skulle ligga vid Sveriges centrala mellanlager för använt bränsle (Clab) på Simpevarpshalvön i Oskarshamn. Underlaget till en ansökan om att få bygga anläggningen togs fram /Gillin, 1998/. Eftersom valet av lämpliga platser för ett slutförvar hade försenats resulterade detta i att någon ansökan, om att få bygga en inkapslingsanläggning, inte gjordes.

För närvarande pågår projektering av en inkapslingsanläggning invid Clab och i den planerade ansökan om att få uppföra anläggningen ska ett alternativ redovisas.

1.3 Syfte

Syftet med rapporten är att belysa vad det innebär att placera en inkapslingsanläggning vid ett eventuellt slutförvar i Forsmark. Rapporten är inriktad på beskrivningar av förutsättningar för, och förhållanden under, anläggningens driftstid. Verksamhet under bygg- och avvecklingsskeden respektive för lokaliseringen nödvändiga anpassningar av befintligt transportssystem ingår inte i rapporten.

2 Anläggningens huvuddata

Kapacitet:

Kopparkapslar med bränsle 200 st/år (ca 400 ton U/år)

Bränsletransporter från Clab:

Fyra transportbehållare TN17/2 BWR: $4 \times 17 = 68$ st eller
ankommer Forsmark/vecka PWR: $4 \times 7 = 28$ st

Arbetsstationer för inkapsling av bränsle:

Hanteringscell 1 st
Station för atmosfärsbyte 1 st
Svetsstation 1 st
Station för oförstörande provning 1 st
Station för maskinbearbetning 1 st
Mätning- och dekontamineringsstation 1 st

Strålskärmade lastbärare:

Lastbärare för kopparkapslar 7 st

Förråd för transportbehållare och dess lastbärare:

Positioner för liggande TN17 på lastbärare 10 st

Elförsörjning:

Anslutningar till yttre nät 2 st
Lokal kraftkälla, dieselaggregat 2 st
Märkeffekt dieselaggregat 500 kW

3 Säkerhetskrav och konstruktionsförutsättningar

3.1 Allmänna säkerhetsaspekter på inkapslingsanläggningen i Forsmark

De säkerhetsaspekter som styr utformningen av inkapslingsanläggningen är säkerheten för personer i anläggningens omgivning och personalens säkerhet.

Den totala aktivitetsmängden i inkapslingsanläggningen är liten och den övervägande delen av aktiviteten är fast bunden i bränslet. Innan det använda bränslet förs till inkapslingsanläggningen har det avklingat i ca 30 år. Efter denna tid har radioaktiviteten i bränslet minskat avsevärt. Av de gasformiga klyvningsprodukterna i bränslet återstår i stort sett bara Kr-85. Detta är en fördel med tanke på omgivningssäkerheten, både vid normal drift och vid eventuella missöden.

Inför licensieringen av inkapslingsanläggningen görs en kriticitetsanalys för att visa att bränslet alltid kan hanteras på ett säkert underkritiskt sätt. Kriticitetssäkerhet i anläggningen ska alltid kunna uppnås med god marginal.

Ventilationssystemet i hanteringscellen, där bränsleelementen hanteras torrt och utan inneslutning, förses med HEPA-filter (High-Efficiency Particulate Arresting) för att förhindra spridning av radioaktiva partiklar. För att ytterligare minska risken för spridning råder det undertryck i hanteringscellen. Om en bränsleskada skulle uppstå i kapseln blir konsekvenserna för omgivningen mycket måttliga eftersom det saknas effektiva mekanismer för att sprida aktivitet från använt kärnbränsle som är inkapslat i kopparkapslar.

Vid konstruktion av anläggningen tas hänsyn till att människor måste tillåtas att göra fel utan att detta leder till allvarliga konsekvenser för omgivning, personal och anläggning.

De olika typer av säkerhetsåtgärder som gäller för kärnkraftverk, speciellt automatiska säkerhetssystem och konsekvenslindrare system, är inte befogade i inkapslingsanläggningen, på grund av långsammare förlopp vid missöden. Säkerhetsnivån i anläggningen kan jämföras med den som gäller för Clab.

3.2 Förutsättningar för anläggningens utförande och verksamhet

Inkapslingsanläggningen ska ha hög funktionalitet och drifttillgänglighet så att kapslar kan levereras i samma takt som den planerade deponeringen i slutförvaret. Besökare ska, så långt säkerheten tillåter, kunna följa verksamheten vid anläggningen.

Clab ska användas för verifierande gammamätningar, sortering samt för torkning av använt bränsle, innan det transporteras till inkapslingsanläggningen. Detta innebär att Clab till vissa delar måste byggas om och kompletteras med utrustning. Förändring av driftens logistik måste ske för att klara av den utökade verksamheten vid anläggningen. Kärnkraftverken förutsätts vara i drift vilket innebär att använt bränsle kontinuerligt anländer till Clab.

I inkapslingsanläggningen ska använt kärnbränsle tas emot från Clab. Bränslet ska kapslas in i kopparkapslar för vidare transport till slutförvaret. I anläggningen ska tomma kapslar kunna tas emot, hanteras och fyllas med använt bränsle samt därefter förslutas och kontrolleras.

Anläggningen ska ha kapacitet att färdigställa ca 200 kapslar/år med bränsle, med hantering endast under ordinarie arbetstid (8h/dygn).

Förutsättningen är att fyra transportbehållare med bränsle ska ankomma inkapslingsanläggningen vid ett tillfälle varje vecka. Anläggningen ska hålla en produktionstakt om en fylld kapsel per arbetsdag. I buffertlagret i hanteringscellen finns utrymme för en veckas produktion av kapslar, det vill säga 60 BWR-element eller 20 PWR-element. Buffertlagret omfattar 60 bränslepositioner varav 20 positioner kan användas för både BWR- och PWR-bränsle. 40 positioner är endast till för BWR-bränsle. Inkapslingen av bränsle kommer att ske i kampanjer, dvs växelvis hantering av BWR-bränsle och PWR-bränsle. En kampanj för inkapsling av BWR- eller PWR-bränsle bör inte vara kortare än två arbetsveckor.

Det ska även vara möjligt att öppna kapslar och tömma dem på bränsle om förslutningen misslyckats.

Anläggningen ska kunna färdigställa kapslar med de höga kvalitetskrav som motiveras av den långsiktiga säkerheten i slutförvaret. De krav som ställs gäller t ex atmosfären i insatsen och förslutningen av kapseln.

Inkapslingsanläggningen ska konstrueras för att kunna hantera samtliga bränsletyper som mellanlagras i Clab. Transportbehållare för bränsle och fyllda kapslar ska kunna hanteras i uttransporthallen.

Strålskyddet i inkapslingsanläggningen ska utformas enligt de principer som gäller för kärntekniska anläggningar. Anläggningen ska dimensioneras så att den genomsnittliga individdosen till personalen inte överstiger 5 mSv per år.

Radioaktivt avfall från inkapslingsanläggningen ska hanteras och behandlas så att det på ett säkert sätt kan transporteras till Clab där det tas om hand i befintlig avfallsanläggning. Vätskeformigt radioaktivt avfall från anläggningen behandlas i en industrianläggning. Koncentratet transporteras till Clab.

En förutsättning för att uppföra anläggningen är att den ombyggnad som krävs på Clab kan göras med bibehållen säkerhet och drift.

Transporter till och från inkapslingsanläggningen antas ske med terminalfordon och fartyg.

3.3 Strålskydd

De svenska strålskyddsföreskrifter som gäller för kärntekniska anläggningar gäller även inkapslingsanläggningen. Strålskyddsföreskrifterna baserar sig på den internationella strålskyddskommissionens, ICRP:s rekommendationer. ALARA (As Low As Reasonable Achievable)-principen ska tillämpas, dvs stråldoser ska minimeras. Detta innebär att ett särskilt strålskyddsprogram ska upprättas, vilket förutom den löpande verksamheten även ska omfatta strategier för det långsiktiga personalstrålskyddet. Programmet ska vara väl känt på alla nivåer inom organisationen.

3.4 Funktionskrav

3.4.1 Allmänt

De kärntekniska krav som ska ligga till grund för konstruktion, dimensionering, uppförande, säkerhetsredovisning och drift av anläggningen återfinns i SKI:s (Statens kärnkraftinspektion) föreskrifter.

3.4.2 Separationskrav

Det finns inget generellt krav på separation i inkapslingsanläggningen. Brandskyddskraven medför dock att dubblerad utrustning i vissa fall ska vara separerad. En sådan separation ska gälla såväl komponentinstallation som el- och kontrollutrustning.

För kabelvägar gäller att en utslagen kabeldel ska kunna bytas ut inom tre dygn från inträffat missöde, varför ingen separation krävs om funktionen kan undvaras under denna tid utan att säkerheten påverkas.

Separering av komponenter ska, baserat på aktuell brandbelastning, utföras som avståndsseparering eller genom förläggning av komponenterna i skilda brandceller. Vid avståndsseparering av komponenter anses ett avstånd på en meter vara tillräckligt för att förhindra brandspridning. Det finns inga krav på separering av kablar inom respektive sub.

3.4.3 Kraftförsörjning

Inkapslingsanläggningens elkraftförsörjning ska vara uppdelad i två delar (A- och B-sub) vilka båda ska vara anslutna till yttre nät. Vid fel på en inmatningsväg ska överkoppling kunna ske så att anläggningen kan förses med elkraft från den återstående inmatningsvägen.

Vid bortfall av elkraft ska bränslet kunna vara kvar i anläggningen utan risk för att skador på bränslet uppstår. Däremot är tillgången på elkraft väsentlig för att ha en god tillgänglighet på anläggningen, kunna upprätthålla styrd ventilation samt minska sannolikheten för att smärre incidenter leder till konsekvenser för anläggningens inre säkerhet. På grund av detta gäller vissa krav på anläggningens kraftförsörjning enligt nedan.

Vid bortfall av de båda ordinarie matningsvägarna ska anläggningens dieselgeneratorer förse vissa objekt med kraft i den omfattning som behövs för att pågående arbete ska kunna avslutas så att anläggningen kan föras till ett säkert läge. Kraftmatning från dieselgeneratorerna ska dessutom garantera att en acceptabel miljö kan upprätthållas i anläggningen. Även larm- och kommunikationssystemen, reservbelysningen samt skorstensmoniteringen ska förses med kraft från dessa generatorer vid nätbortfall.

Central kontrollutrustning samt viss övervakningsutrustning ska vara tillgänglig omedelbart efter ett nätbortfall. Denna utrustning ska därför matas från batterisäkrat nät. Nödbelysningen i kontrollrummet ska matas från egna lokala batterier.

3.4.4 Utrustning för mätning och övervakning

Ur omgivningens synvinkel är det viktigt att kontrollera om någon aktivitet lämnar anläggningen med ventilationsluften. Aktivitetsmätare ska därför finnas i frånluftkanaler från utrymmen där luftburen aktivitet kan förekomma. Frånluftkanalerna i ventilationsystemen ska gå samman i ventilationsskorstenen varifrån luften släpps ut till omgivningen. I skorstenen ska central aktivitetsmätutrustning installeras.

För personsäkerheten är det angeläget att mäta den radioaktiva strålningen vid de platser i anläggningen där fel kan leda till förhöjda strålningsnivåer.

Utrymmen där höga strålnivåer kan förekomma, t ex i hanteringscellen, stationen för atmosfärsbyte, svetsstationen, stationen för oförstörande provning och stationen för maskinbearbetning, ska förses med förreglingar som förhindrar att personalen kan öppna dörren till utrymmet vid för höga nivåer. Om mätutrustningarnas detekteringsförmåga uteblir eller är nedsatt ska lågnivåalarm utlösas.

3.4.5 Ventilationssystem

För att det luftburna aktivitetsutsläppet från anläggningen ska kunna bestämmas är det väsentligt att all ventilationsluft lämnar anläggningen genom skorstenen där aktivitetsmätutrustningen finns. Ventilationssystemet för kontrollerat område ska därför utformas så att ett undertryck mot omgivningen upprätthålls vid bortfall av en godtycklig fläkt. Ovanstående krav medför t ex att frånluftfläktarna ska vara dubblerade (2×50 %) och vara anslutna till dieselsäkrat nät.

På vissa ställen finns en uttalad risk för att luftburen aktivitet kan spridas till utrymmen i anläggningen. I denna typ av utrymmen ska det finnas anslutningar till ett punktavsugsystem. Detta ska förses med dubblerade fläktar (2×100 %) vilka ska vara anslutna till dieselsäkrat nät.

För att minska risken för spridning av aktivitet i anläggningen ska ventilationen vara riktad. Vidare ska hanteringscellen, där bränsleelementen hanteras torrt, förses med HEPA-filer för att förhindra spridning av radioaktiva partiklar.

