

Rapport

P-16-10

December 2017



Anläggning av skipschakt i Forsmark

Strukturer och hydrauliska egenskaper i teleskopborrhål KFM24 – en prediktion

Peter Dahlin
Sven Follin

SVENSK KÄRNBRÄNSLEHANTERING AB

SWEDISH NUCLEAR FUEL
AND WASTE MANAGEMENT CO

Box 3091, SE-169 03 Solna
Phone +46 8 459 84 00
skb.se

SVENSK KÄRNBRÄNSLEHANTERING

ISSN 1651-4416

SKB P-16-10

ID 1549560

December 2017

Anläggning av skipschakt i Forsmark

Strukturer och hydrauliska egenskaper i teleskopborrhål KFM24 – en prediktion

Peter Dahlin, Svensk Kärnbränslehantering AB

Sven Follin, Golder Associates AB

Nyckelord: KFM24, Deformationszon, Sprickdomän, Hydrauliska egenskaper.

Data i SKB:s databas kan ändras av olika skäl. Mindre ändringar i SKB:s databas kommer nödvändigtvis inte att resultera i en reviderad rapport. Revideringar av data kan också presenteras som supplement, tillgängliga på www.skb.se.

En pdf-version av rapporten kan laddas ner från www.skb.se.

© 2017 Svensk Kärnbränslehantering AB

Sammanfattning

Borrningen av teleskopborrhål KFM24 pågår när detta dokument författas. Dokumentet redovisar förväntat utfall från borrning och hydrotester i KFM24 med avseende på:

- deformationszoner (ZFM),
- sprickdomäner (FFM),
- konduktiv sprickfrekvens och hydrauliska egenskaper hos ZFM och FFM.

KFM24 borrar i nära anslutning till borrhålsplats 8 och förväntas inte skära någon av de lokala och/eller regionala deformationszonerna som modellerats i PLU Forsmark (Stephens et al. 2007, SKB 2008, Stephens och Simeonov 2015).

Den dominerande sprickdomänen i borrhålen vid borrhålsplats 8 är FFM01 (Stephens et al. 2007). Enligt data från PLU Forsmark (Follin et al. 2007) innehåller FFM01 enstaka transmissiva sprickor ned till nivån cirka -390 m. Den konduktiva sprickfrekvensen i FFM01 är enligt tidigare undersökningar generellt sett mycket låg (Follin 2007, 2008, Follin et al. 2007). Närmast markytan finns sprickdomän FFM02, som bedöms vara 10–40 m mäktig. I FFM02 förekommer en hög frekvens med flacka sprickor inklusive bankningsplan, med ställvis höga transmissivitetvärden. Potential för hydrauliska interferenser med närliggande borrhål föreligger i andra borrhål som går igenom FFM02, särskilt innan foderrör sätts, det vill säga under hammarborrningen av KFM24. Detta gäller särskilt KFM08B som inte har något foderrör.

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Syfte och mål	9
2 Teleskopborrhål KFM24 och närliggande borrhål	11
2.1 Planerat läge och utförande	11
2.2 Närliggande borrhål i jord	11
2.3 Närliggande borrhål i berg	11
2.4 Långtidsövervakning i närliggande borrhål i jord	13
2.5 Monitering i närliggande borrhål i berg	14
3 Prediktion av deformationszoner, sprickdomäner och hydrauliska egenskaper i KFM24	15
3.1 Geometrisk modellering av deformationszoner i RVS	15
3.2 Bergdomäner, sprickdomäner och hydrauliska egenskaper	16
3.3 Sammanställning av geologisk och hydraulisk tolkning av data från PLU Forsmark	17
3.3.1 Borrplats 7	17
3.3.2 Borrplats 8	18
3.3.3 Borrplats 9	20
3.4 Sammanställning av geologisk och hydraulisk tolkning av data från förberedande byggundersökningar	21
Referenser	23

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Det använda kärnbränslet från det svenska kärnkraftsprogrammet planeras att slutgiltigt tas om hand genom geologisk deponering i berggrunden. För att skydda människa och miljö på lång sikt vill SKB bygga ett kärnbränsleförvar i det svenska urberget.

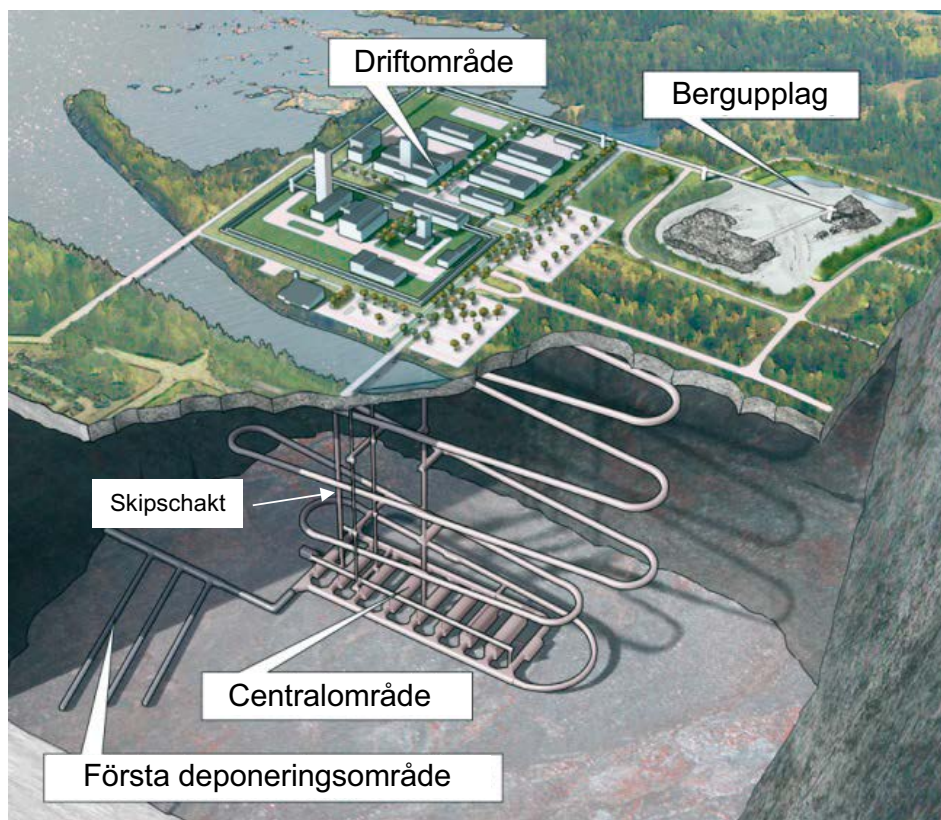
Området är beläget i en tektonisk lins som i huvudsak utgörs av en bergdomän RFM029 som uppvisar en förhållandevis enhetlig litologisk karaktär, med en medelkornig, metamorf granit (till granodiorit) som dominerande bergart.

