

1993-01-21

Per Linder

Södra Bergmästarämbetet
Att. Östen Back
Holmgatan 16
791 71 FALUN



RANSTADSVERKET, SLUTKARTOR

Från Skövde All-kopia AB översändes i december 1992 kopior av slutkartor över underjordsdelen av Ranstadsverket. Fyra av kartorna är ritade i koordinatsystem 5 gon V 05 och samma områden är ritade i 2,5 gon V 1938 på fyra andra kartor. Överräkningen mellan de olika koordinatsystemen är ej enkel och kan ske med hjälp av bifogade tabeller och formler:

Beräkningen får ske i flera steg. Först måste 2,5 gon V 38 transformerar till 2,5 gon V region 05 (Vänerregionen) enligt formlerna på sidorna 1-2 och därefter får man räkna "Byte av meridian" enligt formlerna på sidorna 11-13, för att komma till 5 gon V region 05 (Vänerregionen).

För att komma andra vägen, från 5 gon V 05 till 2,5 gon V 1938, får man gå bakvägen och ta beräkningarna i omvänd ordning.

För beskrivning av anläggningen bifogas några handlingar:

- Teknisk beskrivning Nov 1980: utdrag
- Återställning i Ranstad. Redovisning för programskedet
- Broschyr beskrivande återställningsprojektet.

Vi hoppas att vi därmed har tillgodosett behovet av dokumentation i samband med brytningskoncessionens upphörande.

Med vänlig hälsning

Per Linder
Studsvik EcoSafe

Bilagor: Enligt ovan

BRRAN/IF

Studsvik EcoSafe är en enhet i Studsvik AB – Studsvik EcoSafe is a department of Studsvik AB

Postadress – Postal address	Telefon – Phone	Telex	Telefax	Bankgiro – Banking account	Postgiro – Postal account
Studsvik EcoSafe S-611 82 NYKÖPING Sweden	Nat 0155-22 10 00 Int +46 155 22 10 00	64013 studs s	Nat 0155-26 31 17 Int +46 155 26 31 17	330-0670	35 48 92-2

LEROMÅSTÄMMANDE
 LUDDA DISTRIKTET
 D.nr 570 - 3332/92
 LK 1993 -01- 2

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

TEXT	Sid.
1. INLEDNING	
1.1 Orientering	1
1.2 Samråd med myndigheter	2
1.3 Erforderliga prövningar	3
2. HITTILLSVARANDE VERKSAMHET	
2.1 Ursprungliga anläggningar	4
2.2 Produktionsverksamhet	7
2.3 Nuvarande verksamhet	7
3. NUVARANDE TILLSTÅND	
3.1 Brytningskoncession	10
3.2 Vattendomar	10
3.3 Tillstånd enligt atomenergilagen	12
4. PLANERAD VERKSAMHET	
4.1 Allmänt	13
4.2 Uranproduktion	14
4.3 Utvinning av biprodukter	14
4.4 Produktionsvolymer	15
4.5 Processutveckling	15
5. PLANERADE GRUVANLÄGGNINGAR	
5.1 Allmänt	19
5.2 Geologi	19
5.3 Gruvbrytning	25
5.3.1 Allmänt	25
5.3.2 Dagbrott	26
5.3.3 Underjordsgruva	28
5.3.31 Brytningsteknik	28
5.3.32 Hållfasthet	30
5.3.33 Ventilationsanläggningar	30

November 1980

TEKNISK BESKRIVNING

Över projekt Ranstad med därav följande miljöpåverkan

1. INLEDNING

1.1 Orientering

Under åren 1960-65 uppförde AB Atomenergi (numera Studsvik Energiteknik AB) vid Ranstad en anläggning, Ranstadsverket, för utvinning av uran ur alunskiffer-tillgångarna i Ranstadsområdet. Till en början bedrevs verksamheten för produktion av uran. Under senare år har verksamheten i stort sett omfattat endast forskning och utveckling avseende processer för utvinning av uran och andra beståndsdelar ur skiffern.