3.4.6 Lyftanordningar

Tappat bränsleelement utgör en risk för att luftburen aktivitet frigörs. Tappad transportbehållare eller tappad kapsel kan leda till betydande anläggningskonsekvenser med skador på byggnader, transportbehållare och kapsel även om det inte skulle leda till att bränsle skadas. Aktuella lyftanordningar för dessa laster ska därför utformas med hög säkerhet mot hanteringsmissöden.

För hantering av bränsle används lyftanordningar med linsystem, hydraulsystem alternativt skruvdomkrafter. Linlyftanordningarna ska vara utrustade med dubblerade linsystem och bromsar. Hydraullyftanordningarna ska vara försedda med tryck- och flödesventiler för normal inbromsning. Dessutom ska det finnas slangbrottsventiler som ska stänga och förhindra ofrivilliga rörelser vid stora läckage i hydraulsystemen.

Samtliga lyftanordningar för bränsle och kapslar ska vara utförda så att hanteringen kan avslutas till ett säkert läge även vid bortfall av ordinarie nät under pågående lyft.

3.5 Kvalitetskrav

Anläggningen ska kvalitets-, säkerhets- och funktionsklassas enligt de krav som gäller för kärntekniska anläggningar.

Inkapslingsanläggningen ska i huvudsak tillhöra seismisk klass N, vilket innebär att byggnader och utrustningar inte dimensioneras för jordbävning. Till undantagen hör dock de komponenter och byggnadsdelar som påtagligt kan öka risken för aktivitetsspridning om de fallerar. Till dessa, vilka tillhör seismisk klass P, räknas rälsbunden vagn med bränsletransportbehållare, lastbärare för kapsel samt hanteringscellen med buffertlager och travers.

3.6 Safeguards

Inkapslingsanläggningen ska uppfylla de krav som ställs på safeguards från såväl svenska som internationella kontrollmyndigheter, dvs SKI, Euratom och IAEA.

Den grundläggande principen för safeguardssystemet i anläggningen ska vara att tillräcklig information alltid ska finnas beträffande inventariet av klyvbart material. Safeguardsrapporteringen ska bland annat omfatta beskrivning av hur kärnbränslet hanteras inom anläggningen samt information om mängd, position och identifikation av bränslet.

Vid konstruktionen av anläggningen ska utrymme ges för safeguardsutrustning. Utrustning som ska ges möjlighet att installeras utgörs bland annat av bränslemätutrustning, kameror och instrument för strålningsövervakning. Transportbehållarna ska kunna försees med sigill om övervakande myndigheter kräver detta.

4 Anläggningsbeskrivning

4.1 Allmänt

Ett system- och konstruktionsförslag har tidigare tagits fram av BNFL Engineering Ltd /Havel, 2000/. Resultatet av detta arbete ligger till grund för den tekniska delen av denna rapport. De tekniska lösningarna har, i tillämpliga delar, anpassats till pågående projektering av en inkapslingsanläggning placerad invid Clab. I anläggningsbeskrivningen nedan återges den föreslagna tekniska lösningen för en inkapslingsanläggning placerad vid ett eventuellt slutförvar i Forsmark.

Inkapslingsanläggningens layout och inkapslingsteknik baserar sig på inkapslingsanläggningen vid Clab /FUD 04, 2004/. Den avgörande skillnaden mellan dessa två anläggningar är att bränslemottagningen vid inkapslingsanläggningen i Forsmark sker torrt, det vill säga inga vattenfyllda bassänger finns i anläggningen. Allt bränsle sorteras och torkas vid Clab innan det transporteras till Forsmark där själva inkapslingen sker. För anläggningen skapas ny infrastruktur vilken samordnas med slutförvarets ovanjordsdel och Forsmarksverket. Även kraft- och servicesystem samordnas där så är möjligt.

Inkapslingsanläggningen utgörs av en huvudbyggnad som huvudsakligen inrymmer inkapslingsverksamheten inklusive drift- och underhållsverkstäder, elektriska kraftsystem, hjälpsystem, servicesystem, ombyteslokaler, kontor, personalmatsal, tvättstuga, reception och utställning för besökare.

4.2 Förläggningsområde och byggnader

Förläggningsområdet är inhägnat och upptar en yta av cirka 160×190 m. Anläggningen är utformad för att uppfylla krav på fysiskt skydd för kärnteknisk verksamhet. Fordonsparkeringen är placerad utanför staketet. Anläggningen utgörs av en enda stor byggnad, ett vidbyggt garage med verkstad och tvätthall för fordon samt ett förråd för transportbehållare och lastbärare. Byggnadens maximala mått är cirka 105 m lång, 80 m bred och 25 m hög (exklusive skorsten), byggnadsvolymen ca 160 000 m³.

4.3 Inkapslingsanläggningens olika delar

Anläggningen innefattar en transportsluss, en uttransporthall, en hanteringscell, en kapselhanteringsdel, en underhållsdel, en el- och kraftdel, en hjälp- och servicesystemdel, en avfallshanteringsdel samt en personal- och besöksdel. Till verksamheten hör även ett vidbyggt garage och tvätthall samt ett förråd för transportbehållare och lastbärare.

4.3.1 Transportslussen

Inkapslingsanläggningens samtliga in- och uttransporter av använt bränsle sker via transportslussen. Transportfordon kan köra in i slussen via porten i ytterväggen. I slussens tak finns en skjutport som angränsar mot uttransporthallen. I transportslussen finns ett ställ för stötdämpare och ett annat ställ med bottenadapter till transportbehållare.

4.3.2 Uttransporthallen

Uttransporthallen är det största enskilda utrymmet i anläggningen. Här hanteras transportbehållare för använt bränsle, kapseltransportbehållare samt tomma kapslar. Den huvudsakliga utrustningen som finns i hallen är en kapselkontrollstation, en rälsbunden vagn samt en luftkuddetruck. En 100-tons travers finns till förfogande i hallen. På samma traverskonsol finns även ett lyftdon med maxkapacitet 10 ton.

4.3.3 Hanteringscellen

Hanteringscellen (het cell) är den mest komplexa delen i anläggningen. Cellen är jordbävningssäkrad och strålskärmad. All verksamhet bedrivs avståndskontrollerat, antingen elektriskt eller med hjälp av manipulatorer. I golvet finns två stora genomföringar. Den ena utgör dockningspositionen för transportbehållare med bränsle, Den andra är dockningspositionen för kapsel placerad i lastbärare. I mitten av cellen finns i golvet ett buffertutrymme för sammanlagt 60 bränsleelement, 60 BWRelement eller 40 BWR- och 20 PWR-element. Buffertutrymmet utgörs av luftkylda kanaler där bränsle kan lagras i väntan på att en kapsel dockas till cellen. Cellen är försedd med en travers för hantering av bränsleelement och lock till transportbehållare.

4.3.4 Kapselhanteringslokaler

I denna anläggningsdel, vilken är strålskärmad, ska ingen personal vistas utom i samband med underhållsåtgärder. Kapselhanteringsmaskinen utgör in- och utpassage för kapslar, tomma som fulla. I kapselhanteringsdelen sker förflyttningar av främst kapslar med strålskyddade lastbärare på luftkuddetruckar. I utrymmet inryms alla de behandlingsstationer som krävs för förslutningen av kapslar, stationen för atmosfärsbyte och pålyft av kopparlock, svetsstationen, stationen för oförstörande provning och stationen för maskinbearbetning.

4.3.5 Underhållslokaler

Underhåll av strålskärmade lastbärare och luftkuddetruckar sker på kontrollerat område. Periodiskt underhåll och service av transportbehållare för fyllda kapslar sker i en avgränsad del i uttransporthallen.

4.3.6 Avfallshanteringslokaler

Allt avfall som uppstår i samband med driften av anläggningen är uppdelat i olika kategorier. Huvudkategorierna är aktivt eller inaktivt avfall. Beroende på vilken form avfallet har behandlas det olika i anläggningens lokaler för avfallshantering. Generellt gäller att fast avfall komprimeras och flytande kontaminerat avfall indunstas. I lokalerna finns hanteringsutrustning för att kunna fylla olika avfallskärl som sedan transporteras till Clab, där avfallet slutbehandlas.

4.3.7 Personal- och besökslokaler

Kontorslokaler och personalmatsal finns liksom utrymmen för besöksverksamhet. Besökarna kan beskåda all verksamhet i uttransporthallen via fönster från en balkong. Verksamheten vid de olika behandlingsstationerna för kapselförslutning visas med hjälp av multimedia.

5 Process- och funktionsbeskrivning

5.1 Inkapsling

Varje vecka anländer fyra bränsletransportbehållare TN17/2 till inkapslingsanläggningen. Behållarna är horisontellt placerade på lastbärare. Lastbäraren ställs ner i förrådet i väntan på urlastning av bränslet. Endast en behållare i taget kan lossas och detta sker i transportslussen. Transportbehållarens stötdämpare demonteras och en bottenadapter skruvas fast. Med huvudtraversen lyfts transportbehållaren upp ur transportslussen och förflyttas antingen till uppställningsplatsen för transportbehållare eller till någon av prepareringscellerna i uttransporthallen. I prepareringscellen ansluts ett ventilations-system för att ventileras behållaren och detektera eventuellt skadat bränsle. Ett undertryck mot omgivningen upprätthålls för att undvika spridning av luftburen aktivitet. Därefter demonteras ytterlocket och ringflänsen. När förberedelserna är klara förflyttas behållaren med huvudtraversen till en rälsbunden vagn. Vagnen förflyttas till en position rakt under hanteringscellen. Ett ventilationssystem ansluts och normalt lufttryck etableras i transportbehållaren. Vagnen och behållaren lyfts nu med hydraulmotorer upp mot hanteringscellens golvgenomföring. Dockningen avslutas med att en gummitätning luftfylls.

Tomma kapslar ankommer anläggningen liggande i en transportram som i sin tur är placerad i ett transportemballage. Kapseln lyfts med hjälp av huvudtraversen från transportslussen till kontroll- och uppriktningstrustningen inne i uttransporthallen. Kapseln kontrolleras/ besiktas och förses med kapselhylsa samt centeringsutrustning.

Kapselns kopparlock kommer med samma transport som kapseln men i ett separat emballage. Locket kontrolleras i uttransporthallen varefter det transporteras till atmosfärsbytestationen.

Efter kvalitetskontrollen förs kapseln in i produktionen via kapselhanteringsmaskinen. Kapseln placeras i en strålskärmad lastbärare som förflyttas med hjälp av en luftkuddetruck. Lastbäraren förflyttas till dockningspositionen under hanteringscellen, vilken kapseln dockas mot.

I detta skede befinner sig en fylld bränsletransportbehållare samt en tom kopparkapsel dockad mot hanteringscellen.

Traversen i hanteringscellen lyfter bort golvpluggen i genomföringen mot transportbehållaren samt sänker därefter ner ett skyddsror. Transportbehållarens innerlock lyfts upp och placeras i ett särskilt ställ. Bränslet i transportbehållaren kan nu lyftas över till en dockad kopparkapsel eller placeras i hanteringscellens buffertutrymme. Då bränsle ska flyttas till en kapsel lyfts först insatsens stållock upp av magneter. En styr- och skyddsplåt placeras därefter över kapseln. Bränsleelement kan nu placeras i kapseln.

När kapseln blivit fylld med antingen fyra PWR-element eller tolv BWR-element tas styr- och skyddsplåten bort och insatsens lock sänks ner på plats. Dockningen avslutas och lastbäraren med kapseln förflyttas till stationen för atmosfärsbyte.

Vid stationen för atmosfärsbyte och täthetsprovning dockas kapseln underifrån på liknande sätt som vid hanteringscellen. Med en manipulatorarm kopplas en anslutning till stålloket genomföring. Via denna anslutning vakuumpumpas först utrymmet i insatsen och fylls därefter med argon. Vakuumpumpning och argonfyllning upprepas tills erforderlig kvalitet på atmosfären i insatsen är uppnådd. Stålloket täthetsprovas. Innan kapseln lämnar stationen och förflyttas till svetsstationen kontrolleras fogytan för kopparlocket. Kopparlocket, som tidigare lyfts in i stationen, läggs på plats.

Vid svetsstationen dockas kopparkapseln underifrån på liknande sätt som vid hanteringscellen. Kapseln försluts därefter med friktionssvetsning (Friction Stir Welding).

Bearbetning och oförstörande provning av svetsen sker i separata stationer. Här görs först en visuell kontroll varpå svetszonen provas. Därefter maskinbearbetas överskottsmaterial och svetszon varefter slutlig kvalitetskontroll av svetsen utförs med oförstörande provning. De provningsmetoder som planeras att användas är röntgen och ultraljud.

I dekontamineringsstationen används manipulatorer för att ta strykprover på kapselns utsida för att kontrollera att den är ren. Vid behov av dekontaminering används vatten och avståndsmanövrerade borstar varefter nya strykprover tas. Ytdosraten kontrolleras också innan kapseln lämnar stationen.

