

14 december 2022

WSP

**Question today**  
*imagine tomorrow*  
create for the future

*John Smith, Vice President, Canada*

# Nödöppning av utskovsluckor

- Bakgrund
- Erfarenhetsinsamling
- Behov och krav
- Förberedelser ordinarie system
- System för nödöppning
- Jämförelse
- Slutsatser

30 min

Frågestund efter –  
spara frågorna till dess

Avbryt mig om det går  
för snabbt eller om jag  
är otydlig!

# Nödöppning av utskovsluckor

— Patrik Bennerstedt

— Love Ekström

[love.ekstrom@wsp.com](mailto:love.ekstrom@wsp.com)

010 722 78 34

— Andreas Halvarsson

— Håkan Bond





## Bakgrund

- Redundant kraftförsörjning till ordinarie system
- Redundans för elmotor med portabla system

- Vad händer om...



- Manövrera utskovslucka utan ordinarie system?

- Litteratur
- Erfarenheter i Sverige
- Erfarenheter internationellt
- Hur?



# Begreppen

## Ordinarie manövreringssystem

Avser att reglera magasinets vattenyta genom att anpassa turbin och utskovstappningar. Består ofta av nedanstående delsystem och komponenter:

- Vattennivåmätning
- VNR
- Fjärrstyrning
- Kraftmatning
- Luckspel

## Reservmanövreringssystem

Fast installerad utrustning och delsystem som med erforderlig prestanda ersätter utebliven funktion i det ordinarie systemet.

Följande komponenter och delsystem utgöra reservmanövreringssystemet:

- Redundant utrustning
- Motorer
- Likströmsexekyer (UMD - frekvensomriktare)
- Separata kabelvägar

## Nödmanövreringssystem

Delsystem som har lägre prestanda än det ordinarie systemet, och som ofta kräver åtgärder på plats för att fungera. Exempel på nödmanövreringskomponenter och delsystem kan vara:

- Mobil elkraftförsörjning
- Mobil lyftkraft (t.ex. domkrafter)
- Vevar och modifierade verktyg/maskiner

**SYSTEM FÖR NÖDÖPPNING**

## Internationella erfarenheter

- Ämnet nytt för de internationella deltagarna.
- Designfilosofi "N-1"



## Anläggnings specifika behov & krav



### BEHOV

- Manövertid
- Manöverkraft
- Manövreringsutrymme
- Risker vid oavsiktlig stängning
- Stängning efter nödöppning

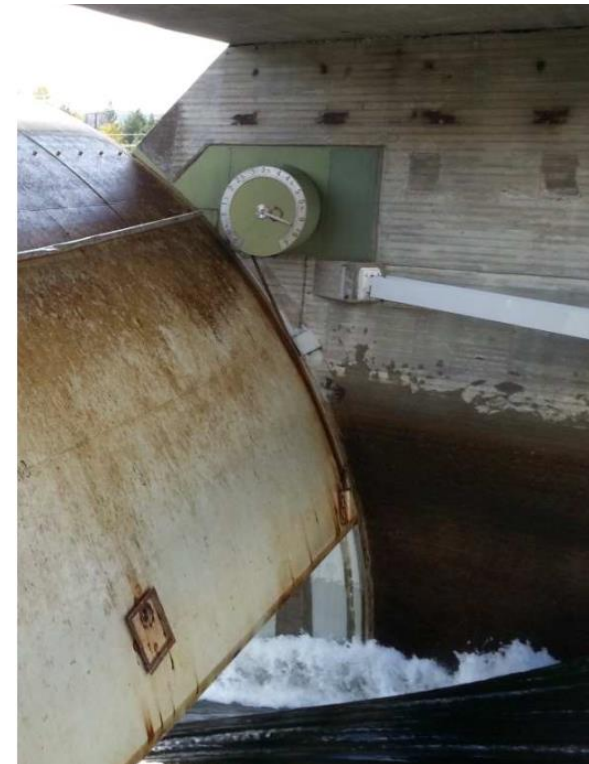
### ANDRA ASPEKTER

- Framkomlighet
- Verifikationstester
  - Instruktioner
- Underhåll
- Personsäkerhet
- Risk för skador på ordinarie system



# Ordinarie system och förberedelser

- Kuggstångsspel
- Skruvspel
- Hydraulcylindrar
- Lin- och kedjespel





## System för nödöppning Lyft med mobilkran

— RIDAS 2019 TV 9 Avbördande funktion:

*”Om lucköppning med hjälp av mobilkranar ska medräknas ska noggrann planering och även praktisk provning vara genomförda. Kranstorlekar och kranfirmor ska vara identifierade, kranuppställningsplats bestämd, lyftstroppar och liknande kopplingsdon framtagna, instruktioner upprättade och provlyft genomförda och dokumenterade. Vidare bör även möjlighet att i nödsituationer rekvirera mobilkran, samt att denna ska kunna ta sig till anläggningen med avseende på framkomlighet utvärderas. Även väder kan avsevärt försvåra användandet av mobilkran.”*