Kärnbränsleförvarsanläggningen är en del i systemet för hantering av det använda bränslet och har till uppgift att hålla det åtskilt från människor och miljö.

Under perioden 2002–2009 utförde SKB platsundersökningar (PLU) för ett slutförvar för använt kärnbränsle i bland annat Forsmark. Efter platsval 2009 fortsatte ett särskilt program för långtidsövervakning av ett antal geovetenskapliga parametrar och biologiska objekt.

I mars 2011 lämnade SKB in ansökan om tillstånd för att bygga ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. Projekt Kärnbränsleförvaret har till uppgift att projektera, uppföra, samfunktionsprova och överlämna anläggningen till drift.

Anläggningen består av en undermarksdel och en ovanmarksdel och är dimensionerad för deponering av kapslar med använt kärnbränsle från svenska kärnkraftverk. Huvuddelen av anläggningsdelarna ovan mark är samlade i ett yttre och ett inre driftområde. Undermarksdelen består av ett centralområde och ett förvarsområde. Figur 1-1 illustrerar förbindelser mellan de två anläggningsdelarna i form av schakt för hissar och ventilation, och en ramp för fordonstransporter.

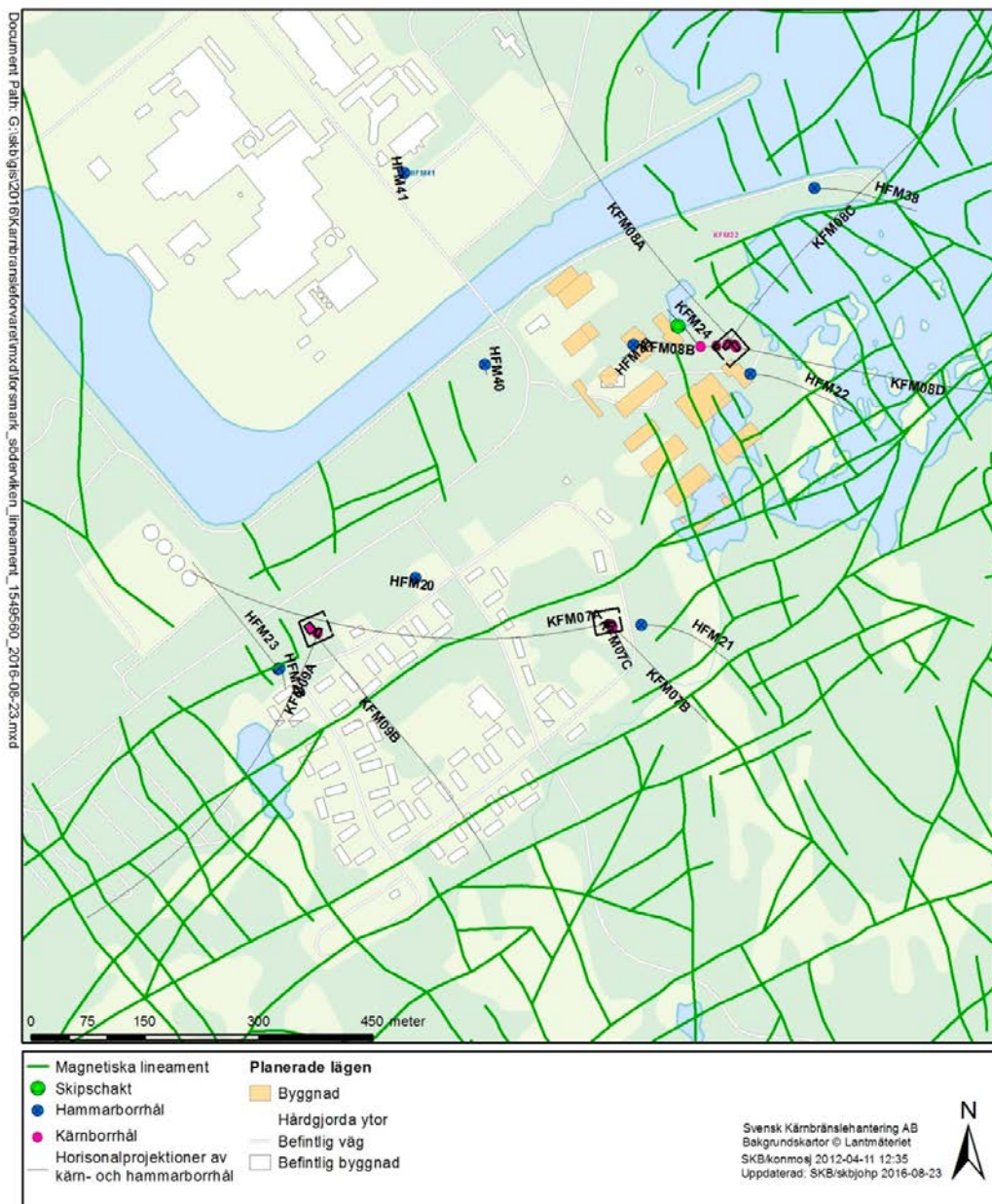


Figur 1-1. Principskiss som visar slutförvarsanläggningens planerade utseende närmast centralområdet.