I en särskild lastningsposition i uttransporthallen lastas kapslar i transportbehållare med kapselhanteringsmaskinen. Kapseln sänks ned i behållaren som därefter förses med ett lock. Transportbehållaren, som står på en vagn, förflyttas till en plattform där ytterlocket monteras.

Med huvudtraversen lyfts behållaren till en lastbärare som är placerad i transportslussen. När behållaren sänks ned på lastbäraren läggs den samtidigt i horisontellt läge. Stötdämpare monteras på behållaren varpå ett specialbyggt fordon backar in under lastbäraren och lyfter upp den tillsammans med behållaren. Behållaren levereras till slutförvaret.

Om det skulle uppstå behov av att föra ut ej inkapslat bränsle från inkapslingsanläggningen kan bränslet placeras i bränsletransportbehållare och transporteras tillbaka till Clab. Vid ett eventuellt återtag av kapslar från slutförvaret måste kapslarna först öppnas i inkapslingsanläggningen varefter bränslet kan lastas i bränsletransportbehållare.

5.2 Hantering av defekta kapslar

Om svetsen blir underkänd vid den oförstörande provningen men innehåller defekter som bedöms kunna repareras förs kapseln tillbaka till svetsstationen där den svetsas om. Därefter kontrolleras svetsens kvalitet på nytt.

I de fall då svetsen ej går att åtgärda genom reparationssvetsning ställs lastbäraren med den underkända kapseln åt sidan, så att den normala produktionen ej hindras. Uppställningsplatser för sådana kapslar finns i anläggningen.

Vid lämpligt tillfälle hanteras en defekt kapsel på särskilt sätt genom att kopparlocket skärs upp i stationen för maskinbearbetning. Efter det att kopparlocket lyfts av transporteras kapseln till hanteringscellen där det inre locket lossas och lyfts av. Bränslet lastas över till buffertlagret alternativt en dockad transportbehållare.

Den tomma kapseln förs till den aktiva verkstaden där insatsen dekontamineras och lyfts upp ur kopparhöljet. Insatsen kan återanvändas i en ny kapsel medan kopparhölje och kopparlock dekontamineras och skickas till återvinning.

De urlastade bränsleelementen i hanteringscellen lastas över i en ny kapsel.

Vid en utlastningsposition i transportkorridoren lyfts kapseln, med hjälp av kapselhanteringsmaskinen, upp ur lastbäraren och sänks ned i mättnings- och dekontamineringsstationen. Kapselhylsan som lämnats kvar i lastbäraren lyfts, även den med kapselhanteringsmaskinen, till en position i uttransporthallen där den kontrolleras och vid behov dekontamineras.

5.3 Hjälpsystem, servicesystem samt el- och kraftsystem

Vissa system kan göras gemensamma med slutförvarsanläggningen och Forsmarksverket. De viktigare systemen utgörs av golvdränage från kontrollerade utrymmen (system 345), distributionssystemet för nytt avsaltat vatten (system 733), ventilationssystemet för kontrollerade utrymmen (system 742), tryckluftssystemet (system 753) samt gassystemet för kopparkapslar (system 756). De viktigaste systemgrupperna för el- och kraft utgörs av ordinarie nät (640-system), processnät (660-system) samt batterisäkrade nät (670-system).

5.4 Kontrollutrustning

Kontrollutrustningen i inkapslingsanläggningen består av manöver- och övervakningsutrustning som är placerad i det centrala kontrollrummet och lokalt ute i anläggningen.

Systemet utgörs av ett dubbeldatorsystem som har en primär- och en sekundärdator. Primärdatorn är normalt inkopplad medan sekundärdatorn uppdateras kontinuerligt. På så sätt står sekundärdatorn beredd att omedelbart (automatiskt eller manuellt) överta primärdatorfunktionen utan att operatörfunktionerna påverkas.

Inkapslingsanläggningen övervakas och styrs i huvudsak från det centrala kontrollrummet. I kontrollrummet finns arbetsplatser med bildskärmar och tangentbord. På skärmarna presenteras processbilder för de manövrerade och indikerade systemen. Från arbetsplatserna kan utrustning i anläggningen manövreras och mätpunkter avläsas.

5.5 Avfallshantering

Aktivt avfall eller kontaminerad luft kan normalt förekomma i följande system. Utrustning i hanteringscell (system 255), golvdränage från kontrollerade utrymmen (system 345), ventilationssystem för kontrollerade utrymmen (system 742), ventilationssystem för buffertlagret i hanteringscellen (system 748), ventilationssystem för bränsletransportbehållare (system 749).

Aktivt avfall som uppkommer i inkapslingsanläggningen hanteras så att det kan transporteras till Clab, där det slutbehandlas. Endast låg- och medelaktivt avfall förutsätts uppstå vid driften av anläggningen.

5.5.1 Luftburen aktivitet

Luftburen aktivitet uppkommer främst i hanteringscellen och i stationen för atmosfärsbyte och täthetsprovning. Innan luften släpps ut ur anläggningen får den passera HEPA-filter som ingår i ventilationssystemet.

5.5.2 Avfall i vätskeform

Aktivt avfall i vätskeform cirkuleras i en krets där fasta föroreningar samlas upp i filter. Lösningen värms upp några grader. Den del som ångas av samt separeras och kondenseras ut återförs exempelvis till dekontamineringsystemet. Den del av lösningen som inte ångar av efter ett antal cykler överförs till 200-liters fat för vidare transport till Clab. Ett 200-liters fat per arbetsdag bedöms vara maximal produktion.

5.5.3 Avfall i fast form

Det fasta driftavfallet indelas i ej aktivt, lågaktivt respektive medelaktivt avfall. Ej aktivt avfall hämtas i standardcontainrar. Det lågaktiva avfallet hanteras, behandlas och förpackas på samma sätt som vid kärnkraftverken. Medelaktivt avfall förpackas i standardiserade betongkokiller. Behållarna med aktivt avfall transporteras till Clab i avfallstransport-behållare.

6 Gammamätning, sortering samt torkning av bränslet vid Clab

Bränslemottagningen vid inkapslingsanläggningen ska ske torrt vilket innebär att bränslet måste torkas innan det lämnar Clab. För att optimera själva inkapslingsarbetet vid anläggningen ska bränslet vara sorterat vid ankomsten och den verifierande gammamätningen vara avklarad. Även detta ska ske på Clab innan bränslet transporteras till inkapslingsanläggningen.

Det bränsle som ska kapslas in genomgår flera steg av hantering vid Clab innan det skickas iväg till inkapslingsanläggningen. Varje enskilt bränsleelementets data är kända men före inkapsling måste en sista verifierande gammamätning genomföras. Denna utförs i komponentbassängen. Bränsleelementet får passera ett antal detektorer som mäter av bränslet. Två sidor åt gången kan mätas och totalt tar mätningen cirka tio minuter att genomföra. Bränslet placeras i en kassett, som när den blivit full flyttas till servicebassängen. Härifrån lyfts bränslet över till en bränsletransportbehållare. När behållaren blivit full monteras locket på och den lyfts över till en nedkylningscell. Vattnet dräneras ut och ett torksystem ansluts till behållaren. Varm luft cirkuleras genom bränslet under natten. Under nästkommande arbetsdag kontrolleras torrheten i transportbehållaren, varefter behållaren skickas till inkapslingsanläggningen. Se bilaga 3 ”Logistik/tidstudie för bränslehantering vid Clab” samt bilaga 4 ”Nödvändiga anläggningsändringar vid Clab för gammamätning, sortering och torkning av bränsle”.

7 Transporter

Transporter diskuteras övergripande nedan. Någon fördjupning i transportfrågan görs inte i denna rapport då detta utreds separat.

7.1 Lokala transporter inom driftområdet

Inom driftområdet finns ett särskilt transportfordon för förflyttning av transportbehållare liggandes på lastbärare. Denna typ av fordon används redan idag vid de kärntekniska anläggningarna.

7.2 Bränsletransporter

En av förutsättningarna för denna rapport är att samma typ av bränsletransportbehållare, TN17/2, som idag används för bränsletransporter till Clab också används för transporten av bränsle från Clab till Forsmark. Då det förutsätts att kärnkraftverken fortfarande är i drift måste nya transportbehållare anskaffas. I snitt kommer fyra transportbehållare med bränsle att ankomma till Forsmark varje vecka.

För att få ner antalet transporter kan det finnas skäl att se över möjligheten att optimera mängden bränsle som kan transporteras till inkapslingsanläggningen per transportbehållare. I ett tidigare skede av projekteringen av en inkapslingsanläggning fanns planer på att använda stora transportbehållare, som finns på marknaden men som inte används i Sverige /PLAN 92, 1992/. Dessa rymmer 52 BWR- eller 19 PWR-element, vilket kan jämföras med kapaciteten för TN17/2 som är 17 BWR- eller 7 PWR-element.

7.3 Kapseltransporter

Tomma kompletta kapslar anländer inkapslingsanläggningen direkt från en särskild kapselabrik där kopparhöljet förses med en botten och, liksom insatsen, slutbearbetas, kvalitetskontrolleras samt sätts ihop till en enhet. Hur transporterna kommer att ske är bl a avhängigt lokaliseringen av kapseltillverkningen men troligen kommer transporten från fabriken att ske med lastbil.

Transportbehållaren för fyllda kapslar måste vara strålskyddad och utformad på ett sätt som är lämpligt för dess mottagning i slutförvaret. Eftersom inkapslingsanläggningen är lokaliserad vid slutförvaret blir transportsträckan mycket kort för denna behållartyp. Transportbehållarna ska licensieras enligt de internationella krav som ställs i IAEA:s transportrekommendationer /Ekendahl och Pettersson, 1998/

8 Personalbehov

8.1 Clab

Clab ska användas för verifierande gammamätningar, sortering samt för torkning av använt bränsle, innan det transporteras till Forsmark för inkapsling. För att klara av att färdigställa fem kapslar per arbetsvecka måste fyra transportbehållare med vardera sju PWR-element eller 17 BWR-element lämna Clab varje vecka. Logistikstudien visar att detta inte kan åstadkommas med åtta timmars arbetsdag. Under förutsättningen att verksamheten bedrivs i tvåskift finns goda möjligheter att klara produktionsmålet. Personalbehovet vid Clab för den ordinarie inkapslingsverksamheten kan i detta skede endast specificeras grovt.

Drift, tvåskift

Teknik	1
Hantering	4
Transport och underhåll	1
Safeguards	0,25

Totalt behövs 6,25 nya heltidstjänster vid Clab för inkapslingsverksamheten.

I samband med att kärnkraftverken når sin tekniska livslängd kommer antalet bränsletransporter till Clab att minska. Vissa delar av den befintliga personalstyrkan kommer även fortsättningsvis att behövas för inkapslingsverksamheten.

8.2 Inkapslingsanläggningen

Vid inkapslingsanläggningen kommer all verksamhet att bedrivas under dagtid.

<i>Drift</i>		<i>El-, instrument- och datorunderhåll</i>	
Chef, sekreterare	2	Chef	1
Skiftgående	8	Ingenjörer	2
Tekniker/ingenjörer	7	El-, instrument- och datortekniker	6
Traverskörning, transport	5		
Teknikstöd, planering, safeguards	4		
<i>Mek-underhåll</i>		<i>Skydd, kemi, sanering</i>	
Chef	1	Chef	1
Ingenjörer	2	Strålskydd/kemi	3
Förman, reparatör	5	Sanering	3

För drift och underhåll krävs enligt ovan 50 personer. Antalet tillkommande tjänster inom personaladministration, information, konstruktion, förråd, inköp, utbildning, transporter, vaktjänst, med mera, uppskattas till 25 heltidstjänster, vilka samordnas med slutförvarets drift.

9 Missödesanalys

Någon missödesanalys har inte utförts inom ramen för denna rapport då nivån är att jämföras med en förstudie. De analyser som görs i projekteringsarbetet för inkapslingsanläggningen lokaliserad till Clab gäller dock till stora delar även för en anläggning lokaliserad till Forsmark.

10 Slutsatser

För inkapslingsanläggningen lokaliserad till ett eventuellt slutförvar i Forsmark gäller att all verksamhet ska ske under ordinarie arbetstid (räknat på åtta timmars arbetsdag). Detta krav utgör inget hinder. Däremot måste den för inkapslingen nödvändiga verksamheten vid Clab bedrivas i tvåskift. Den mest tid- och personalkrävande verksamheten vid Clab utgörs av den verifierande gammamätningen av bränslet. Även torkningen tar lång tid men kan ske nattetid och övervakas av Clab:s ordinarie skiftpersonal.

Rent tekniskt föreligger goda förutsättningar för att kunna uppföra en inkapslingsanläggning placerad vid Forsmark, vilket även bekräftats av de två oberoende företagen som tidigare har granskat den föreslagna tekniska lösningen.

Personalbehovet för inkapslingsverksamhetens dagliga drift uppskattas till mellan 70 och 85 heltidstjänster.