## System för nödöppning Lyft med mobilkran

- Lyft med en eller flera mobilkranar
- Har prövats vid ett antal anläggningar



# System för nödöppning

## Lyft med mobilkran

### Val av mobilkran

- Kapacitet
- Antal kranar
- Uppställningsplats – utrymme & bärighet

### Framkomlighet och bärighet

- Begränsande passager?
- Begränsas av snö, översvämmade / eroderade vägar, tjällossning, fallna träd.
- Bärighet

### Inställetid, tillgänglighet och stigningshastighet

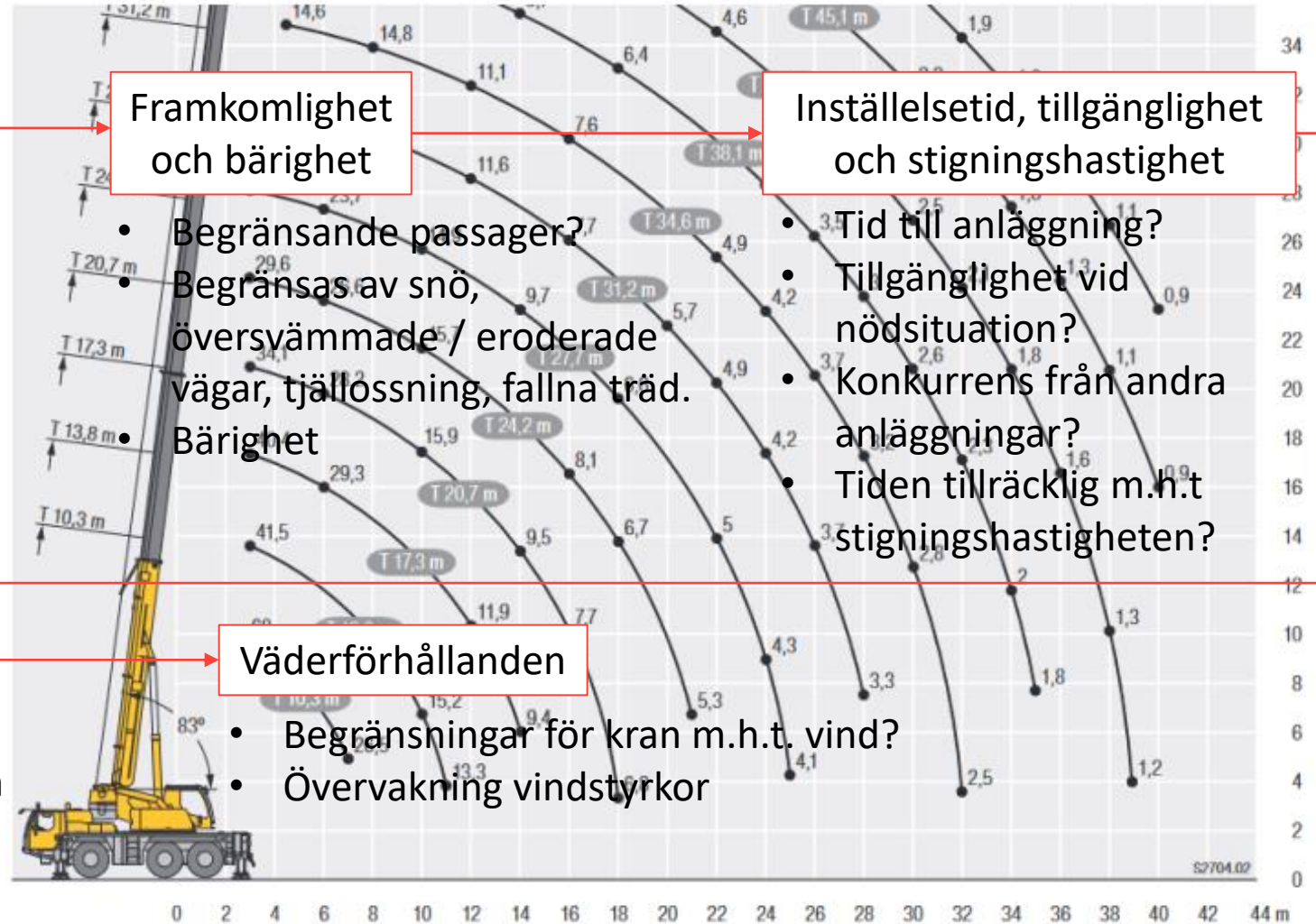
- Tid till anläggning?
- Tillgänglighet vid nödsituation?
- Konkurrens från andra anläggningar?
- Tiden tillräcklig m.h.t stigningshastigheten?

### Funktionalitet

- Går luckan ner av egentygnd?
- Behöver luckan låsas eller kan läget hållas av mobilkran?