Verksamheten vid Ranstad bedrevs fram till år 1975 av AB Atomenergi, därefter fram till år 1978 i enlighet med ett samarbetsavtal mellan AB Atomenergi, LKAB och Statens Vattenfallsverk. I oktober 1978 köptes anläggningarna vid Ranstadsverket av det nybildade Ranstad Skifferaktiebolag (RSA) och den vid verket befintliga personalen erbjöds anställning i detta bolag.

Planer på utvidgning av verksamheten vid Ranstad har tidigare förelegat vid två tillfällen, dels 1975 med ett projekt för en skifferbrytning av 6 Mton/år (projekt Ranstad 75), dels 1977 med ett projekt för en skifferbrytning av 1 Mton/år samt forskning och utveckling av metoder för en mera fullständig utvinning av olika ämnen i skiffern (mineralprojekt Ranstad).

RSA har nu efter ytterligare studier utvecklat ett nytt projekt, baserat på en årlig skifferbrytning av 2,2 Mton. Syftet är härvid att i första hand utvinna uran samt vissa andra ämnen. Vid sidan av produktionsverksamheten avser bolaget att fortsätta forsknings- och utvecklingsarbetet, varvid inriktningen är att tillgodogöra sig flera av de värdefulla beståndsdelarna i skiffern.

Det för verksamheten berörda området är beläget inom Skövde och Falköpings kommuner (bil. 1 och 2).

Föreliggande beskrivning redogör i huvudsak för erforderliga anläggningar, de processer som är avsedda att tillämpas samt olika frågor angående miljöpåverkan.

1.2 Samråd med myndigheter

I samband med ovannämnda tidigare projekt har vid flera tillfällen samråd i tekniska frågor skett med olika myndigheter och institutioner, framförallt Statens Naturvårdsverk (SNV), Statens Strålskyddsinstitut (SSI), Länsstyrelsen i Skaraborgs Län och berörda kommuner.

1.3 Erforderliga prövningar

Föreliggande beskrivning är avsedd att ligga till grund för dels ansökan till regeringen för tillstånd enligt § 136 a byggnadslagen, dels ansökan till koncessionsnämnden för miljöskydd angående tillstånd enligt miljöskyddslagen.

Dessutom beräknas tillstånd enligt följande lagar erfordras:

- Lagen om vissa mineralfyndigheter
(för utvinning av uran)
- Gruvlagen (för utvinning av molybden)
- Atomenergilagen
- Vattenlagen (när Pösan behöver omläggas)

Förutom dessa prövningar, som sker efter ansökan från bolaget, erfordras för industrianläggningarna planläggning enligt byggnadslagen, som sker genom kommunal planering.

2. HITTILLSVARANDE VERKSAMHET

2.1 Ursprungliga anläggningar

Anläggningen i Ranstad är lokaliserad 15 km söder om Skövde centralt i Billingen-Falbygdens uranförande skifferlager. Avgörande motiv för anläggningens lokalisering har varit tillgången till ett område med möjlighet till dagbrytning av skiffer med jämförelsevis god uranhalt, lämpliga områden för industritomt och för utläggning av restprodukter.

Den ursprungliga anläggningen uppfördes under åren 1960-1965. Dess utseende framgår av översiktsplan i bil. 3 och perspektivskiss i bil. 4. Den omfattar dagbrott, under jord placerad krossanläggning, silo, sovringsverk, mellanlager, lakverk med jonbyteri och vätske-extraktionsanläggning, neutraliseringsverk, deponeringsområde, verkstäder, garage, kontor, matsal, ångcentral samt anläggningar för elförsörjning, vattenförsörjning och avlopp.

Investeringskostnaden för anläggningen har uppgått till ca 140 Mkr i 1965 års penningvärde, vilket i nuvarande penningvärde motsvarar ca 400 Mkr.

Industrianläggningarna utfördes ursprungligen för uranproduktion enligt processchema i fig. 1 och följande sammanfattande beskrivning:

Anläggningen dimensionerades för en kapacitet av ca 0,9 Mton bruten skiffer per år. Brytningen skedde i dagbrott, beläget 1 km öster om industrianläggningarna (bil. 2). Skiffern transporterades i truckar till grovkross och krossades till stycken -500 mm (mindre än 500 mm). Material under 6 mm avlägsnades som restprodukt. Därefter avskiljdes orsten (i skiffern inlagrad kalksten) ur skiffern

i en sjunk- och flytanläggning. Orstenen transporterades bort som restprodukt.