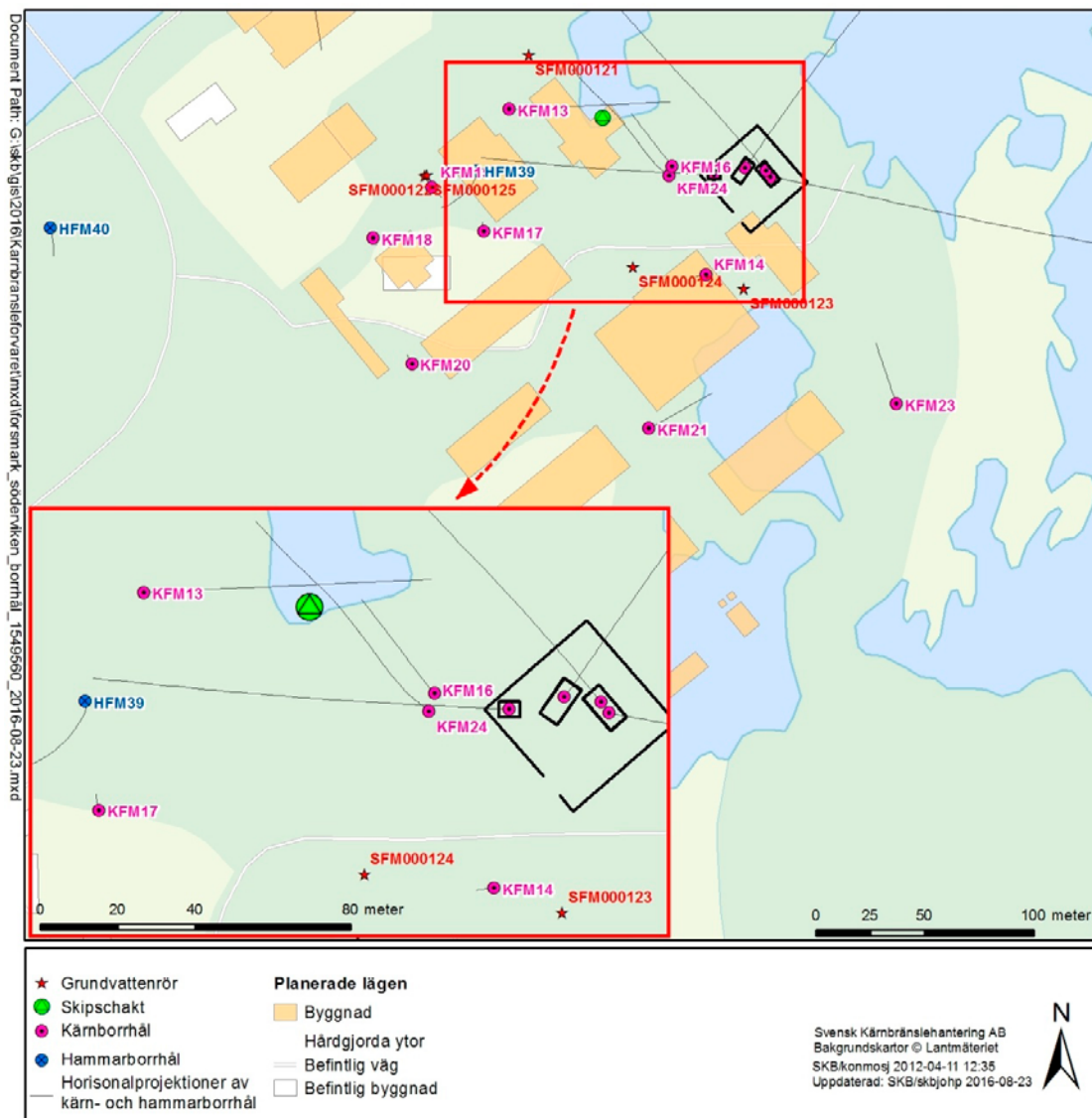
Sammanlagt borrades fyra hammarborrhål, HFM21–23 och HFM38, och nio kärnborrhål KFM07A–C, KFM8A–D, och KFM9A–B inom ramen för PLU Forsmark i området där ramp och schakt planeras för kärnbränsleförvaret (figur 1-2). Utfallet för ett av borrhålen, KFM08D, predikterades innan borrning för att pröva/demonstrera den konceptuella förståelsen av berggrundens strukturer och hydrauliska egenskaper (Follin 2007, Follin et al. 2008).

Under 2011–2012 utfördes fältundersökningar i området där ramp och schakt planeras för kärnbränsleförvaret. Figur 1-3 visar de två hammarborrhål HFM39–40 och elva kärnborrhål, KFM13–23 som borrades under denna period.

Syftet med KFM24 är att inhämta mer detaljerad kunskap om förhållandena vid det planerade skipschaktets placering (figur 1-3). Borrhålet utförs med teleskopborrningsteknik och är dessutom ett kemiprioriterat borrhål, vilket innebär att det också ska nyttjas för detaljerade hydrokemiska undersökningar.