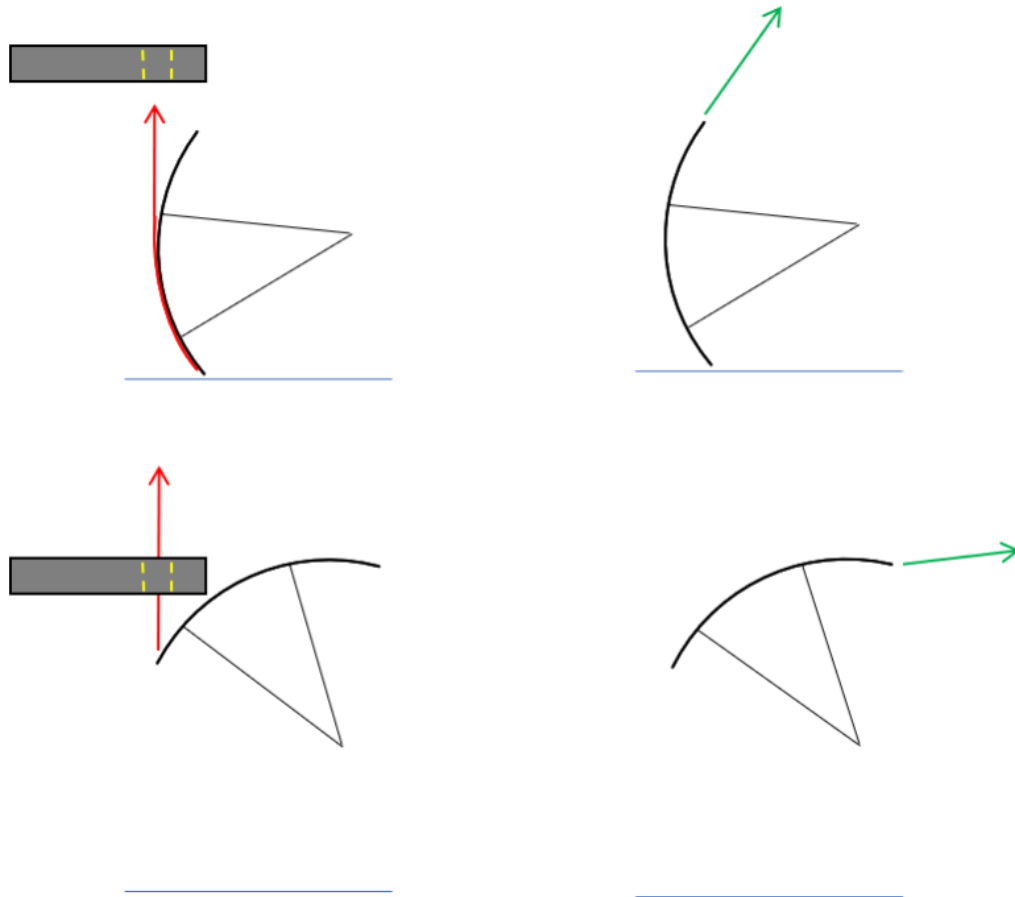
### Väderförhållanden

- Begränsningar för kran m.h.t. vind?
- Övervakning vindstyrkor



# System för nödöppning

## Lyft med mobilkran - segmentluckor

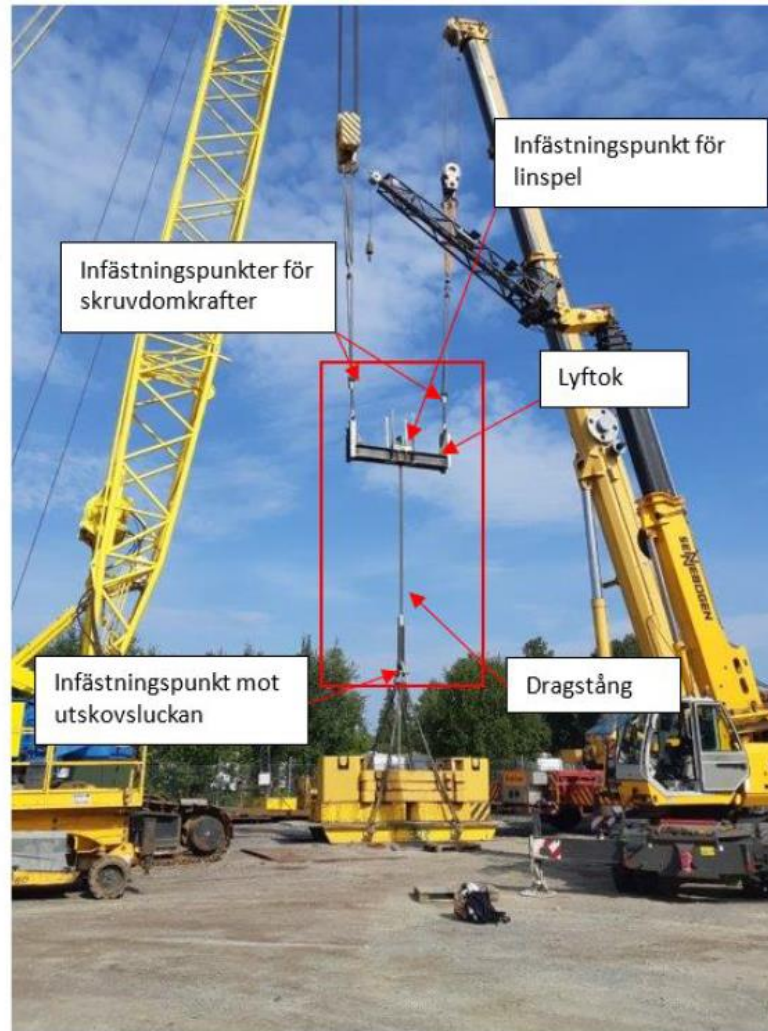
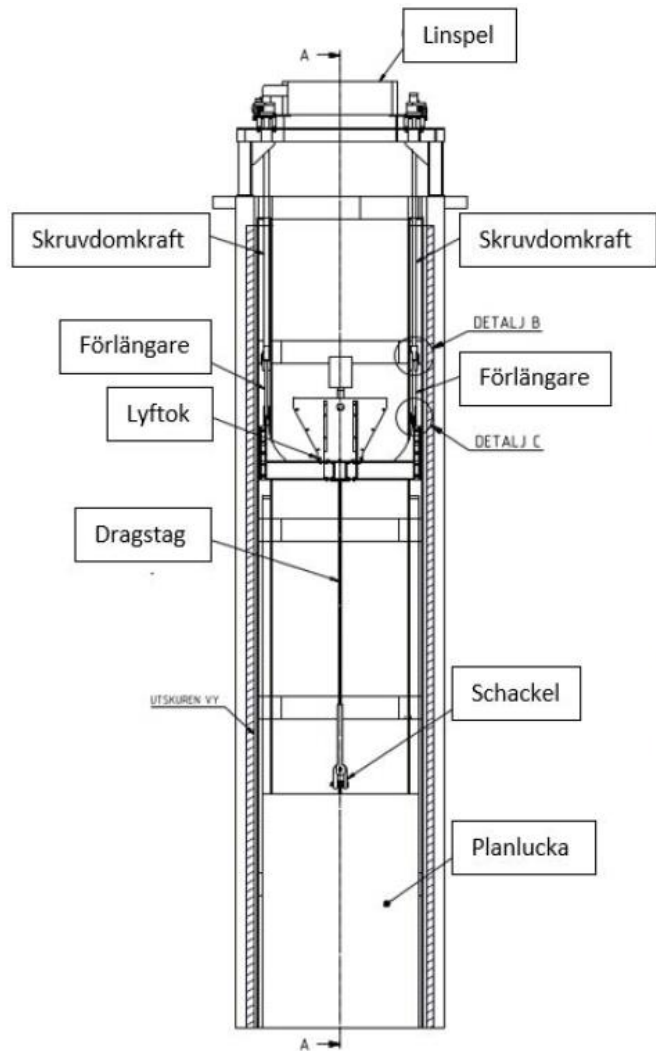