11 Ord- och begreppsförklaringar

Benämning	Förklaring
Behållaradapter	Behållaradaptern skruvas fast med tolv skruvar i de hål där transportbehållarens ytterlock tidigare varit fäst.
Lockadapter	Lockadaptern skruvas fast i transportbehållarens lock med åtta skruvar. Vid förflyttning av transportbehållaren kan lockadaptern, och därmed locket, låsas mot behållaradaptern.
Bottenadapter	Adapter som monteras på transportbehållarens botten efter att stötdämparen har demonterats. Adaptern har styrningar för positionering av transportbehållaren på den rälsbundna vagnen.
Rälsbunden vagn	Transportvagn i uttransporthallen för en transportbehållare med använt bränsle.
Hanteringscell	Strålskärmad utrymme där förflyttning sker av använt bränsle från transportbehållare till kapsel.
Kapselhylsa	Hylsan har som främsta funktion att utgöra lyftverktyg för kapseln genom inkapslingsprocessen fram till dess att kapseln förslutits och provats.
Kapselhanteringsmaskin	Kapselhanteringsmaskinen utgör en strålskyddad roterande transportsluss för tomma och fyllda kapslar mellan uttransporthallen och kapselhanteringshallen. Maskinen innefattar även en lockhanterare för kapseltransportbehållaren.
Transportsluss	Passage för in- och uttransport av transportbehållare och tomma kapslar. Montage och demontage av stötdämpare och bottenadapter till transportbehållare görs här.

12 Referenser

FUD 04, 2004. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2004.

Havel R, 2000. FRINK Projektrapport Inkapslingsanläggning placerad vid djupförvaret. R-00-16, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Ekendahl A-M, Pettersson S, 1998. Säkerheten vid transport av inkapslat bränsle. R-98-14, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Gillin K, 1998. Säkerheten vid drift av inkapslingsanläggningen. R-98-12, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Lönnerberg B, Pettersson S, 1998. Säkerheten vid drift av djupförvaret. R-98-13, Svensk Kärnbränslehantering AB.

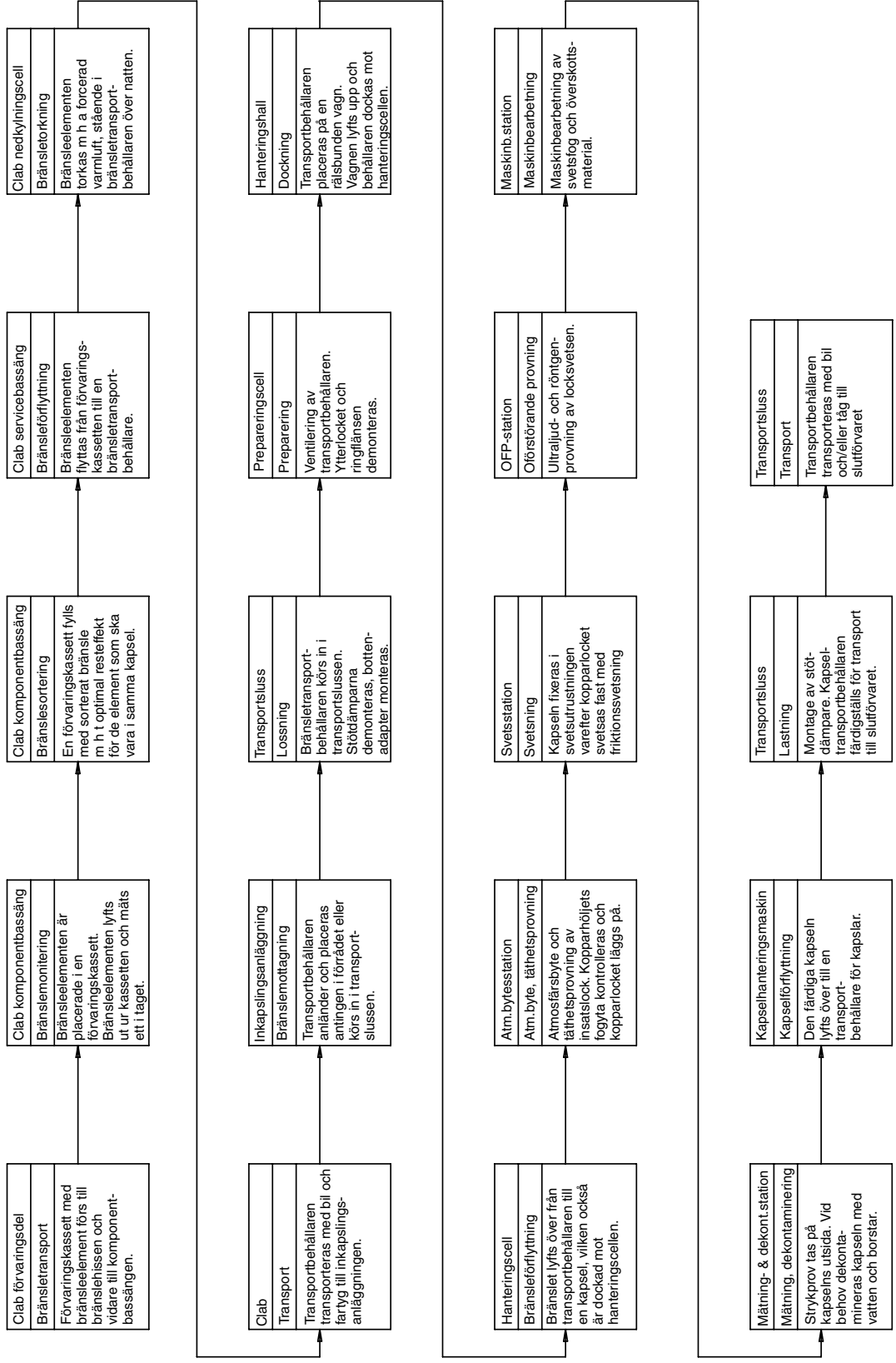
PLAN 92, 1992. Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter – Bilagor. Svensk Kärnbränslehantering AB.

Systemförteckning för inkapslingsanläggningen i Forsmark

1	FÖRLÄGGNINGSSOMRÅDE OCH BYGGNADER	3	HJÄLPSYSTEM
11	Yttre anläggningar	33	Provtagningsystem
113	Vägar, planer, inhägnader	336	System för provtagning och analys
115	Kulvertar och ledningsgator i mark	34	Övriga hjälpsystem
117	System för åskskydd	345	Golvdränage för kontrollerat område
12	Huvudbyggnader i marknivå	347	Utrustning i tvättstuga
124	Inkapslingsbyggnad	35	Hjälpsystem för kopparkapsel
14	Övriga byggnader	353	Utrustning i mätnings- och dekontamineringsstation
142	Verkstad och tvättthall för fordon	37	System för behandling av vätskeformigt avfall
144	Portvaktsstuga	372	System för rening av golvdränagevatten
148	Strålskärmsdörrar i hanteringscell	375	System för utsläpp av vatten
18	Genomföringar	4	TRANSPORTSYSTEM
185	Rörupphängningar	42	Transportfordon
187	Rör genomföringar	421	Terminalfordon
188	Ventilationsgenomföringar	422	Lastbärare
2	UTRUSTNING FÖR MOTTAGNING, HANTERING OCH FÖRVARING	5	KONTROLLUTRUSTNING
21	Utrustning för bränslemottagning i inkapslingsbyggnad	50	Kontrollutrustningsstrukturer
211	Utrustning i transportluss	506	Nätverksbaserad programmerbar kontrollutrustning
212	Utrustning i uppställningsplats för transportbehållare	51	Gemensamma kontrollsystem
213	Transport- och hanteringsutrustning i hanteringshallen	511	Kontrolltavlor, pulpeter och kontrollbord
215	Utrustning i prepareringscell för transportbehållare	512	Mjukvarubaserat operatörsgrenssnitt
25	Utrustning för service och kontroll	513	Apparatskåp och -lådor, kopplingsskåp
255	Utrustning i hanteringscell	515	Kontrollkablar
256	Utrustning i station för atmosfärsbyte och täthetsprovning	52	Datorsystem
257	Utrustning i svetsstation	521	Processdatorsystem
258	Utrustning i station för oförstörande provning	54	Process- och hanteringskontroll
259	Utrustning i station för maskinbearbetning	541	Processmätutrustning
26	Transportbehållare	542	Processreglerutrustning
261	Bränsletransportbehållare	543	Objektmanövrering
263	Insatser till transportbehållare	55	Aktivitetsövervakning
264	Bränsledokumentation	553	Aktivitetmätning i ventilationsskorsten
266	Verktyg för transportbehållare	554	Aktivitetmätning för processsystem
267	Utrustning för hantering av fast avfall	555	Aktivitetmätning för vissa rum
269	Transportbehållare för kapslar	556	Bärbar aktivitetsmätutrustning
27	Deponeringsbehållare	558	Portalmonitorer
278	Kopparkapslar	56	Aktivitetsövervakning
28	Lyft- och transportutrustningar	561	System för direktvisande dosimetrar
282	Övriga traverser	58	Övrig mätning och övervakning
283	Övriga lyftdon	584	Jordbävningsinstrument
284	Huvudtraverser i inkapslingsbyggnad	588	Meteorologisk mätutrustning
286	Hissar	6	ELEKTRISKA KRAFTSYSTEM
287	Lastbärare med strålskydd	62	Högspänningsanslutning
288	Luftkuddetruckar för lastbärare	620	Högspänningsanslutning
289	Mottagningsutrustning för kapslar		
29	Övriga transport- och hanteringsystem		
293	Transport- och hanteringsutrustning för transportbehållare för kapslar		
294	Kapselhanteringsmaskin		

64	Ordinarie nät	82	Övriga inventarier
641	Ordinarie nät 6,3 kV	821	Utrustning i analysrum
642	6,3 kV-nät för yttre kraftförsörjning	825	Specialverktyg och dylikt
643	Ordinarie nät 690 V	83	Belysning och kraftuttag
645	400/230 V-nät för yttre kraftförsörjning	831	Inomhusbelysning
646	Ordinarie nät 400/230 V	832	Utomhusbelysning
65	Reservkraftanläggning	837	Kraftuttag
651	Dieselgeneratoraggregat	84	Kommunikations- och alarmsystem
656	Dieselbränslesystem	840	Fiberoptisk överföring
66	Processnät	841	Lokaltelefon och snabbtelefon
662	Processnät 660 V	842	Rikstelefon
663	Processnät 400/230 V	843	Nödsignalanläggning
67	Batterisäkrade nät	844	Personsökare
672	Likspänningsnät 110 V	845	Högtalarsystem
673	Likspänningsnät +24 V	846	Tidgivningsanläggning
677	Batterisäkrat AC-nät 400/230 V	848	Radiosystem
68	Elsystemens kontrollsystem	849	Internt TV-system
681	Manöversystem för elektriska kraftsystem	86	Brandskyddssystem
685	Reläskydd	861	Brandvattensystem
686	Mätning	862	Brandvattensprinklingssystem
69	Kabelsystem	869	Brandlarm
691	Kraftkablar	9	UTRUSTNINGAR FÖR FYSISKT SKYDD
692	Kabelgenomföringar	99	Bevakningssystem
693	Kabelvägar	990	Övervaknings- och manöveranläggning
694	Inre jordlinenät	991	System för områdesskydd
7	SERVICESYSTEM	992	System för inpasseringskontroll
71	Havsvattenkylsystem	993	Dörrlås
713	Kylvattensystem	994	System för skalövervakning
72	Sekundärkylsystem	995	Porttelefonsystem
723	Mellankylsystem	997	Metalldetektorer
726	Köldbärarsystem		
73	System för behandling och distribution av vatten		
733	Distributionssystem för nytt avsaltat vatten		
74	Ventilationssystem		
742	Ventilationssystem för kontrollerade utrymmen		
746	Ventilationssystem för icke kontrollerade utrymmen		
748	Ventilationssystem för buffertlagret i hanteringscellen		
749	Ventilationssystem för bränsletransportbehållare		
75	Tryckgassystem		
753	Tryckluftsystem		
756	Gassystem för kopparkapslar		
758	Övriga gassystem		
76	VVS-system		
761	Bruksvattensystem		
762	Varmvattensystem		
763	Värmesystem		
765	Golvdränagesystem för icke kontrollerat område		
766	Sanitärt avloppsvatten		
768	Grundvattendränagesystem		
769	Regnvattendränagesystem		
8	ÖVRIGA UTRUSTNINGAR		
81	Utrustning i verkstäder		
811	Utrustning i verkstad för transportbehållare		
812	Utrustning i garage		
813	Utrustning i tvätthall för transportutrustning		
814	Utrustning i mekanisk verkstad		
815	Utrustning i el- och instrumentverkstad		

Processflödesschema – Bränslets väg från Clab till slutförvaret



Logistik/tidsstudie för bränslehantering vid Clab

Plats	Verksamhet	Arbetsdagar 2-skift 07.00 - 23.00																
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Nedkylningscell	Fyllt torr TB (TN17/2), Läcktest																	
Transportsluss	Dämpare monteras, uttransport				60 min													
Transportsluss	Ny TB in, dämpare demonteras				60 min													
Nedkylningscell	TB prepareras				60 min													
Servicebassäng	TB från nedkyl.cell till serviceb.				40 min													
Servicebassäng	TB:s lock demonteras				45 min													
Servicebassäng	TB fylls med 17 BWR													425 min				
Servicebassäng	TB:s lock monteras													45 min				
Nedkylningscell	TB från serviceb. till nedkyl.cell													40 min				
Nedkylningscell	Dränering, inkoppling av torkutr.																	
Nedkylningscell	Torkning över natt																	
Nedkylningscell	Fyllt torr TB, Läcktest				60 min													
Transportsluss	Dämpare monteras, uttransport				60 min													
Transportsluss	Ny TB in, dämpare demonteras				60 min													
					O.S.V.													