Den sovrade skiffern krossades till en kornstorlek av -3 mm. Därvid erhöles 10 % av materialet som damm, vilket avskiljdes och transporterades ut som avfall. Skiffern lades ut på mellanlagret. Efter 3 veckors lagring lakades skiffern under 3 dygn med svavelsyra. Lakverket omfattade 4 laksumpar, vardera rymmande ca 2 000 ton lakgods. Ur laklösningen utvanns uran med hjälp av jonbytare, renades genom vätskeextraktion och fälldes ut som natriumuranat.

Den vid lakningen erhållna på uran urlakade skiffern (lakresten) transporterades med truckar till ett ca 30 ha stort deponeringsområde, beläget omedelbart väster om verksamrådet. Restlösningen efter utvinning av uranet neutraliserades med kalkstensmjöl under luftoxidation och det bildade slammet pumpades ut till samma område.

Vattnet från deponeringsområdet samlades upp i en uppsamlingssjö och renades i ett industriavloppsverk, varefter det via en magasineringssjö pumpades till Hornborgaån vid Fjällåkra ca 4 km uppströms åns inflöde i Hornborgasjön (bil. 5). Industriavloppsverket är utfört för oxidation, neutralisering med hydratkalk och sedimentering. Verket, som är nyrenoverat, används fortfarande för rening av det vatten, som innehåller sura vittringsprodukter från deponeringsområdet.

Försörjningen med svavelsyra och hydratkalk har tillgodosetts genom inköp, under det att kalksten för neutralisation framställts av egen råvara. Vattenbehovet har täckts genom vattenuttag i egna brunnar. För

det sanitära avloppsvattnet från industrianläggningarna finns ett särskilt avloppsreningsverk för mekanisk och biologisk rening. Det renade avloppsvattnet utsläpps i Marbäcken, som är ett biflöde till Pösan - Horborgaån - Fläan (bil. 5).

2.2 Produktionsverksamhet

Under perioden 1965-1969 drevs Ranstadsverket för uranproduktion med ungefär halv nominell kapacitet. Under tiden närmast därefter reducerades produktionen och samtidigt övergick man successivt till försöksverksamhet.

Under produktionsperioden har brutits sammanlagt ca 2 Mton skiffer, som efter behandling resulterat i ca 200 ton urankoncentrat.

2.3 Nuvarande verksamhet

Efter ovannämnda produktionsperiod har verksamheten övergått till forsknings- och utvecklingsarbete avseende dels uranutvinning, dels utvinning av andra ämnen ur skiffer. Därvid har en del av processutrustningarna ersatts med installationer i pilotskala, anpassade för försöksändamål. I samband därmed har materialgenomsättningen reducerats mycket kraftigt och uppgått till några tusen årston.

Mineralberedningen, dvs krossning, sovring och utläggning på mellanlager sker i ursprungliga anläggningar, som numera drivs kampanjvis för framställning av det material som erfordras för försöksverksamheten. Drifttiden för denna processkedja är för närvarande ca 2 skift per månad.

Den ursprungliga processanläggningen för lakning och upparbetning av laklösning, byggd för en genomsätt-

ning av 2 000 ton skiffer per dygn, är helt avställd och huvuddelen av utrustningen för utvinning av uran ur laklösning är även demonterad. Motsvarande processer genomförs i nyuppförda pilotanläggningar, omfattande

- Laksystem för perkolationslakning med svavelsyra av ca 6 ton skiffer per dygn med laktid upp till 6 dygn, temperatur upp till ca 70°C.
- Vätskeextraktionsanläggning av mixer-settlertyp för ca 2 liter per minut ingående laklösning, med amin som extraktionsmedel samt tillhörande återextraktions- och fällningssteg för framställning av koncentrat av typ natriumuranat eller ammoniumuranat. I anslutning med återextraktionssteget finns en försöksanläggning för utvinning av molybden.
- Anläggning för stegvis neutralisation av uranbefriad lösning från extraktionsanläggningen, dimensionerad för ett flöde av 5 liter per minut. I ett första neutralisationssteg fälls aluminium tillsammans med gips och i ett andra steg fälls järn som götit, likaså tillsammans med gips. I återstående lösning kvarstår de lösliga salterna (huvudsakligen kalium- och magnesiumsalter) som kan utvinnas genom indunstning av en delström, medan resten återcirkuleras till lakningen. För närvarande ingår ej indunstningssteget i den fasta installationen, medan återcirkulation till lakning kan ske. Fällningarna från de båda neutralisationsstegen tas ut via ett bandfilter.