## System för nödöppning Lyft med mobilkran - ekonomi

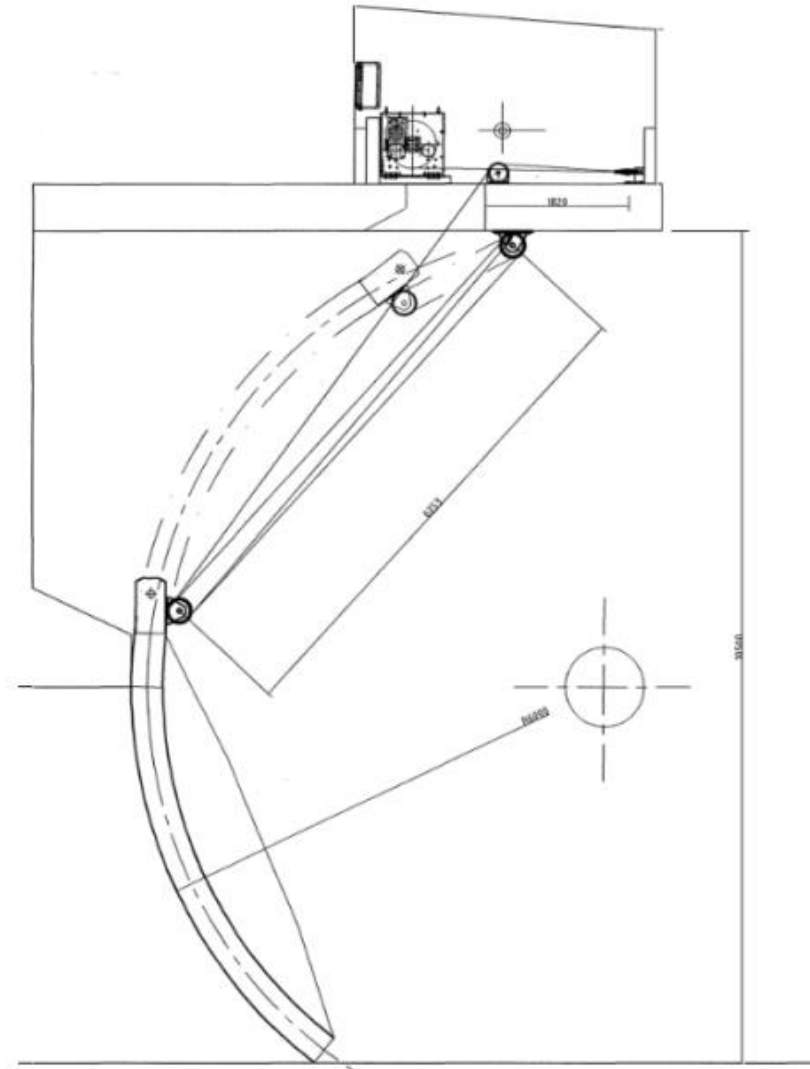
- Låga underhållskostnader
- Låga investeringskostnader
- Höga kostnader att testa