Tid för att mäta 17 BWR-bränsleelement = 8,5 timmar

Komponentbassäng Monitering, totaltid/BE 30 min,
17x0,5h=8,5h

De olika färgerna i schemat representerar enskilda bränsletransportbehållares (TB:s) väg genom Clab. Tiderna är ungefärliga men i rätt storleksordning. Exemplet gäller BWR-bränsle då hanteringen av detta kräver mer tid än PWR-bränsle. Hanteringsmomenten är desamma för de olika bränsletyperna men antalet BWR-element per TB är mer än dubbelt så stort jämfört med antalet PWR-element.

Nödvändiga anläggningsändringar vid Clab

Allmänt

Inkapsling av bränsle inleds tidigast år 2017. Den traditionella hanteringen vid Clab, det vill säga mottagning av använt bränsle från kärnkraftverken, kan ha minskat vid denna tidpunkt och därmed möjliggörs bättre hanteringslogistik på Clab med tanke på inkapslingsverksamheten.

Under vissa perioder ankommer fyra fyllda transportbehållare TN17/2 med använt bränsle till Clab samtidigt. Dessa tar de tre nedkylningscellerna i anspråk under ett antal dagar. Det tar två dygn att tömma en transportbehållare. Det finns endast två driftlinjer i system 311 (nedkylningssystem för transportbehållare) för de tre nedkylningscellerna. Det finns två urlastningslinjer i bassängerna.

Anläggningsändringar

Den befintliga hanteringsmaskinen för servicebassängen M03.25 är relativt långsam och kan därför behöva uppgraderas alternativt ersättas med en ny hanteringsmaskin.

En ny hanteringsmaskin för hantering av enskilda bränsleelement måste installeras i komponentbassängen M03.29. Installation av en ny hanteringsmaskin medför att befintlig kassetthanteringsmaskin 231ZA3 delvis behöver modifieras.

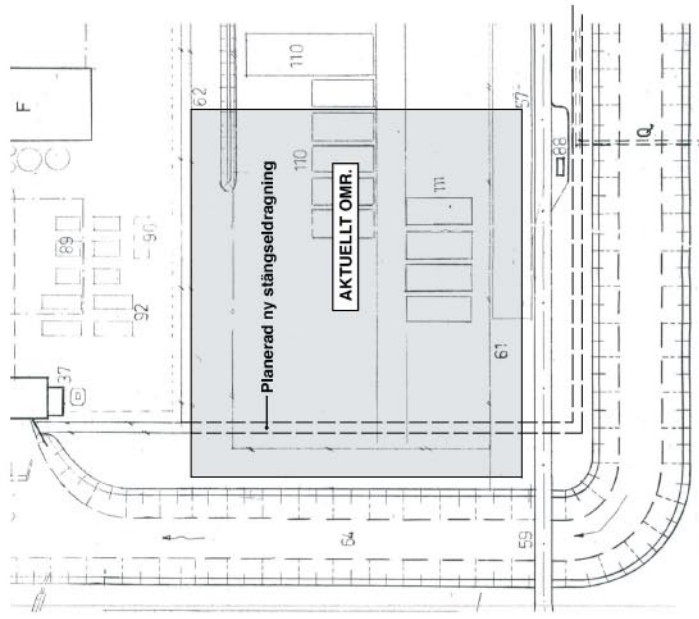
Komponentbassängen behöver kompletteras med sex positioner för kassetter (totalt 12 kassettpositioner behövs). Förstärkningar i bassängbotten finns i viss utsträckning. Viss utrustning som t ex upphängningsrigg för fackverk och fallskydd till 231ZA3 behöver flyttas till annan bassäng.

Gammamätning (bränslemonitoring) av bränsle måste ske i komponentbassängen. Befintlig gammamätutrustning ersätts med ny som installeras på mitten av bassängens kortsida (västra sidan). I servicebassängen kan inte monitoringsutrustning installeras eftersom väggen mellan denna bassäng och behållarbassängen är massiv redan på plan +107,00. Det behövs nämligen ett rum på utsidan av den vattenfyllda bassängen där all övrig monitoringsutrustning kan få plats. Nuvarande städutrymme M02.32 görs om till mätutrustningsrum för den nya bränslemonitoringsutrustningen.

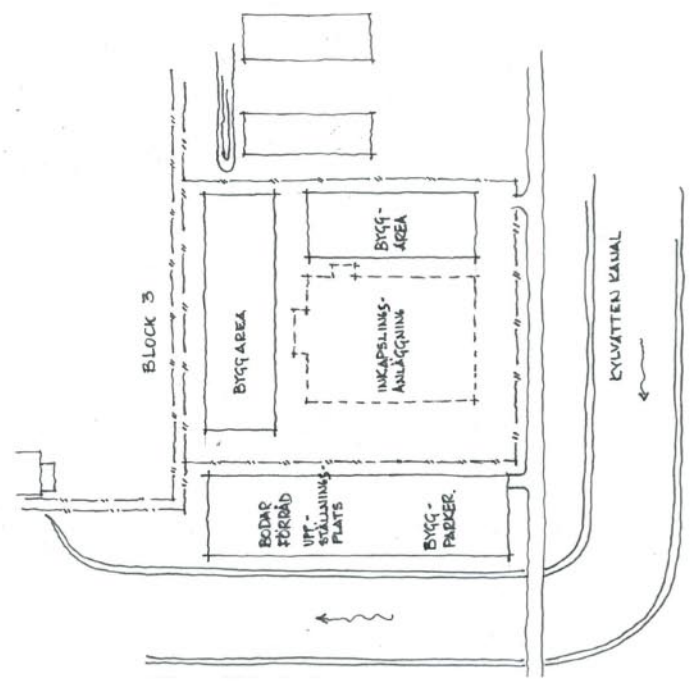
Utrymme M01.11 föreslås användas för torkutrustningens huvudkomponenter. M01.11 har golvmåtten 8,5 m × 6,5 m och 4,3 m i takhöjd. En ventilationskanal går idag genom rummet (Ø 1 m) längs kortsidan ovanför ingångsdörren och vidare längs ena långsidan. Nya rör dras genom bjälklaget till rum M02.11 där HEPA-filer placeras. Rör dras vidare ut genom väggen från M02.11 till M02.09 och vidare in i nedkylningscell M02.16. Nedkylningscellen används för torkningen. Övrig verksamhet vid Clab som kräver användning av nedkylningscellen har företräde.

Förberedelser för ett kvävgassystem i anläggningen har gjorts. Systemet, vilket är tänkt att användas för atmosfärsbyte i bränsletransportbehållare, behöver kompletteras med gasförråd och matningsledningar.

Avfallsanläggningen måste kompletteras med utrustning för att ta emot och hantera det radioaktiva avfallet från inkapslingsanläggningen.



SITUATIONSPLAN NULÄGE



SITUATIONSPLAN BYGGSKEDET

langeArt		BILAGA 5, 2(2)	
Inkapslingsanläggning, i Forsmark		SITUATIONSPLAN - nuläge/byggskedet	
JUNI 05	F. Lange	XXXXXX	XXXXXX
F. McBerth		XXXXXX	XXXXXX

Markperspektiv

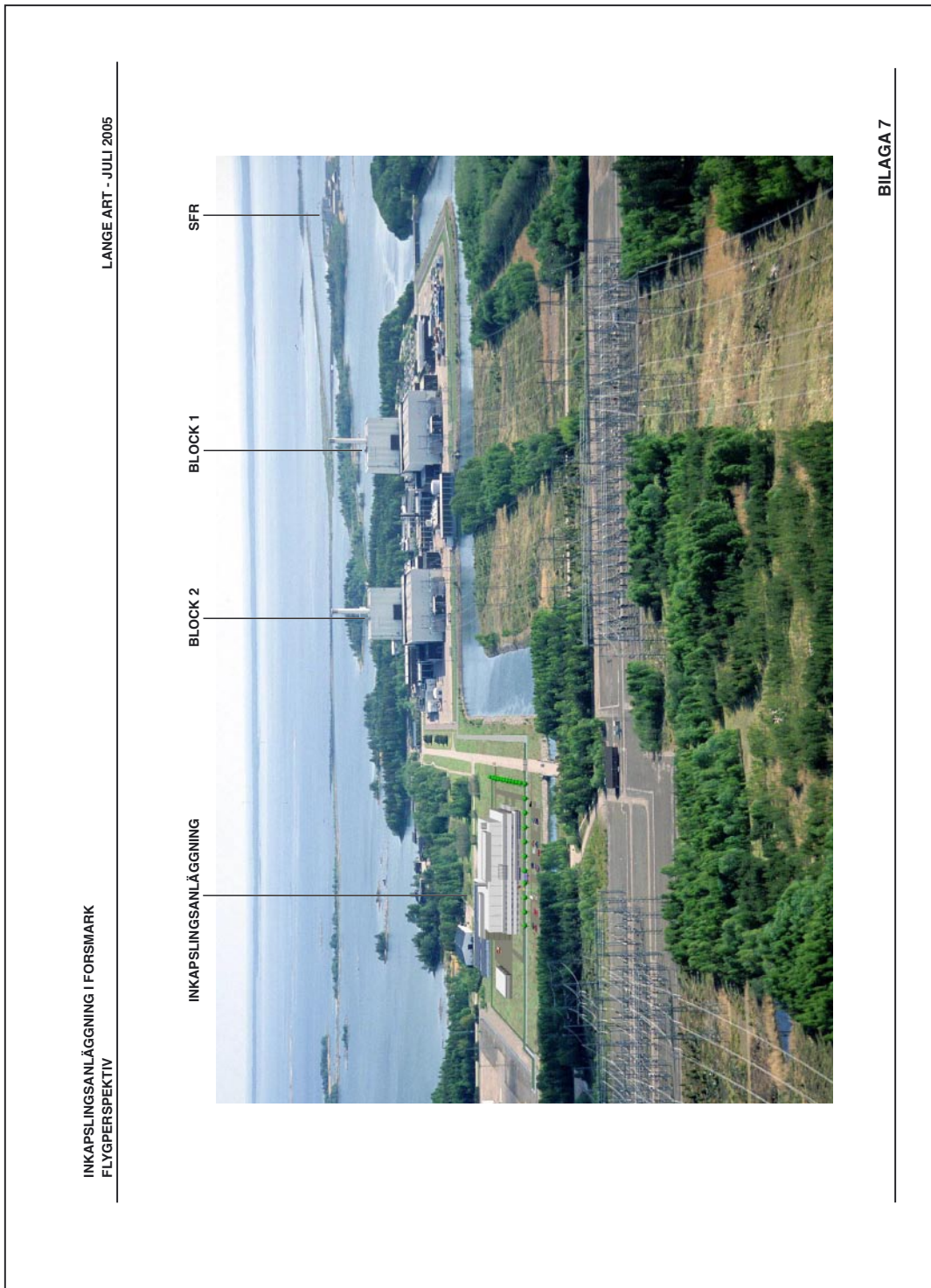
INKAPSLINGSANLÄGGNING I FORSMARK
MARKPERSPEKTIV - vy från tillfartsväg

LANGE ART - JULI 2005



BILAGA 6

Flygperspektiv



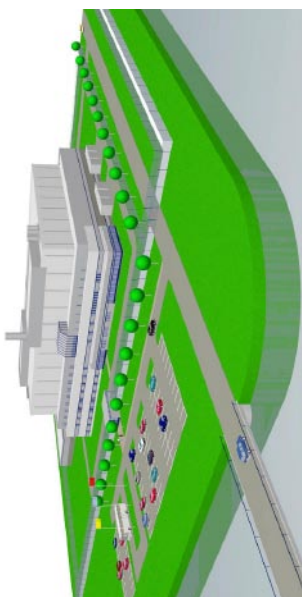
Anläggningen sedd från olika väderstreck