De små mängder urankoncentrat, som erhålls från de beskrivna försöksanläggningarna, tas fram laboriemässigt med hjälp av torkugn och hantering i drag-skåp av torrt koncentrat.

Förutom ovannämnda försöksverksamhet för processer, som i huvudsak hör ihop med uranutvinning, pågår processutveckling, som syftar till en mera fullständig utvinning ur skiffern. Således kan nämnas att en pilotugn för förgasning av skiffer och lakrest med en inmatningskapacitet av ca 6 ton/d finns installerad. Kemisk processutveckling har hittills skett i laboratorieskala. Projektering av större försöksutrustning pågår och vissa delar har beställts (jfr kap. 6.8).

Förutom ovannämnda försök angående processutveckling har också utförts försök rörande lakrestdeponering i kombination med rekultivering. För studium av effekten av lakrestdeponering finns en försökshög i stor skala (15 000 ton) uppbyggd. För att studera rekultiveringsfrågan har ca 30 ha mark iordningstänkts som tidigare berörts av dagbrottsverksamhet. Inom detta område testas olika jordarter och olika växtlighet. Uppläggningsen av dessa försök samt resultaten därav redovisas i kap. 7.

3. NUVARANDE TILLSTÅND

3.1 Brytningskoncession

Enligt beslut av Kungl. Maj:t 1960-09-01 beviljades AB Atomenergi koncession att i enlighet med lagen den 28 maj 1886 angående stenkolsfyndigheter m.m. eftersöka och bearbeta alunskifferfyndigheten för att utvinna uran eller uranförening. Koncessionen gäller intill utgången av år 1980 och omfattar ett område med den sammanlagda ytan 1 631 ha. Koncessionsområdet omfattar 3 delområden (nr 1, nr 2 och nr 3), vilka visas på plansch 6. Koncessionen medger rätt till dagbrottsbrytning inom hela område nr 1, en tredjedel av område nr 2 och halva område nr 3 samt begagnande av erforderlig mark för väg till områdena.

Förlängning av koncessionen t.o.m. 1982 beviljades av regeringen enligt beslut 1980-11-27.

3.2 Vattendomar

Såväl utsläpp av avloppsvatten från befintlig anläggning som vattenuttag för anläggningens vattenförsörjning har prövats av vattendomstolen. I deldom 1962-09-13 erhöll AB Atomenergi tillstånd till avloppsutsläpp vid en uranproduktion av 120 ton/år. Tillståndet gällde under en prøvotid av 5 år, räknat från den tidpunkt då stadigvarande utsläpp påbörjats från magasineringsjön. Efter prøvotidens utgång anhöll bolaget om slutligt tillstånd, varvid ansökan begränsades till en uranproduktion av 55 ton/år.

I dom 1973-02-01 lämnades följande tillstånd till utsläpp av avloppsvatten i Fläan och dess bivattendrag vid denna produktion.

"I östra bäcken^{x)} må utsläppas dräneringsvatten från gruva eller dagbrott samt spolvatten från gruva och grovkross. Detta avloppsvatten skall före utsläppet ha undergått avslamning i klarningsbassängen och vid spontdammarna. Därest det visar sig att detta utsläpp medför verkningar som påkallar ingripande från naturvårdsverkets sida, skall verket vara oförhindrat att på nytt uppta frågan för lämplig åtgärd.