# System för nödöppning Externa spel - skruvdomkraft



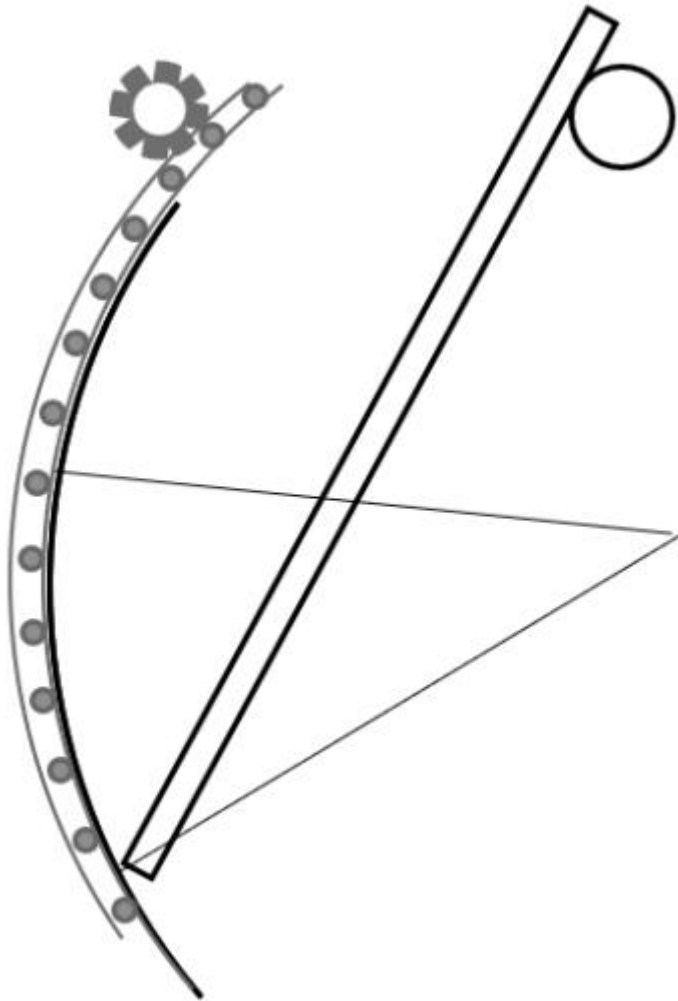
# System för nödöppning Externa spel - linspel

15



# System för nödöppning

## Externa spel – extra kuggstångsspel





## System för nödöppning Externa spel – extra hydraulcylinder

- Vridstyv lucka – lämpar sig inte att installera på befintlig lucka.
- Komplex system för att säkerställa att cylindrarna drar lika.



## Externa spel – sammanfattning

- Permanent installerade – kort manövertid
- Kräver generellt driftpersonal på plats
- Kan utformas för motsvarande manöverkraft, tillgänglighet och öppningshastighet som ordinarie system
- Goda förutsättningar för verifikationstest
- Kräver underhåll
- Höga investeringskostnader