INKAPSLINGSANLÄGGNING I FORSMARK
MODELLSTUDIE

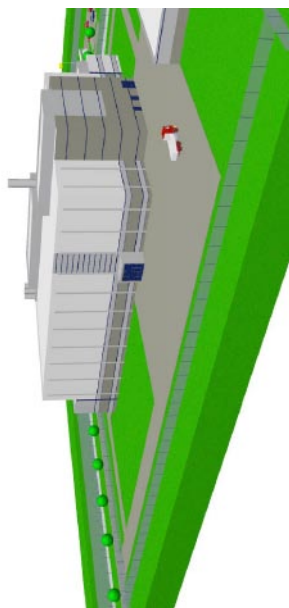
LANGE ART - JUNI 2005



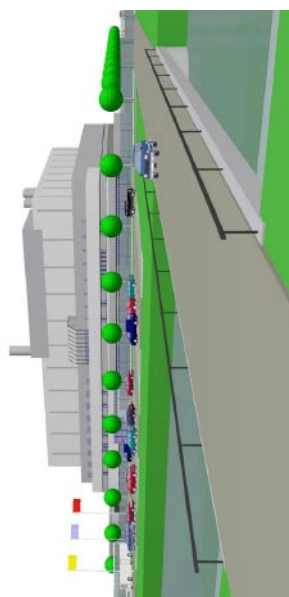
Från nordväst



Från sydväst



Från nordöst



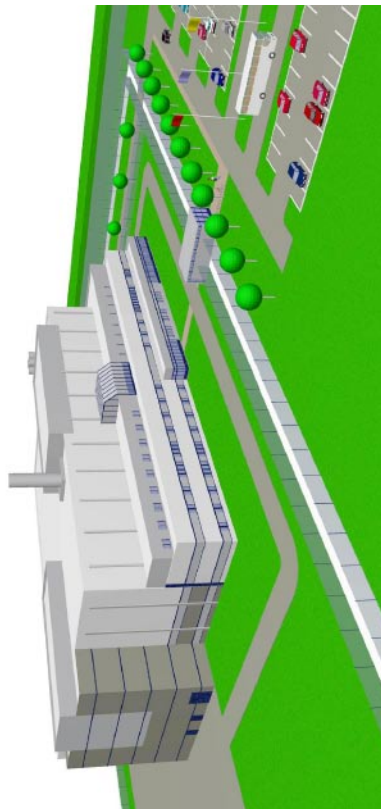
Från väst

BILAGA 8

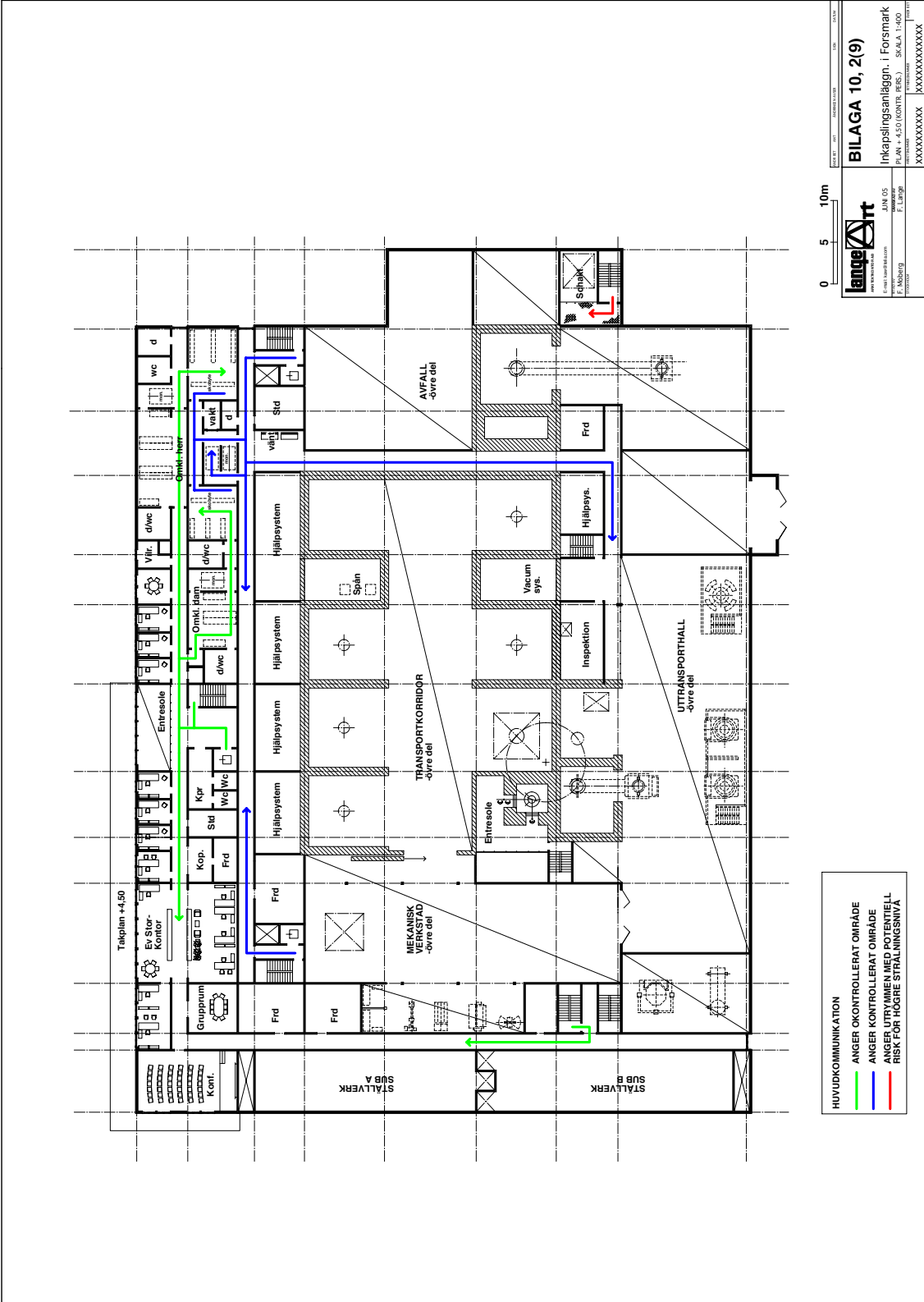
Ytor och volymer

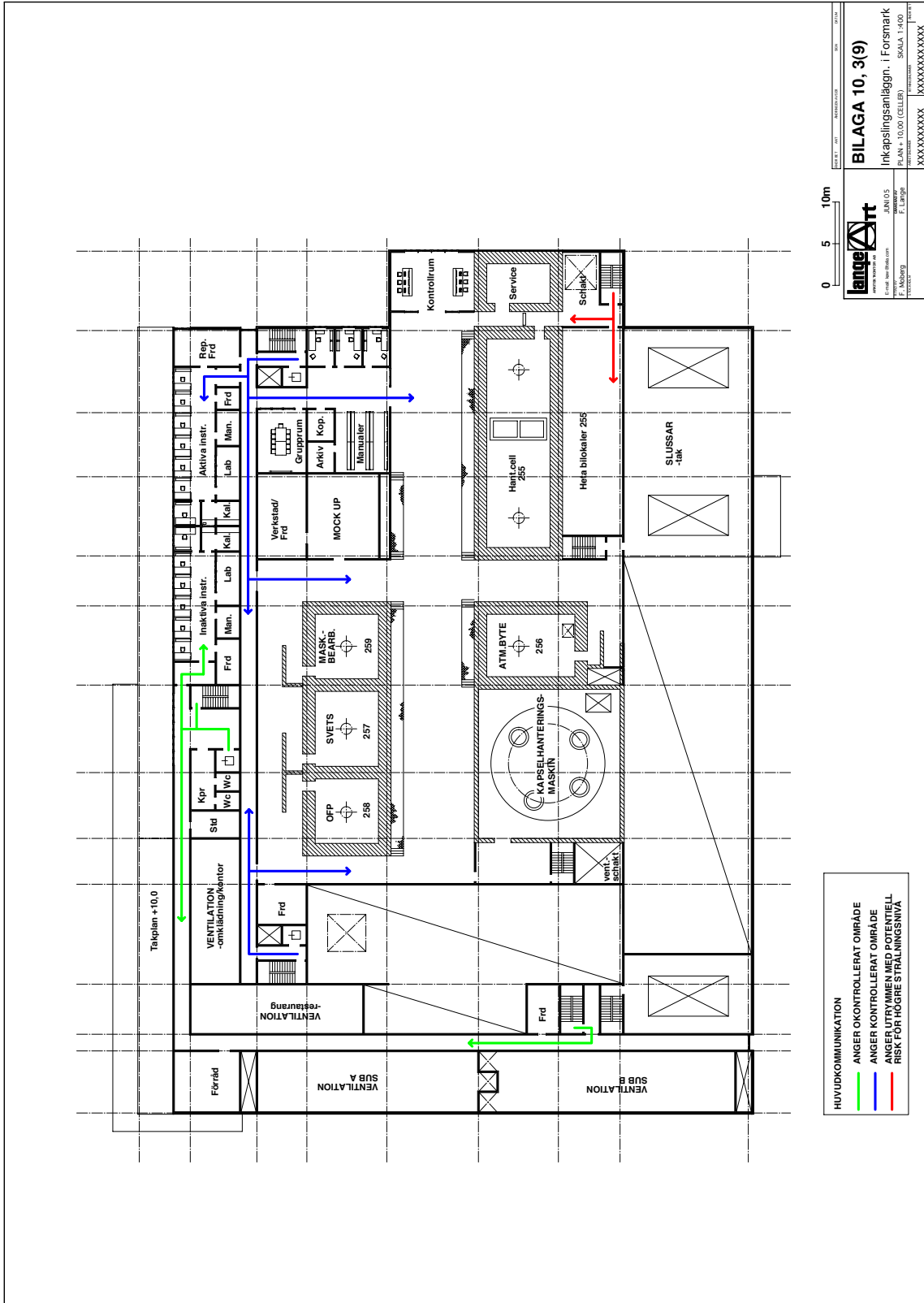
INKAPSLINGSANLÄGGNING I FORSMARK
YTOR OCH VOLYMER

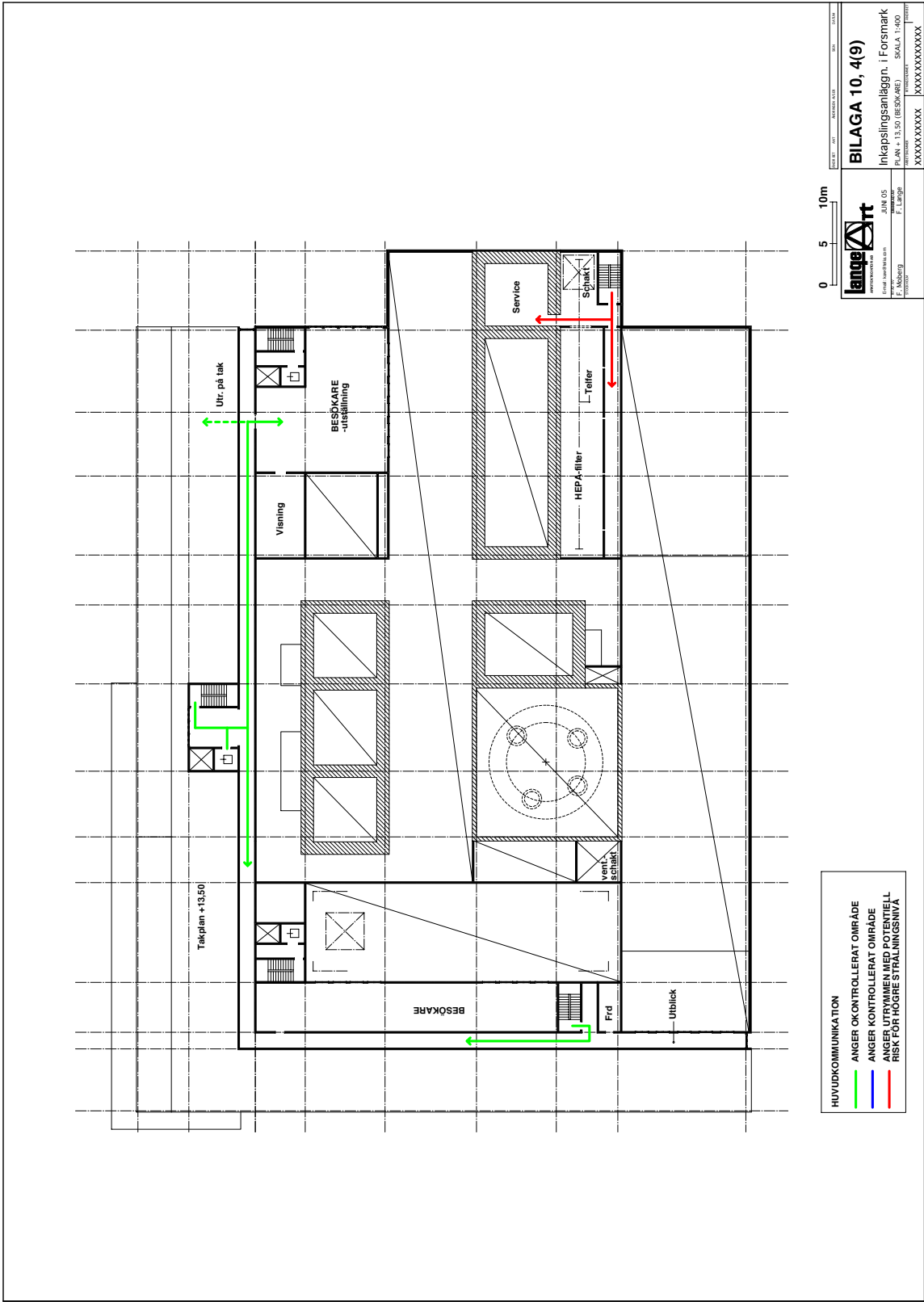