Figur 1-2. Borrhål från PLU Forsmark och Forsmark kraftanläggning och deras relation till befintlig byggnation och infrastruktur samt borrhål KFM24. Inom ramen för PLU Forsmark borrades det fyra hammarborrhål, HFM21–23 och HFM38, och nio kärnborrhål KFM07A–C, KFM8A–D, och KFM9A–B.



Figur 1-3. Borrhål från fältundersökningarna 2011–2012 och deras relation till befintlig byggnation och infrastruktur samt borrhål KFM24. Notera att det existerar ytterligare grundvattenrör från PLU Forsmark söder och väster om kartbilden.

1.2 Syfte och mål

Det övergripande syftet med föreliggande sammanställning av data och modeller är att i likhet med PLU Forsmark arbeta för en fortsatt god datafångst och platsförståelse i Forsmark. Det är viktigt att utvärdera nya data i ljuset av det vi redan vet om byggområdet inom alla relevanta discipliner för att på så sätt skapa en första version av en mer detaljerad platsmodell. Denna kommer sedan att utvecklas allt eftersom nya data t ex från planerade borrhningar kommer in.

Specifikt för detta dokument är målet att prediktera utfallet från borrhning och tester i kärnborrhål KFM24 med avseende på:

- deformationszoner (ZFM),
- sprickdomäner (FFM),
- sprickfrekvens och hydrauliska egenskaper hos ZFM och FFM.

2 Teleskopborrhål KFM24 och närliggande borrhål

2.1 Planerat läge och utförande

Påslaget till KFM24 ligger i nära anslutning till borrhålsplats 8, se figur 1-3. De översta cirka 35 m av borrhålet kommer att hammarborras. Därefter kärnborras hålet ned till vertikalt djup cirka -540 m, vilket motsvarar cirka 10 m under botten på planerat skipschakt. Preliminär geometrisk information om borrhålet har sammanställts i tabell 2-1.

Tabell 2-1. Preliminära koordinater vid markytan för påslaget till KFM24. Angivna koordinater är enligt RT90 2,5 gon V och höjdsystem RHB70.

Öst	1631152
Norr	6700492
Höjd över havet	0,95 m
Stupningsriktning	321°
Stupning	-83°

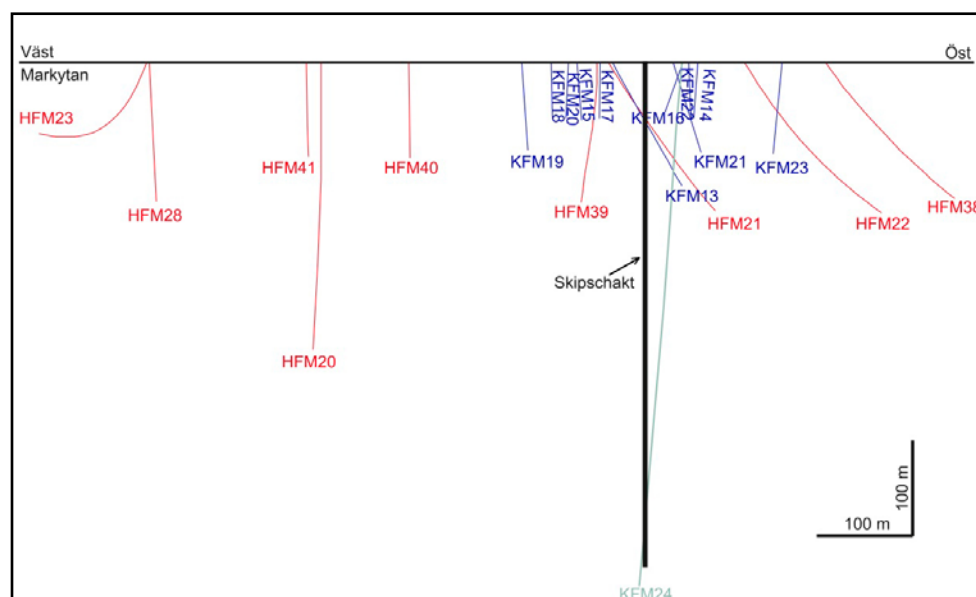
2.2 Närliggande borrhål i jord

Figur 1-3 visar närliggande grundvattenrör (SFMxx).

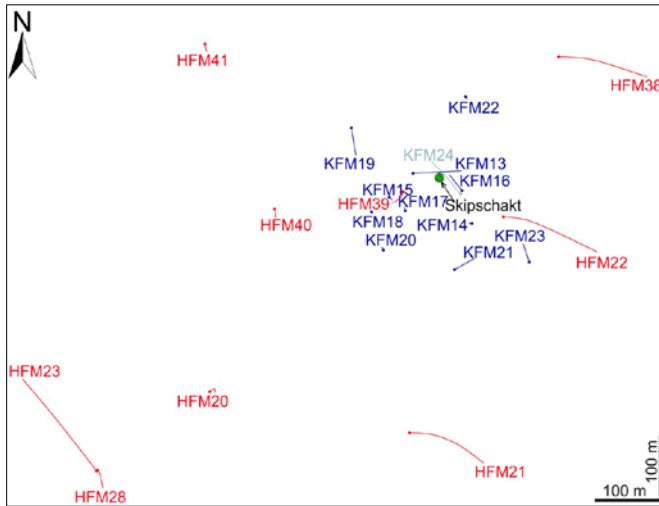
2.3 Närliggande borrhål i berg

Figur 2-1 och figur 2-2 visar närliggande hammarborrhål (HFMxx) och figur 2-3 och figur 2-4 visar närliggande kärnborrhål (KFMxx).