I västra bäcken^{xx)} må utsläppas sanitärt avloppsvatten till en mängd av högst 120 m³/d och en ungefär lika stor mängd dräneringsvatten från husgrunder. Dessa vattenmängder skall före utsläppet ha undergått rening i den befintliga reningsanläggningen för slamavskiljning och biologisk rening. Dygnsbelastningen mätt i biokemisk syreförbrukning må icke överstiga 15 g BS/m². Utan särskilda reningsåtgärder må jämväl dagvatten från tak- och markytan samt kylvatten från eluexanläggningen utsläppas.

Övrigt avloppsvatten från en produktion vid Ranstadsverket av högst 55 ton uran per år må efter rening utsläppas i Flian vid Fjällåkra. Som en förutsättning för tillståndet gäller att driften vid anläggningen och pumparna samt utnyttjandet av magasineringssmöjligheterna handhas så att halten magnesiumsulfat (MgSO₄) omedelbart nedströms utsläppspunkten icke överstiger 375 mg/l samt att radiumhalten omedelbart nedströms utsläppspunkten såvitt möjligt icke överstiger 3 pC/l. För den händelse genom driftsstörning, olyckshändelse eller annan omständighet utanför sökandens kontroll angiven aktivitetsgräns tillfälligt skulle överskridas, skall sådant överskridande snarast kompenseras genom motsvarande minskning av utsläppet. Avloppsvattnet må i övrigt vara av i huvudsak den av sökanden angivna beskaffenheten. Ifrågavarande avloppsvatten skall passera avfallsområdet och uppsamlingssjön samt undergå behandling i de två neutraliseringsverken (NV I och NV II). Före utpumpningen i recipienten skall avloppsvattnet vidare undergå rening i industriavloppsreningsverket samt passera magasineringssjön. Utsläppet i Flian skall alltid ske genom en på botten nedlagd ledning utformad så att avloppsvattnet sprides över hela åsektionen."

Beslutet innehåller vidare vissa föreskrifter angående skötsel och kontroll av anläggningarna.

x) = Pösan

xx) = Marbäcken

I särskild dom 1973-02-01 lämnades tillstånd till grundvattenuttag för att förse processerna med vatten. Enligt domen får ur 6 brunnar uttas en sammanlagd vattenmängd av 1,1 Mm³/år, motsvarande 3 000 m³/d i medeltal, dock högst 5 000 m³/d. Någon fördelning av vattenuttaget mellan de olika brunnarna är ej fastställd.

3.3 Tillstånd enligt atomenergilagen

Genom resolution av Kungl. Maj:t 1956-06-29 har AB Atomenergi lämnats tillstånd enligt atomenergilagen för sin verksamhet, där Ranstadsverket fram till år 1978 ingått som en del.

Efter förvärvet av Ranstadsverket har RSA 1979-06-20 hos regeringen hemställt om tillstånd enligt atomenergilagen att fortsätta och komplettera den vid verket bedrivna forsknings- och utvecklingsverksamheten. Sådant tillstånd erhöles 1980-03-06 och gäller intill utgången av år 1984.



VÄNERN

UPPDRAGSNR

52029

ALT. 22

FORMLER

P = (X - 6557775.4394) / 100000
Q = (Y - 1362091.8469) / 100000

X =	6557777.6685	100000.5606	P	- .7365	Q	- .4329	PP	- .6013	PQ	- .1052	QQ
Y =	1362093.4909	.9801	P	100000.3417	Q	.3161	PP	- .4293	PQ	- .3242	QQ

JNPASSNING 295W

FRAN SYSTEM 1938 TILL REGION 05

ku

BERGSMÄSTARVÄRDE	
SÖDRA DISTRIKTET	
D.nr	570-3332/92
INK.	1993-01-2

Inpassningskonstanter för region 5 Väner.