# System för nödöppning ”Drakryggar”



# System för nödöppning ”Drakryggar”

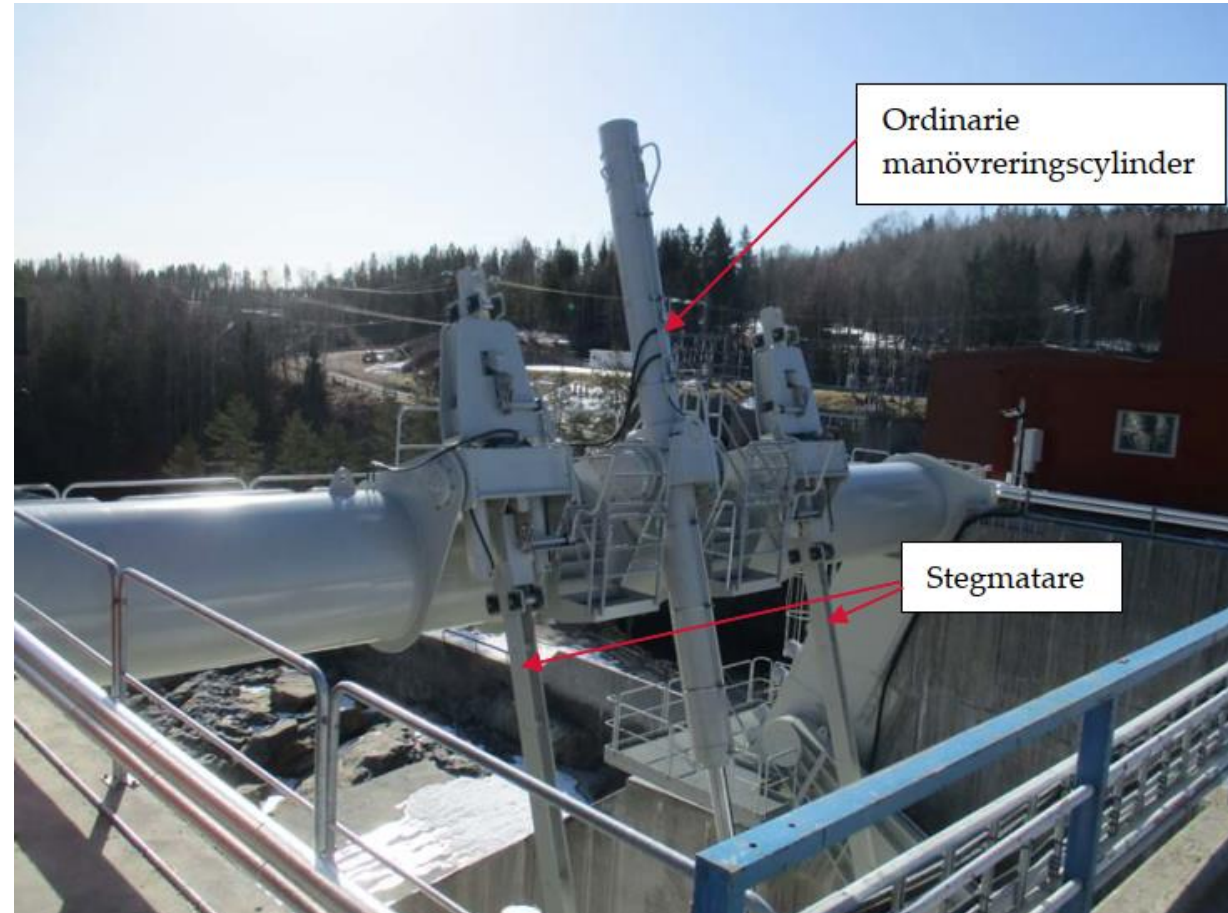
20

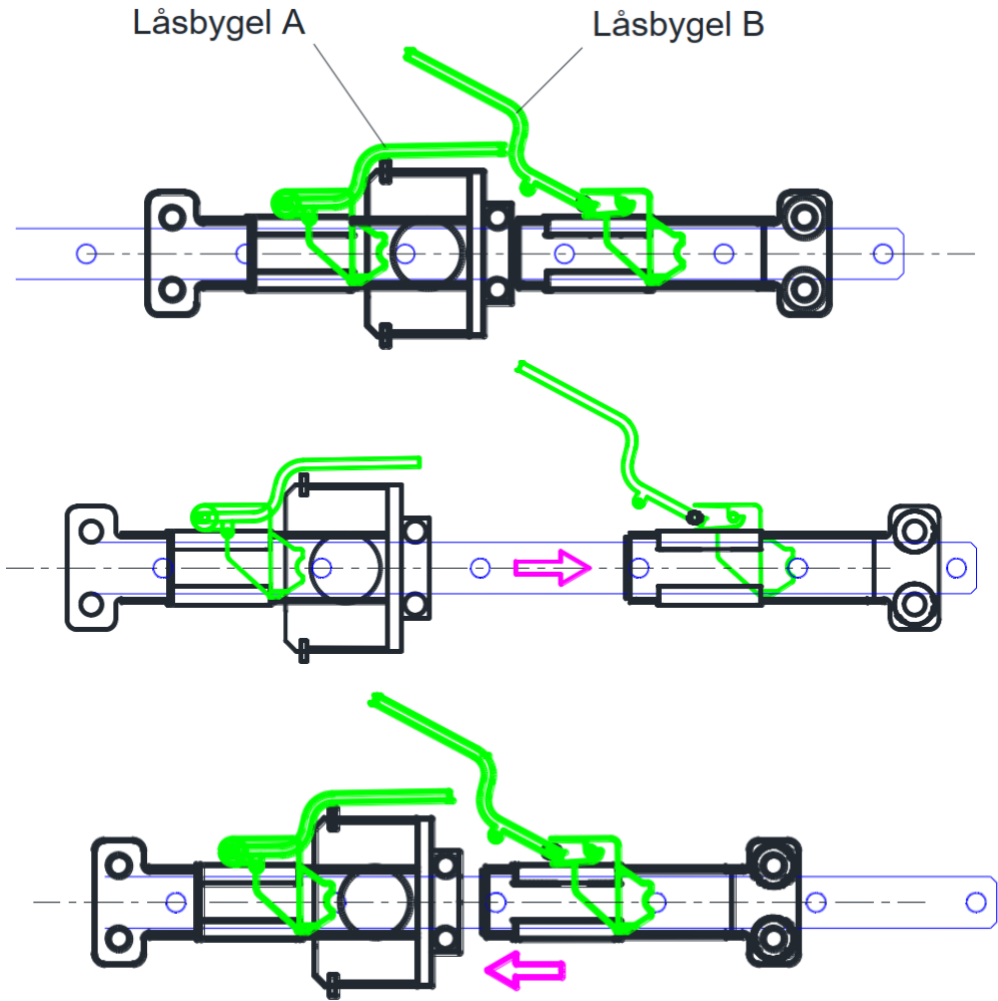




# System för nödöppning Stegmatare

21





## System för nödöppning ”Drakryggar” & stegmatrare

- Går ofta att installera på befintlig utskovslucka
- Helt separat system – god redundans
- Manuell aktivering
- ”Automatisk” öppning
- Manuell stängning
- Snabbt att aktivera – långsam öppning, ännu långsammare stängning
- Separat låsning av luckläge
- Mycket enkelt att testa
- Kräver underhåll av ingående komponenter
- Höga investeringskostnader