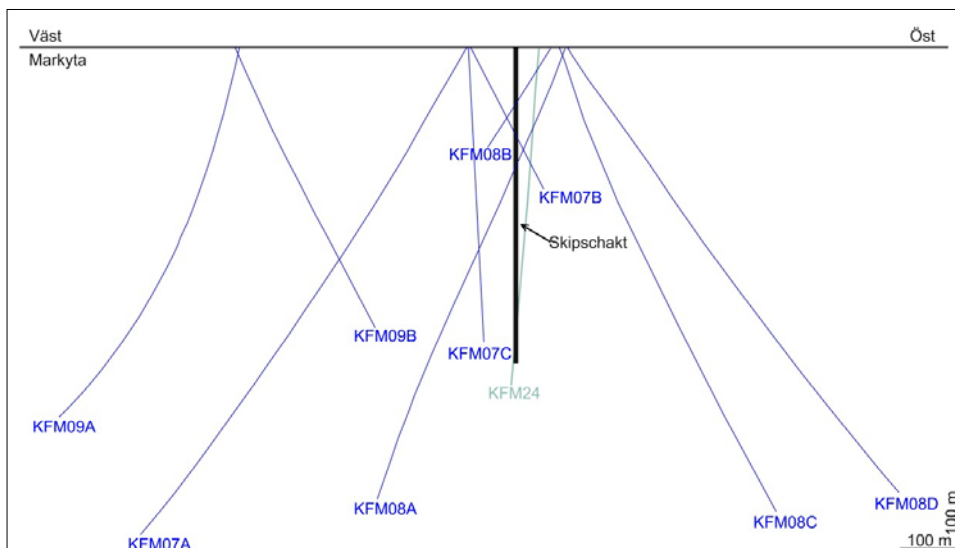
Tabell 2-2 visar borrhålslängder, djup och avstånd till KFM24.



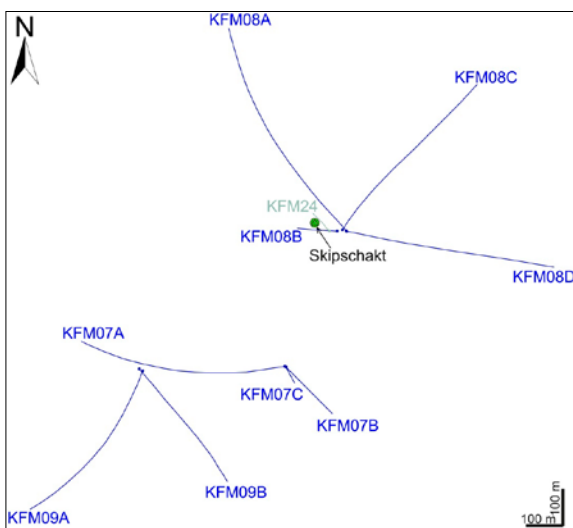
Figur 2-1. Närliggande korta borrhål i profil samt KFM24.



Figur 2-2. Närliggande korta borrhål i plan samt KFM24.



Figur 2-3. Profil som visar närliggande kärnborrhål från PLU Forsmark samt KFM24.



Figur 2-4. Plan som visar närliggande kärnborrhål från PLU Forsmark samt KFM24.

Tabell 2-2. Borrhålslängder och vertikalt djup hos närliggande borrhål i berg samt deras avstånd till KFM24 (TOC = Top Of Casing). Borrhål i grönmarkerade fält borrades under platsundersökningskedet 2002–2007.

Borrhål	Längd från TOC (m)	Vertikalt djup (m)	Avstånd från TOC till KFM24 TOC (m)	Närmsta avstånd (m)
KFM08A	1001,19	759,40	44	35
KFM08B	200,54	166,86	21	2
KFM08C	951,08	780,81	35	35
KFM08D	941,76	750,50	47	47
KFM07A	1001,55	825,00	385	385
KFM07B	299,93	237,91	386	386
KFM07C	500,34	494,35	385	385
KFM09A	799,67	621,21	630	630
KFM09B	616,45	472,00	634	633
KFM13	150,21	127,63	80	23
KFM14	60,35	58,03	49	49
KFM15	62,30	58,48	109	101
KFM16	60,35	50,61	5	5
KFM17	60,45	56,66	89	86
KFM18	60,46	56,89	139	135
KFM19	102,37	90,14	195	160
KFM20	60,50	57,49	147	145
KFM21	101,06	92,58	117	111
KFM22	60,26	48,66	148	139
KFM23	100,64	78,77	148	132
HFM20	300,00	297,58	484	480
HFM21	202,00	153,37	375	373
HFM22	222,00	155,59	75	74
HFM23	211,50	155,95	700	700
HFM28	151,20	143,77	699	698
HFM38	200,76	140,68	257	257
HFM39	151,20	144,85	89	87
HFM40	101,70	98,34	287	279
HFM41	101,40	97,22	453	432

2.4 Långtidsövervakning i närliggande borrhål i jord

Tabell 2-3 visar de befintliga grundvattenrörens status vad gäller möjlighet till hydrologisk monitorering och hydrogeokemisk vattenprovtagning. Under våren 2016 genomförs kompletterande byggförberedande geotekniska undersökningar inom slutförvarsanläggningens planerade ovanmarksdel. Inom ramen för dessa undersökningar installeras även ett antal grundvattenrör i området kring KFM24 och ett pegelrör installeras i gölen norr om KFM24 (se figur 1-3). Dessa rör kommer att instrumenteras och vara tillgängliga för monitorering och vattenkemisk provtagning. Ett program för monitorering kommer att tas fram inför hydrotester i KFM24.