Från	2^{C}_5 W 1938	2^{C}_5 W reg. 5
Till	2^{C}_5 W reg. 5	2^{C}_5 W 1938
	x_T 6557 775.4394	x_T^I 6557 777.3643
	y_T 1362 091.8469	y_T^I 1362 093.5549
	x_T^I 6557 777.6685	x_T 6557 775.1351
	y_T^I 1362 093.4909	y_T 1362 091.9109
	a_1 100 000.5606	a_1 99 999.4394
	b_1 - 0.7365	b_1 0.7365
	c_1 - 0.4329	c_1 0.4329
	d_1 - 0.6013	d_1 0.6013
	e_1 0.1052	e_1 - 0.1052
	a_2 0.9801	a_2 - 0.9801
	b_2 100 000.3417	b_2 99 999.6582
	c_2 0.3161	c_2 - 0.3161
	d_2 - 0.4293	d_2 0.4293
	e_2 - 0.3242	e_2 0.3242

X/Y TILL LAT/LONG OCH VICE VERSA (BYTE AV MERIDIAN)

1. Med hjälp av ellipsoiddata (a, f och k_0) beräknas n och A

$$n = \frac{1 - \sqrt{1 - e^2}}{1 + \sqrt{1 - e^2}} = \frac{e^2}{(1 + \sqrt{1 - e^2})^2} = \frac{f}{2 - f}$$

$$A = \frac{a}{1 + n} \left(1 + \frac{n^2}{4} + \frac{n^4}{64} \right) \cdot k_0$$

På Bessels ellipsoid med ellipsoiddata

$$\begin{aligned} a &= 6377\,397.155 \\ f &= 1 / 299.1528128 \\ k_0 &= 1.0 \end{aligned}$$

blir

$$\begin{aligned} n &= 0.001\,674\,184\,80 \\ A &= 6366\,742.5202 \end{aligned}$$

2. Fortsätt sedan att beräkna nedanstående konstanter

$\gamma_1 = +2n - \frac{2}{3}n^2 - 2n^3 + \frac{116}{45}n^4$	0.003 346 491 640 855
$\gamma_2 = \frac{7}{3}n^2 - \frac{8}{5}n^3 - \frac{227}{45}n^4$	6 532 540 014
$\gamma_3 = +\frac{56}{15}n^3 - \frac{136}{35}n^4$	17 488 378
$\gamma_4 = \frac{4279}{630}n^4$	53 360
$\delta_1 = \frac{1}{2}n - \frac{2}{3}n^2 + \frac{37}{96}n^3$	835 225 612 629
$\delta_2 = \frac{1}{48}n^2 + \frac{1}{15}n^3$	58 704 094
$\delta_3 = \frac{17}{480}n^3$	165 849
$\delta_4 = \frac{4397}{16280}n^4$	214

3. Med konstanterna ur 2. i nedanstående formler erhålles LAT/LONG

$$\epsilon = \frac{X}{A} \qquad \eta = \frac{Y - Y_0}{A}$$

$$\epsilon' = \epsilon - \delta_1 \sin 2\epsilon \cosh 2\eta - \delta_2 \sin 4\epsilon \cosh 4\eta - \delta_3 \sin 6\epsilon \cosh 6\eta - \delta_4 \sin 8\epsilon \cosh 8\eta$$

$$\eta' = \eta - \delta_1 \cos 2\epsilon \sinh 2\eta - \delta_2 \cos 4\epsilon \sinh 4\eta - \delta_3 \cos 6\epsilon \sinh 6\eta - \delta_4 \cos 8\epsilon \sinh 8\eta$$

$$\lambda = \arctg \left(\frac{\sinh \eta'}{\cosh \epsilon'} \right)$$

$$\text{där } \sinh \eta = \frac{1}{2}(e^{\eta'} - e^{-\eta'})$$

$$b = \arcsin \left(\frac{\sinh \epsilon'}{\cosh \eta} \right)$$

$$\cosh \eta = \frac{1}{2}(e^{\eta'} + e^{-\eta'})$$

$$\varphi = b + \gamma_1 \sin 2b + \gamma_2 \sin 4b + \gamma_3 \sin 6b + \gamma_4 \sin 8b$$

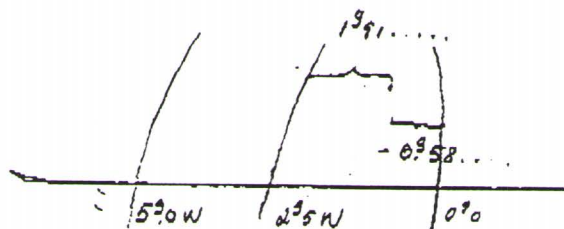
Observera att till det λ du erhåller ur formeln måste lägga till medelmeridianens longitud som här är $\lambda_0 = 15^\circ 48' 29''.8 = 17^g 56475309$.
(När man skall gå från en meridian till en annan, så behöver man dock inte göra detta tillägg).