LANGE ART - JUNI 2005

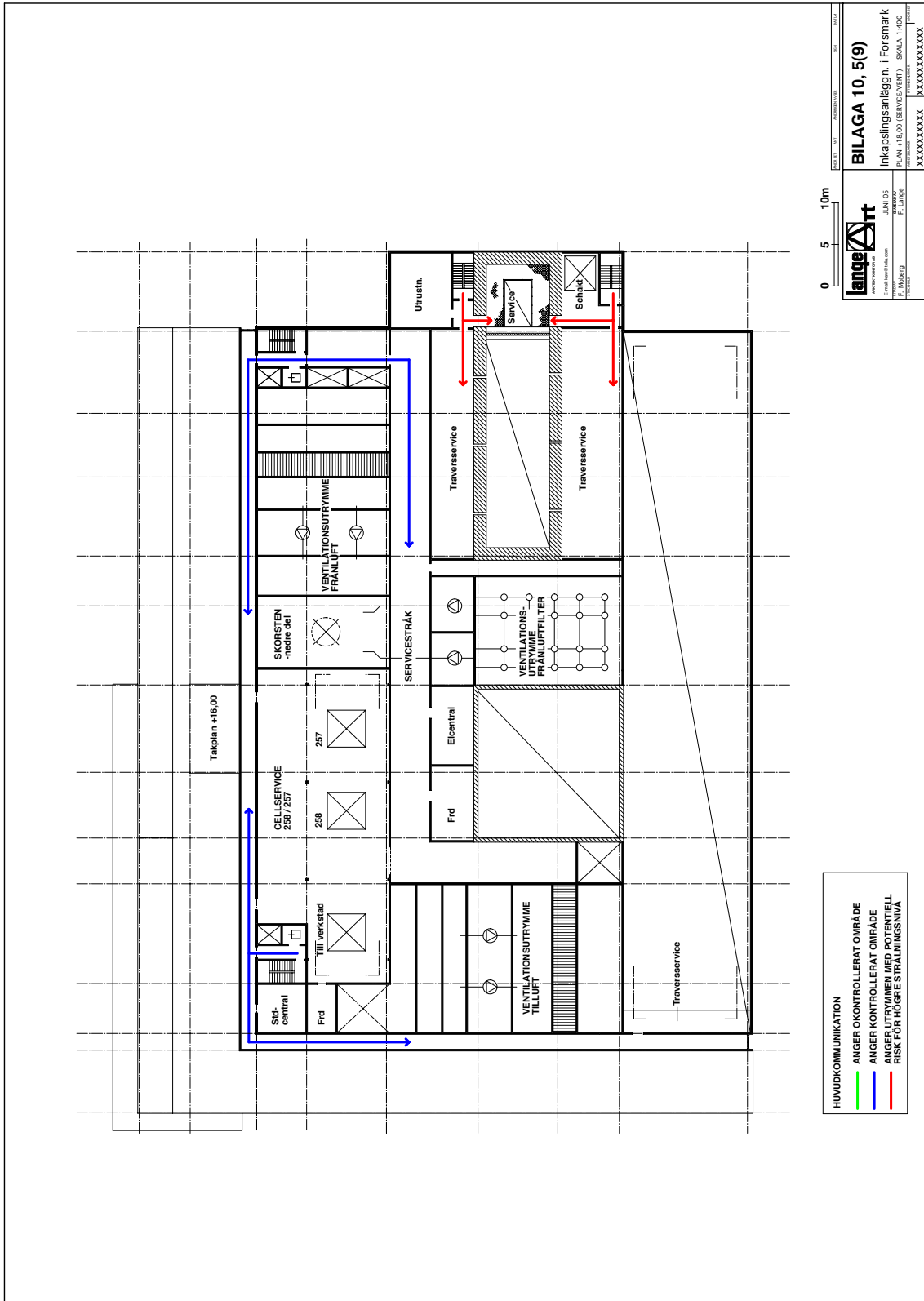


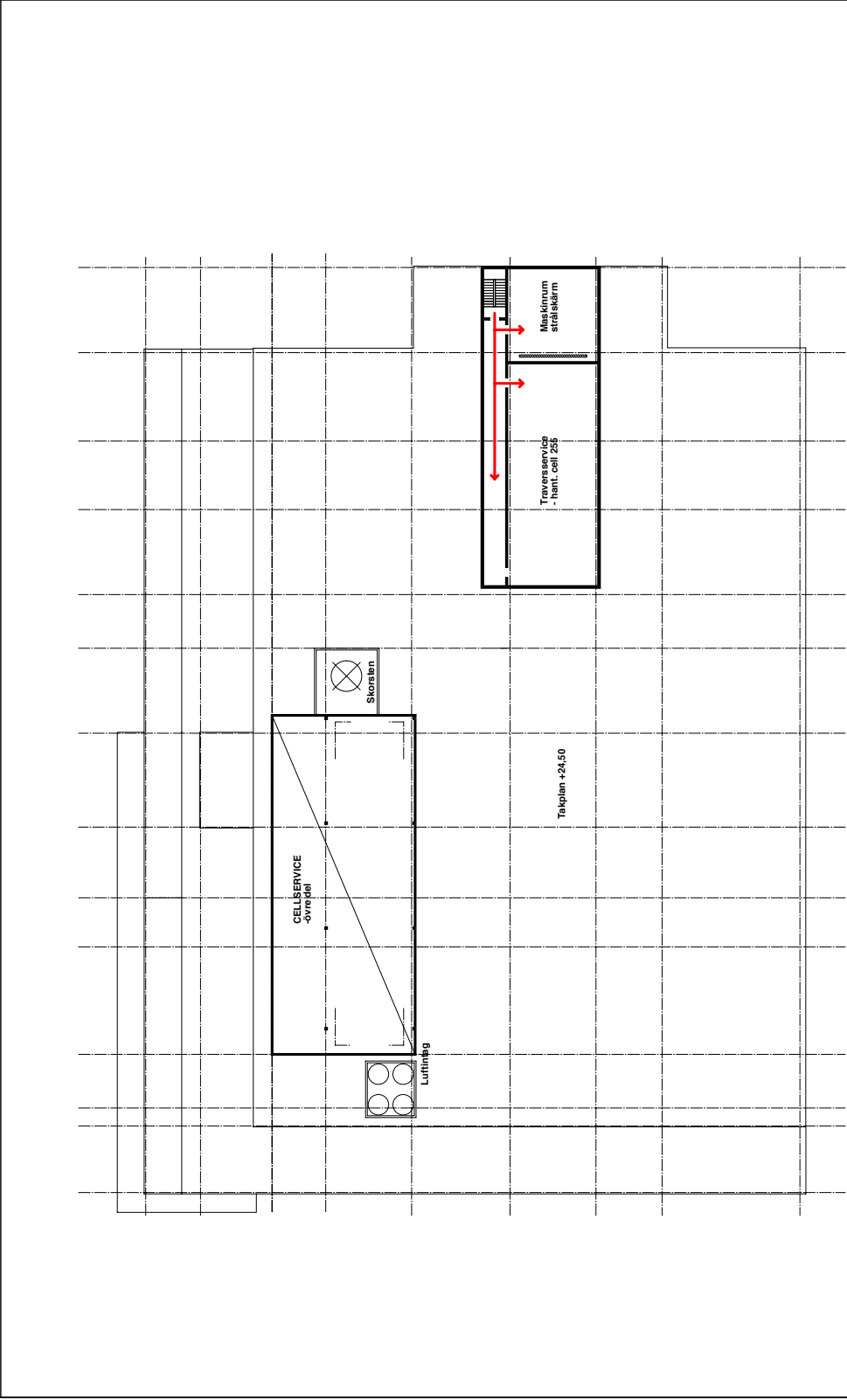
- Markbehov inklusive stängsel: 160 x 190 = 3040 kvm
- Max utbredning: Nord - Syd 105 meter
Öst - Väst 77 meter
- Bebyggd yta: 7220 kvm
- Total volym: 158760 kub











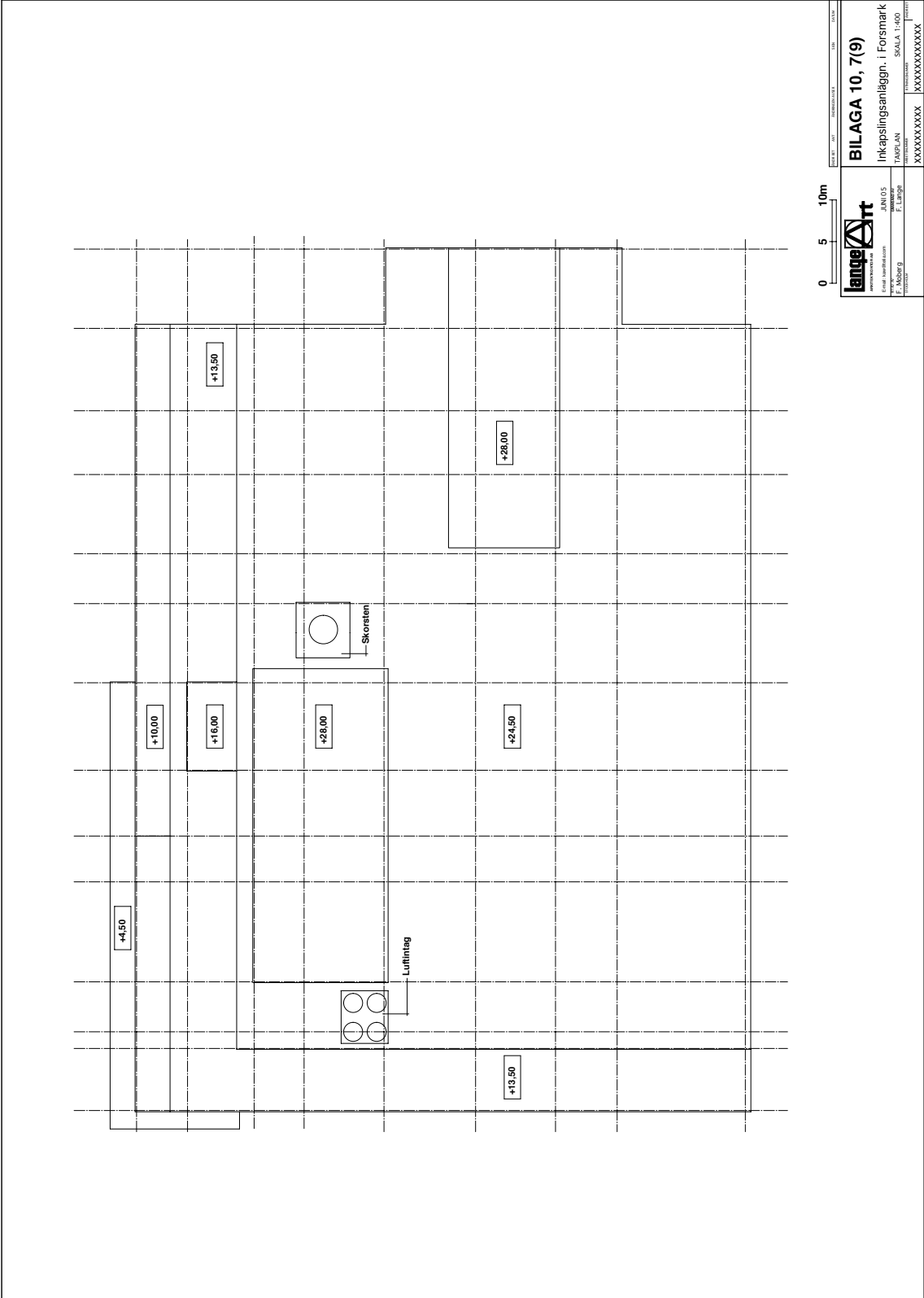
HUVUDKOMMUNIKATION
 ANGER OKONTROLLERAT OMRÅDE
 ANGER KONTROLLERAT OMRÅDE
 ANGER UTRYMMEN MED POTENTIELL
 RISK FÖR HÖGRE S IRRÄLINGSNIVA