Tabell 2-3. Borrhåls­längder, typ av monitering och antalet mätsektioner hos närliggande grundvattenrör i jord (my = markytan). Borrhål i grönmärkerade fält borrades under platsundersökningsskedet 2002–2007.

Grundvattenrör	Längd från my (m)	Tryck (p)/Kemi (c)	Instrumentering
SFM000076	2,70	–	–
SFM000107	6,35	p	–
SFM000108	6,20	–	–
SFM000121	5,07	p	Öppet borrhål
SFM000122	7,10	p	Öppet borrhål
SFM000123	2,73	p	Öppet borrhål
SFM000124	2,64	p	Öppet borrhål
SFM000125	3,60	p	Öppet borrhål

2.5 Monitering i närliggande borrhål i berg

Tabell 2-4 visar borrhålets status vad gäller möjlighet till hydrologisk monitering och hydrogeokemisk vattenprovtagning.

Tabell 2-4. Borrhåls­längder, typ av monitering och antalet mätsektioner hos närliggande borrhål i berg (TOC = Top Of Casing). Borrhål i grönmärkerade fält borrades under platsundersökningsskedet 2002–2007.

Borrhål	Längd från TOC (m)	Tryck (p)/Kemi (c)	Instrumentering
KFM08A	1 001,19	p/c	9 Sektioner
KFM08B	200,54	p	3 Sektioner
KFM08C	951,08	p/c	5 Sektioner
KFM08D	942,30	p/c	7 Sektioner
KFM07A	1 002,10	p/c	6 Sektioner
KFM07B	298,93	p	3 Sektioner
KFM07C	500,34	p	4 Sektioner
KFM09A	799,67	p	3 Sektioner
KFM09B	616,45	p	3 Sektioner
KFM13	150,21	–	Öppet borrhål
KFM14	60,35	–	Öppet borrhål
KFM15	62,30	–	Öppet borrhål
KFM16	60,35	p	Öppet borrhål
KFM17	60,45	p	Öppet borrhål
KFM18	60,46	p	Öppet borrhål
KFM19	102,37	p	Öppet borrhål
KFM20	60,50	p	Öppet borrhål
KFM21	101,06	p	Öppet borrhål
KFM22	60,26	p	Öppet borrhål
KFM23	100,64	p	Öppet borrhål
HFM20	301,00	p	4 Sektioner
HFM21	202,00	p/c	4 Sektioner
HFM22	222,00	p	Öppet borrhål
HFM23	211,50	p	Öppet borrhål
HFM28	151,20	p	Öppet borrhål
HFM38	200,75	p	3 Sektioner
HFM39	151,20	p	Öppet borrhål
HFM40	101,70	p	Öppet borrhål
HFM41	101,40	p	Öppet borrhål

3 Prediktion av deformationszoner, sprickdomäner och hydrauliska egenskaper i KFM24

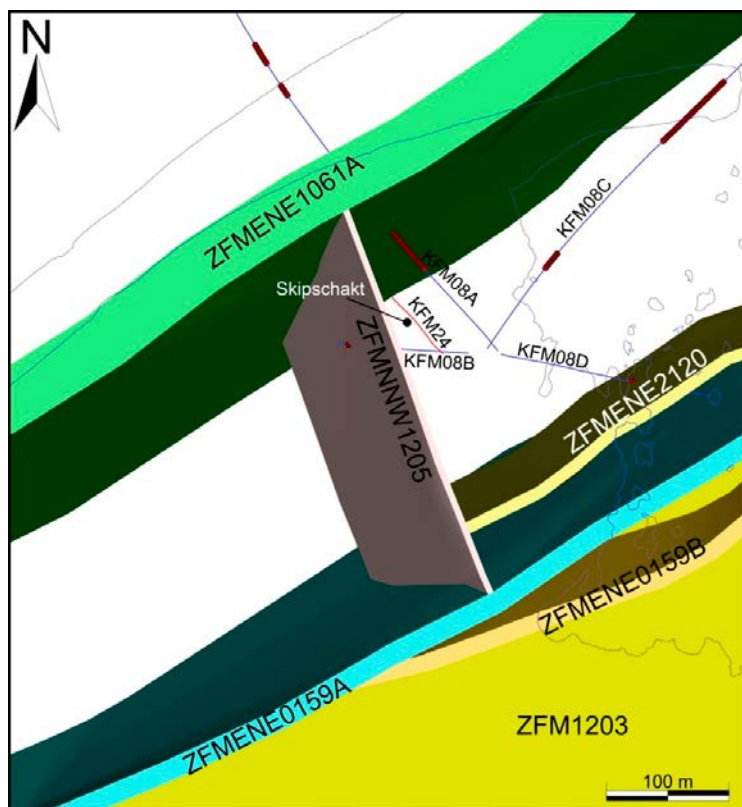
3.1 Geometrisk modellering av deformationszoner i RVS

I RVS (Rock Visualisation System) finns geometriska modeller över de identifierade lokala och/eller regionala deformationszonerna i Forsmark implementerad.