# Jämförelse - manövertid

Systemtyp	Kommentar	Tid till avbördning
Extra hydraulcylinder	Ingen manuell hantering och mycket snabb nödöppning av utskovslucka förutsatt att det finns kraftförsörjning till hydraulaggregat.	Minuter – någon timme
Traverskran	Manuell inkoppling mot lucka.	Minuter <sup>5</sup> – timmar
Pelarsvängkran	Manuell inkoppling mot lucka	Minuter <sup>5</sup> – timmar
Externt spel	Om det externa spelet inte är permanent monterat behöver spelet köras ut på plats. Manuell inkoppling mot lucka.	Minuter <sup>5</sup> – timmar
Drakryggar/ Stegmatare	Manuell aktivering av systemen. Under manövrering är hastigheten låg jämfört med ordinarie system på grund av omtag. Mer omfattande manuell hantering vid stängning.	Någon – flera timmar
Mobilkran	Beror av tillgänglighet och inställelsetid för mobilkran. Generellt bedöms tiden som åtgår för att nödöppna en utskovslucka med mobilkran som lång.	Flera timmar – dagar <sup>5</sup>



# Jämförelse – framkomlighet

Systemtyp	Kommentar	Framkomlighet
Extra hydraulcylinder	Kan köras automatiskt förutsatt att kraftförsörjning till hydraulaggregat är tillgänglig.	▲
Drakryggar/ Stegmatare	Manuell aktivering och körning av systemet. Relativt låg grad av manuella åtgärder. God framkomlighet till systemets hydraulcylindrar och låsanordningar krävs.	▲
Pelarsvängkran	Manuell inkoppling mot lucka erfordrar god framkomlighet till kopplingspunkt.	—
Traverskran	Manuell inkoppling mot lucka erfordrar god framkomlighet till kopplingspunkt.	—
Externt spel	Förutsatt att spelet inte är permanent installerat erfordras god framkomlighet för iordningställande av externt spel.  Manuell inkoppling mot lucka.	—
Mobilkran	God framkomlighet på vägsträckning till anläggning och på uppställningsplats erfordras. Känsligt för yttre faktorer som kan hindra framkomligheten.  Manuell inkoppling mot lucka erfordrar god framkomlighet till kopplingspunkt.	▼

# Jämförelse – oavsiktlig stängning

Systemtyp	Kommentar	Risk
Drakryggar/ Stegmatore	Systemet låses mekaniskt och förutsätter en manuell åtgärd på plats för att stänga utskovsluckan. Mycket låg risk för oavsiktlig stängning.	▲
Extra hydraulcylinder	Motsvarar risken för att ordinarie manövreringsystem oavsiktligt stänger luckan. Låg risk för oavsiktlig stängning.	▲
Externt spel	Håller normalt luckläge. Låg risk för oavsiktlig stängning. Spel placerade på brobana finns risk för påkörning som kan orsaka stängning.	▬
Pelarsvängkran	En hängande last medför en risk för oavsiktlig stängning i händelse av mekaniskt fel i telfer eller andra delar av lyftutrustning. Fristående mekanisk låsning av lucka rekommenderas.	▼
Traverskran	En hängande last medför en risk för oavsiktlig stängning i händelse av mekaniskt fel i telfer eller andra delar av lyftutrustning. Fristående mekanisk låsning av lucka rekommenderas.	▼
Mobilkran	Hårda vindar kan tvinga mobilkranföraren att avbryta lyft. Mobilkranen behöver vara igång och bemannad för att kunna hålla lasten. En hängande last medför en risk för oavsiktlig stängning i händelse av mekaniskt fel i vinsch eller andra delar av lyftutrustning. Fristående mekanisk låsning av lucka rekommenderas.	▼

# Jämförelse – stängning av utskovslucka efter öppning

Systemtyp	Kommentar	Insats stängning
Extra hydraulcylinder	Då den extra hydraulcylindern utgör en del av det ordinarie manövreringssystemet krävs ingen speciell insats vid stängning av utskovslucka.	▲
Externt spel	Insatser i motsvarande omfattning som vid öppning.	▬
Pelarsvängkran	Insatser i motsvarande omfattning som vid öppning.	▬
Traverskran	Insatser i motsvarande omfattning som vid öppning.	▬
Mobilkran	Insatser i samma omfattning som vid öppning.  Om mobilkranen har lämnat anläggning krävs god framförhållning även för stängningssekvensen.	▼
Drakryggar/ Stegmatore	Kräver insatser i betydligt större omfattning än vid öppning. Enkel återgång till manövrering med ordinarie system.	▼