$Y_0 = 1500\ 000$ m är medelmeridianens Y-värde på Bessels ellipsoid.

För $X = 6500\ 000$. erhålles $\varphi = 65^g 1239179709$ ($58^\circ 36' 41''.4942258$)

$Y = 1600\ 000$. $\lambda = 1^g 9120761221$ ($1^\circ 43' 15''.1266355$)

Dessa värden på latitud/longitud är beräknade i meridian $2^g 5$ W (se skiss)



I system $0^g 0$ har longituden värdet $1^g 9120761221 - 2^g 5 = -0^g 5879238779$
Latituden är oförändrad = $65^g 1239179709$

4. Beräkna sedan nedanstående konstanter

$\alpha_1 = -2n + \frac{2}{3}n^2 + \frac{4}{3}n^3 - \frac{82}{45}n^4$	-0.003 346 494 763 295
$\alpha_2 = \frac{5}{3}n^2 - \frac{16}{15}n^3 - \frac{13}{9}n^4$	4 666 474 498
$\alpha_3 = -\frac{26}{15}n^3 + \frac{34}{21}n^4$	- 8 121 058
$\alpha_4 = \frac{1237}{630}n^4$	15 426
$\beta_1 = \frac{1}{2}n - \frac{2}{3}n^2 + \frac{5}{16}n^3$	835 225 272 274
$\beta_2 = \frac{13}{48}n^2 - \frac{3}{5}n^3$	756 304 828
$\beta_3 = \frac{61}{240}n^3$	1 186 913
$\beta_4 = \frac{49561}{161280}n^4$	2 414

5. Med konstanterna ur 4. i nedanstående formler erhålles X/Y i system 0^g0.

$$b = \varphi + (\alpha_1 \sin 2\varphi + \alpha_2 \sin 4\varphi + \alpha_3 \sin 6\varphi + \alpha_4 \sin 8\varphi)$$

$$\xi = \arctg\left(\frac{\operatorname{tg} b}{\cos \lambda}\right)$$

$$\eta = \operatorname{arctgh}(\sin \lambda \cos b) = u + \frac{u^3}{3} + \frac{u^5}{5} + \frac{u^7}{7} + \frac{u^9}{9} + \frac{u^{11}}{11} \quad u = \sin \lambda \cos b$$

$$X = A(\xi + \beta_1 \sin 2\xi \cosh 2\eta + \beta_2 \sin 4\xi \cosh 4\eta + \beta_3 \sin 6\xi \cosh 6\eta + \beta_4 \sin 8\xi \cosh 8\eta)$$

$$Y = A(\eta + \beta_1 \cos 2\xi \sinh 2\eta + \beta_2 \cos 4\xi \sinh 4\eta + \beta_3 \cos 6\xi \sinh 6\eta + \beta_4 \cos 8\xi \sinh 8\eta)$$

$$\text{där } \sinh \eta = \frac{1}{2}(e^\eta - e^{-\eta})$$

$$\cosh \eta = \frac{1}{2}(e^\eta + e^{-\eta})$$

Observera att i formeln är $\lambda = \lambda - \lambda_0$ där λ_0 = medelmeridianens longitud på Bessels ellipsoid = $15^\circ 48' 29''.8 = 17^\circ 56475309$.

I vårt fall är $\lambda = 0^\circ 5879238779$.

$Y_0 = 1500\,000$ m är medelmeridianens Y-värde och lägges på det Y-värde som erhålles med formeln ovan.

Med

$$\begin{array}{llll} \varphi = 65^\circ 1239179709 & \text{erhålles} & X = 6498\,839.092 & \text{i } 0^\circ 0 \\ \lambda = 0^\circ 5879238779 & & Y = 1469\,250.154 & (1500\,000 \text{ pålagt}) \end{array}$$

På motsvarande sätt kan man gå från 0^g0 till 2^g5 W och således erhålla ursprungsvärdet $X = 6500\,000$. $Y = 1600\,000$.