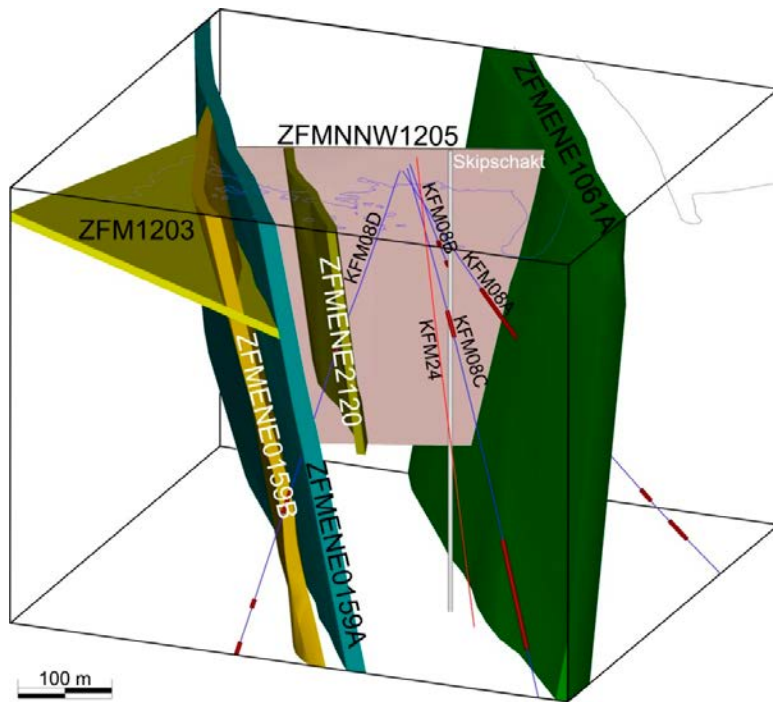
Figur 3-1 och figur 3-2 visar två vyer med deformationszoner i området för ramp och schakt. Ingen av lokala och/eller regionala deformationszonerna som visas i figur 3-1 och figur 3-2 bedöms skära den förväntade riktningen av KFM24 eller skipschaktet.

Data från de djupa kärnborrhålen på borrhplatserna 7, 8 och 9 är av störst intresse för att prediktera förhållandena i KFM24. Följande deformationszoner i figur 3-2 förekommer i någon eller flera av kärnborrhålen på borrhplatserna 7, 8 och 9: ZFMENE0159A–B, ZFMENE1061A–B, ZFM1203 och ZFMNNW1205. Zonerna är markerade med röd färg i tabell 3-1 till och med tabell 3-9. Alla zonerna är branta förutom ZFM1203 som är flack. Deformationszonerna uppvisar stora variationer i transmissivitet, inklusive värden under mätgränsen, i synnerhet mot djupet. Detta innebär att en hydraulisk kontakt med KFM24 kan bli svår att upptäcka även om en geometrisk kontakt (direkt eller indirekt) med KFM24 föreligger.

Om KFM24 inte skär någon av de ovanstående zonerna krävs det att borrhålet skär andra större vattenförande sprickor (alternativt mindre zoner) för att geometrisk och hydraulisk kontakt ska föreligga med de närliggande borrhålen.



Figur 3-1. Vy från ovan som visar deformationszoner v. 2.3, kustlinje, skipschakt samt borrhål KFM08A–D och KFM24



Figur 3-2. Vy från öster som visar deformationszoner v. 2.3, kustlinje, skipschakt samt borrhål KFM08A–D och KFM24.

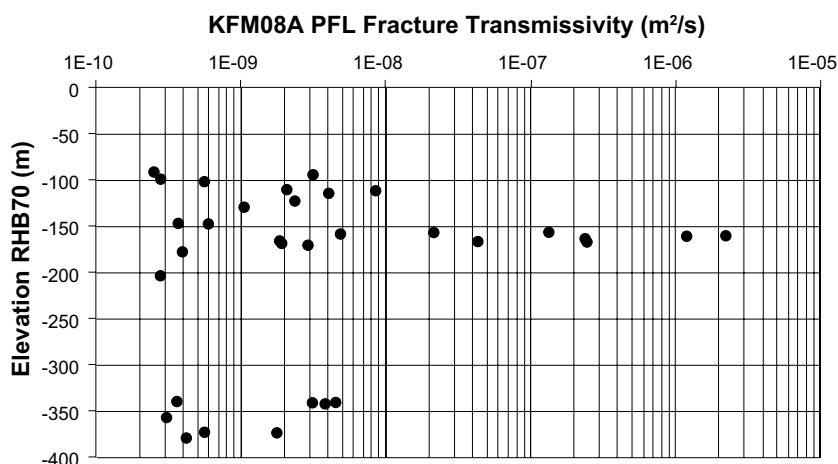
3.2 Bergdomäner, sprickdomäner och hydrauliska egenskaper

Vid borrhålsplats 8 dominerar bergdomän RFM029 och sprickdomän FFM01. Dessa domäner predikteras utgöra huvuddelen av KFM24. Av de nio borrhålen som visas i tabell 3-1 till och med tabell 3-9 ligger borrhålen KFM08A och KFM08B närmast KFM24 (figur 2-4). Av dessa två borrhål är det dock endast KFM08A som täcker in det fulla djup som KFM24 planeras bli borrarat till. Dessutom är KFM08A flödesloggat med PFL-metoden, som är den undersökningsmetod som planeras användas även i KFM24. Av dessa anledningar utgör data från KFM08A den bästa grunden för vad som kan förväntas uppträda i KFM24.

Den konduktiva sprickfrekvensen i FFM01 är generellt sett mycket låg (Follin et al. 2007). I KFM08A förekommer 32 stycken transmissiva så kallade PFL-sprickor i FFM01 (tabell 3-4) ned till nivån -392 (figur 3-3). Den okorrigerade konduktiva sprickfrekvensen i FFM01 är $0,20 \text{ m}^{-1}$ mellan nivåerna -86 och -204 och $0,06 \text{ m}^{-1}$ mellan nivåerna -262 och -392 . Mellan dessa två intervall förekommer en deformationszon (ZFMENE1061A) med sex PFL-sprickor. Under nivån -392 finns inga PFL-sprickor i FFM01. Motsvarande värden på den okorrigerade totala sprickfrekvensen är $6,53 \text{ m}^{-1}$ mellan nivåerna -86 och -204 , $11,10 \text{ m}^{-1}$ mellan nivåerna -204 och -262 , $5,63 \text{ m}^{-1}$ mellan nivåerna -262 och -392 och $4,50 \text{ m}^{-1}$ mellan nivåerna -392 och -550 , som är det planerade djupet på KFM24. Sprickfrekvensvärdena för FFM01 i KFM24 förväntas likna dem i KFM08A.