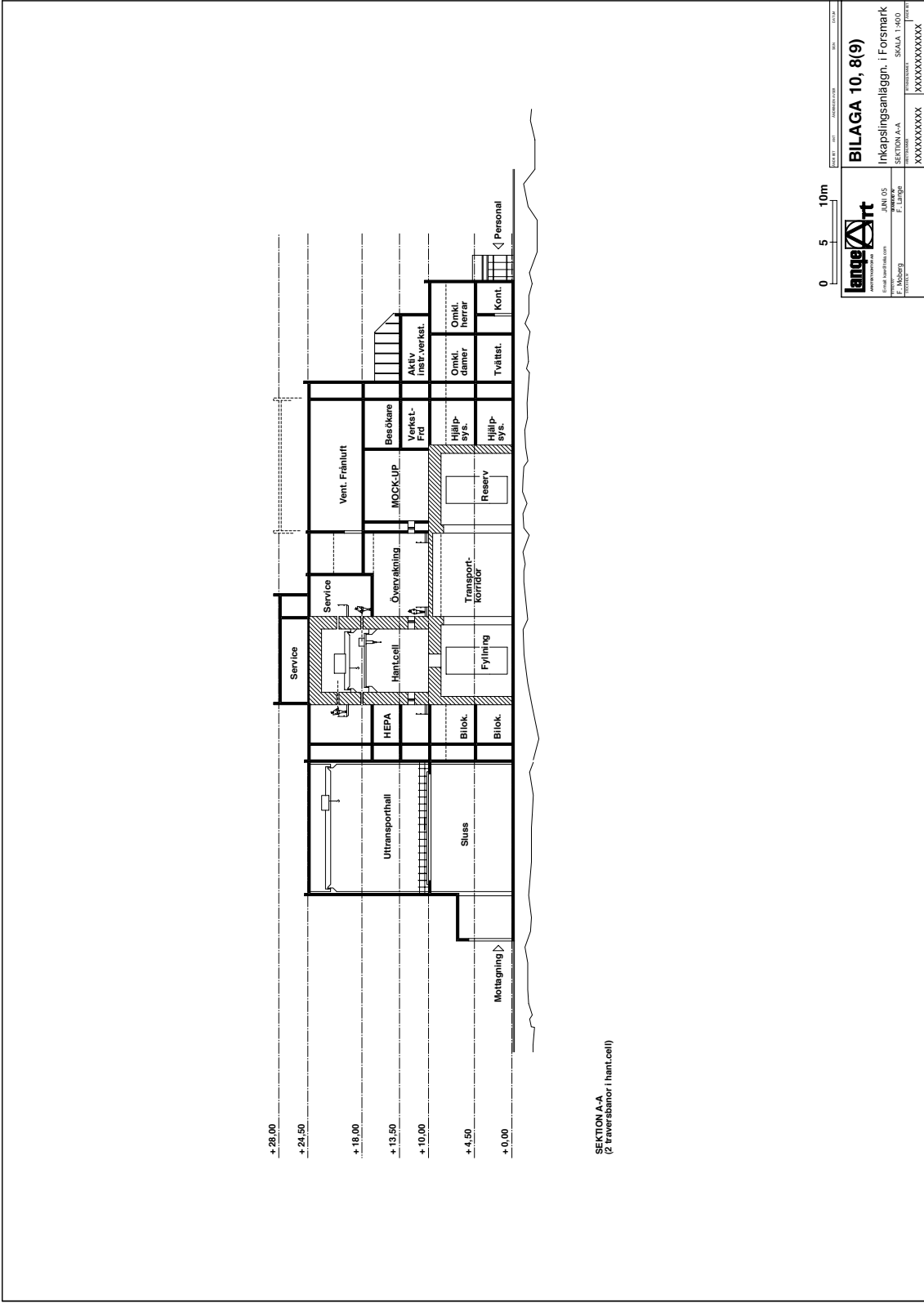
0 5 10m

lanceArt
 arkitektkontor
 AB
 SÖDERSTRÅKET 1
 S-141 34
 F. 0829 91 0000
 E. info@lanceart.se

BILAGA 10, 6(9)

Inkapslingsanläggning i Forsmark
 PLAN 7 24.50 (TAK)
 SKALA 1:400
 XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX





+26.00
 +24.50
 +19.00
 +13.50
 +10.00
 +4.50
 +0.00

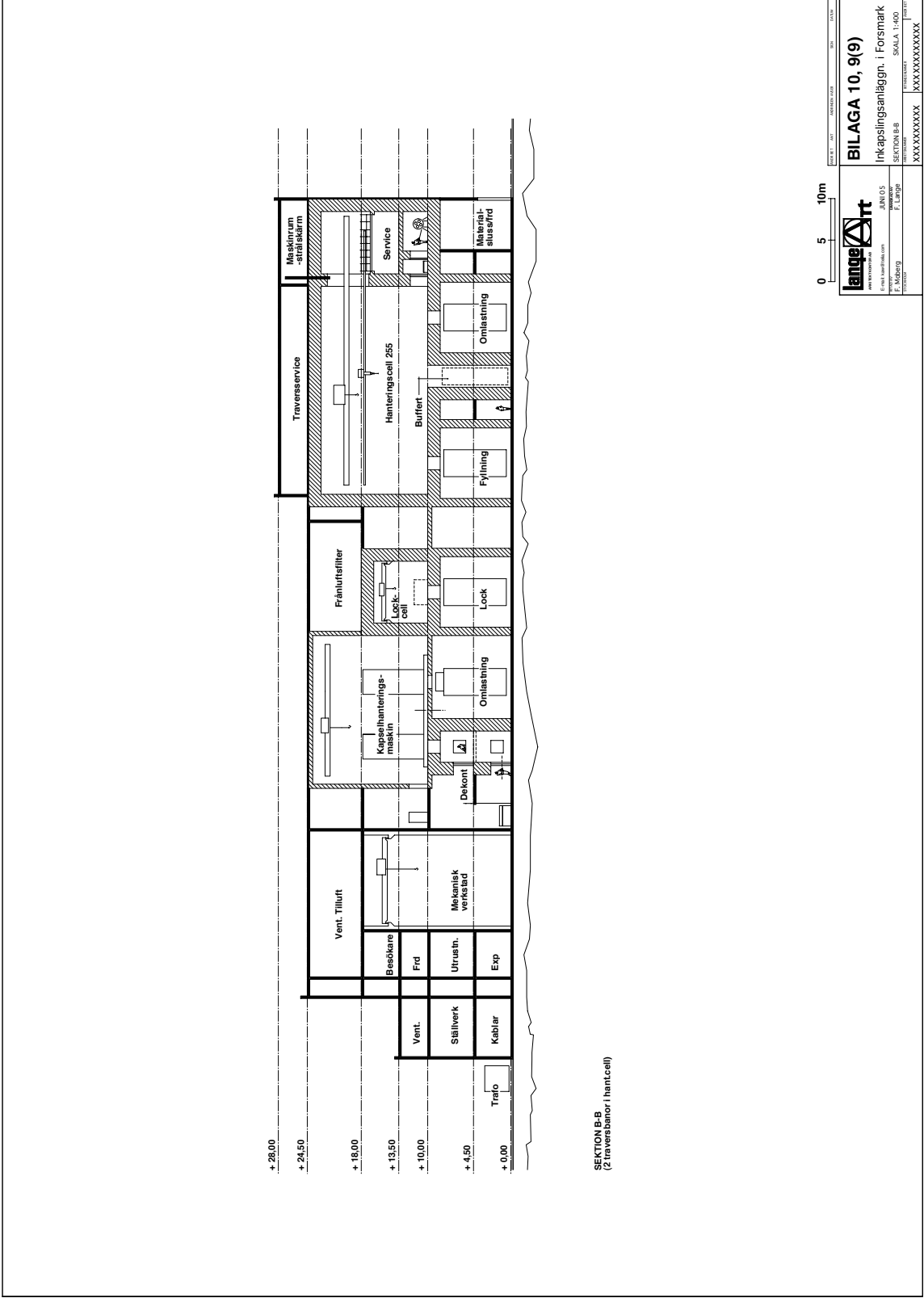
SEKTION A-A
 (2 Traversbanor / HamtLce1)

0 5 10m



BILAGA 10, 8(9)

Inkapslingsanläggning i Forsmark
 SEKTION A-A
 SKALA 1:400
 XXXXXXXXXXXX



SEKTION B-B
(2 traversbanor i hantcell)

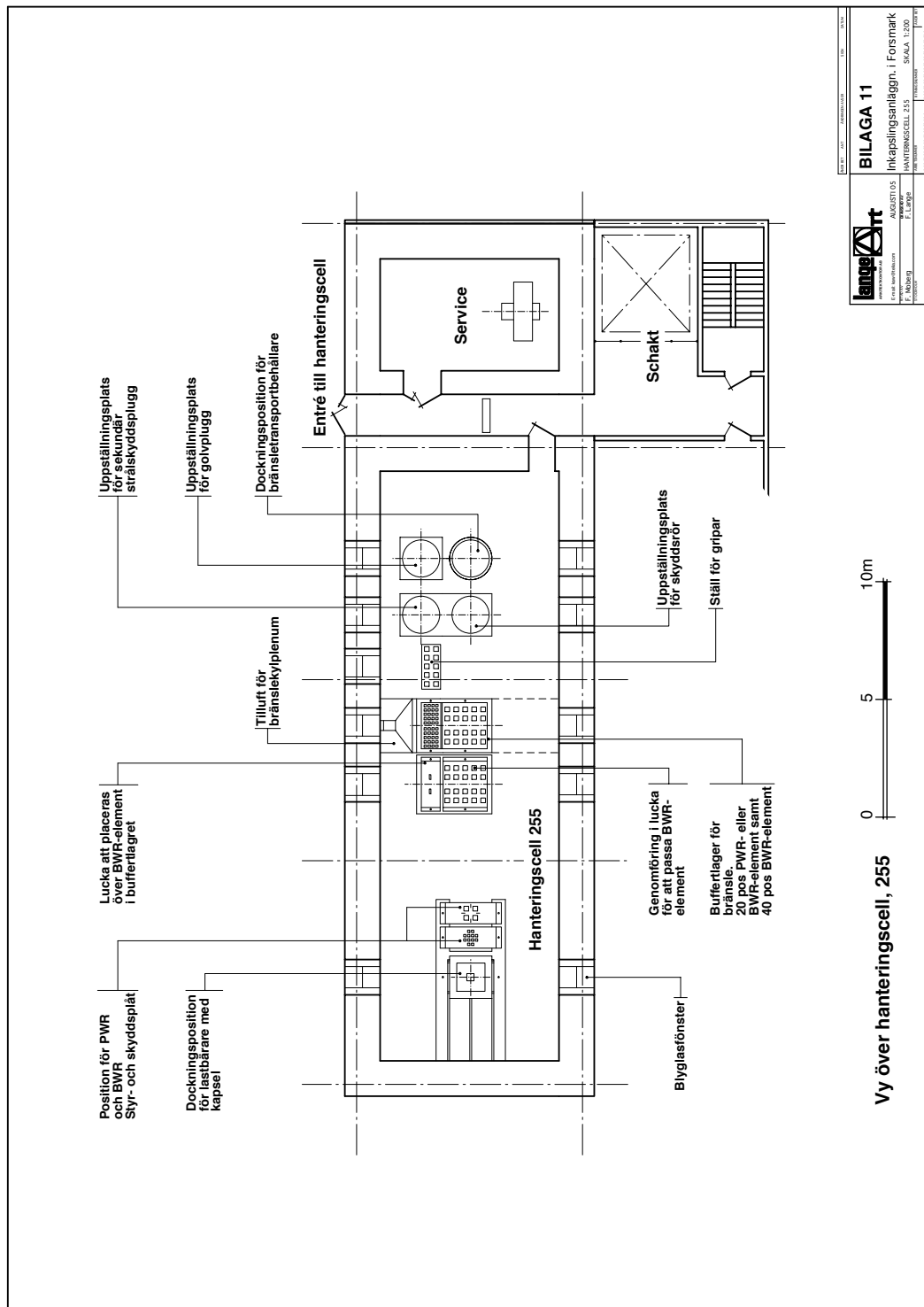
0 5 10m

lanceArt
Arkitektbyrå
Lance Art AB
F. Lagerberg

BILAGA 10, 9(9)
Inkapslingsanläggning i Forsmark
SEKTION B-B
XXXXXXX XXXXXXXXXX

ANFÖRNING
SKALA 1:400

Layout hanteringscell




BILAGA 11
 Inskapningsanlägg. i Forsmark
 AUGUSTI 05
 HANTERINGSCELL 255
 F. L. 1170
 XXXXXXXXX XXXXXXXXX