# Jämförelse - verifikationstest

Systemtyp	Kommentar	Förutsättningar verifikationstest
Extra hydraulcylinder	Mycket goda förutsättningar. Oljetillförseln kan stängas av till en hydraulcylinder vid normal luckdrift.	▲
Drakryggar/ Stegmatare	Mycket goda förutsättningar. Utskovsluckan kan manövreras med systemet för nödöppning under normal luckdrift med mindre åtgärder.	▲
Pelarsvängkran	Mycket goda förutsättningar. Manuell inkoppling mot lucka.	▲
Traverskran	Mycket goda förutsättningar. Manuell inkoppling mot lucka.	▲
Externt spel	Goda förutsättningar. Större insats än för systemen ovan då systemets ingående delar oftast inte är permanent monterade.	▬
Mobilkran	Höga kostnader för att ordna mobilkran. Eventuell risk för slitage på mobilkranens lyftvagnar.	▼



# Jämförelse underhåll

Systemtyp	Kommentar	Behov av underhåll
Mobilkran	Lågt underhållsbehov. Eventuella permanent monterade delar (linor, plattstänger eller liknande) för systemet kräver regelbunden inspektion och utbyte vid behov.	▲
Extra hydraulcylinder	Motsvarar i det närmaste underhållsbehovet på ordinarie manövreringssystem.	—
Drakryggar/ Stegmatare	Motsvarar i det närmaste underhållsbehovet på ordinarie manövreringssystem.	—
Externt spel	Motsvarar i det närmaste underhållsbehovet på ordinarie manövreringssystem. Eventuella permanent monterade delar (linor, plattstänger eller liknande) för systemet kräver regelbunden inspektion och utbyte vid behov.	▼
Pelarsvängkran	Regelbundet underhåll av telfer och svängkranslager. Eventuella permanent monterade delar (linor, plattstänger eller liknande) för systemet kräver regelbunden inspektion och utbyte vid behov.	▼
Traverskran	Regelbundet underhåll av lyftutrustning. Eventuella permanent monterade delar (linor, plattstänger eller liknande) för systemet kräver regelbunden inspektion och utbyte vid behov.	▼

# Jämförelse kostnader

Systemtyp	Kommentar
Extra hydraulcylinder	Höga investeringskostnader i huvudsak bestående av kostnad för extra hydraulcylinder, mer komplicerat hydraulaggregat och mer stål i lucka för att uppnå erforderad styvhet.  Mycket låga kostnader förknippade med verifikationstest och skarp nödöppning.
Drakryggar/ Stegmatare	Höga investeringskostnader i huvudsak bestående av två mindre hydraulcylindrar, externt hydraulaggregat och extra stålkonstruktioner på lucka.  Mycket låga kostnader förknippade med verifikationstest och skarp nödöppning.
Externt spel	Höga investeringskostnader. Beror av typ av spel.  Underhållskostnader beror på typ av spel.  Låga kostnader förknippade med verifikationstest och skarp nödöppning.
Pelarsvängkran	Höga investeringskostnader.  Låga kostnader förknippade med verifikationstest och skarp nödöppning.
Traverskran	Mycket höga investeringskostnader.  Låga kostnader förknippade med verifikationstest och skarp nödöppning.
Mobilkran	Låga investeringskostnader.  Mycket låga kostnader för underhåll.  Höga kostnader i samband med verifikationstest och för att använda skarpt vid nödöppning.

# Jämförelse sammanställning

System- typ	Manöver- tid	Fram- komlighet	Oavsiktlig stängning	Stängning	Verifikations- test	Underhåll
Extra hydraul- cylinder	▲	▲	▲	▲	▲	—
Drak- ryggar/ Steg- matare	—	▲	▲	▼	▲	—
Pelar- svängkra- n	—	▲	▼	—	▲	▼
Travers- kran	—	▲	▼	—	▲	▼
Externt spel	—	—	—	—	—	▼
Mobil- kran	▼	▼	▼	▼	▼	▲

## Slutsatser

- Ett antal olika typer av system finns installerade på anläggningar i Sverige
- Mindre vanligt i USA och Kanada
- Krav på och behov av system för nödöppning skiljer sig mellan anläggningar
- Det system som diskuteras mest – mobilkran – bedöms vara det generellt minst säkra.
- Låga investerings- och underhållskostnader
- Personsäkerhet, underhåll, instruktioner och provning av systemet viktigt oavsett systemtyp



*”Om lucköppning med hjälp av mobilkranar ska medräknas ska noggrann planering och även praktisk provning vara genomförda. Kranstorlekar och kranfirmor ska vara identifierade, kranuppställningsplats bestämd, lyftstroppar och liknande kopplingsdon framtagna, instruktioner upprättade och provlyft genomförda och dokumenterade. Vidare bör även möjlighet att i nödsituationer rekvirera mobilkran, samt att denna ska kunna ta sig till anläggningen med avseende på framkomlighet utvärderas. Även väder kan avsevärt försvåra användandet av mobilkran.”*

# Tack!

Anders Bertilsson (Statkraft), Anders Marklund (Vattenfall), Anna Engström Meyer (Svenska kraftnät), Daniel Sjöstedt (Skellefteå Kraft), Per Bylander (Fortum), Per Elvnejd (Skellefteälvens Vattenregleringsföretag) och Rikard Hellgren (Svenska kraftnät), Daniel Edman (Sweco), Harvey Walsh (WSP Kanada), Jeff Barnard (WSP Kanada), Jerry Westermann (Hatch)

[wsp.com](http://wsp.com)

wsp

wsp