Vid borrhålsplats 8 finns närmast markytan sprickdomän FFM02, som bedöms vara $10\text{--}40 \text{ m}$ mäktig i närheten av KFM24 (tabell 3-5). I FFM02 förekommer en hög frekvens med flacka sprickor inklusive bankningsplan i flera borrhål i Forsmark, med ställvis höga och ställvis låga transmissivitetvärden. Potential för hydrauliska responser i FFM02 från KFM24 föreligger med närliggande borrhål som också går igenom FFM02, särskilt innan foderröret sätts i KFM24 det vill säga under den inledande hammarborrningen av KFM24. Hydrauliska responser kan förväntas särskilt i KFM08B och de närmast liggande kärnborrhålen (tabell 2-2).

Avslutningsvis noteras att den dominerande flacka deformationszonen i området ZFM1203 uppträder inte i FFM02 utan i den underliggande sprickdomän FFM01. Zonen är hydrauliskt heterogen med lokalt väldigt höga transmissivitetvärden (cirka $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$) eller värden nära eller under den praktiska mätgränsen (cirka $10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$).



Figur 3-3. Transmissiva sprickor i FFM01 identifierade i KFM08A med PFL metoden. Mellan nivåerna –204 och –262 finns en deformationszon som innehåller sex transmissiva sprickor identifierade med PFL metoden.

3.3 Sammanställning av geologisk och hydraulisk tolkning av data från PLU Forsmark

Moniteringen av de djupa kärnborrhålen på borrhållsplatserna 7, 8 och 9 är av stort intresse för att studera eventuella hydrauliska responser under borrhållningen av borrhål KFM24. I synnerhet gäller detta borrhålen KFM08A och KFM08B. Följande deformationszoner förekommer i någon eller flera av tabellerna tabell 3-1 till och med tabell 3-9 nedan (se zoner markerat med röd färg i de aktuella tabellerna): **ZFMENE0159A–B**, **ZFMENE1061A–B**, **ZFM1203** och **ZFMNNW1205**

Borrhålet KFM24 bedöms inte gå igenom någon av de listade deformationszonerna som kommer från modellering v. 2.3 (Stephens och Simeonov 2015). Deformationszonerna som penetreras av borrhålen på borrhållsplatserna 7, 8 och 9 uppvisar stora variationer i transmissivitet, med ställvis värden under mätgränsen, i synnerhet mot djupet. Detta innebär att det inte räcker med enbart en geometrisk kontakt för att även hydraulisk kontakt ska föreligga.

3.3.1 Borrhållsplats 7

Tabell 3-1. Bergdomäner, deformationszoner, sprickdomäner och transmissivitetsdata i kärnborrhål KFM07A; tryck (p), kemi (c).

RFMxxx	ZFMxxxx	FFMxx	Sec-up	Sec-low	Elev-up	Elev-low	No. PFL-f	ΣT_{PFL-F}	Monitering nr. (m)
RFM029		FFM02	102	108	–85	–90	0	0	
RFM029	ZFM1203 , ZFMNNW0404		108	185	–90	–156	22	$1,41 \times 10^{-4}$	6 (0–148):p, 5 (149–190):p
RFM029		FFM01	185	196	–156	–165	0	0	
RFM029	Possible DZ		196	205	–165	–173	0	0	4 (191–225):p
RFM029		FFM01	205	417	–173	–351	1	$9,27 \times 10^{-8}$	
RFM029	ZFMENE0159A		417	422	–351	–355	0	0	
RFM029		FFM01	422	793	–355	–657	0	0	
RFM044		FFM05	793	803	–657	–665	0	0	
RFM044	ZFMENE1208B		803	840	–665	–694	0	0	3 (226–961):p
RFM044		FFM05	840	857	–694	–708	0	0	
RFM044	ZFMENE1208A		857	897	–708	–739	0	0	
RFM044		FFM05	897	920	–739	–756	2	$4,00 \times 10^{-7}$	
RFM044	ZFMB8, ZFMNNW0100		920	999	–756	–815	1	$2,00 \times 10^{-7}$	2 (962–972):pc, 1 (973–1001):p

Tabell 3-2. Bergdomäner, deformationszoner, sprickdomäner och transmissivitetsdata i kärnborrhål KFM07B; tryck (p), kemi (c).

RFMxxx	ZFMxxxx	FFMxx	Sec-up	Sec-low	Elev-up	Elev-low	No. PSS 5 m	$\Sigma T_{PSS\ 5m}$	Monitering nr. (m)
RFM029		FFM02	5	51	-1	-38	-	-	3 (0-74):p
RFM029	Possible DZ		51	58	-38	-43	-	-	
RFM029		FFM02	58	93	-43	-71	-	-	
RFM029	ZFM1203		93	102	-71	-78	-	-	2 (75-202):p
RFM029		FFM02	102	119	-78	-92	-	-	
RFM029	Possible DZ		119	135	-92	-104	-	-	
RFM029		FFM02	135	195	-104	-151	-	-	
RFM029		FFM01	195	225	-151	-175	2	$3,30 \times 10^{-10}$	1 (203-298):p
RFM029	ZFMENE2320		225	245	-175	-190	4	$4,36 \times 10^{-8}$	
RFM029		FFM01	245	298	-190	-233	-	-	

Tabell 3-3. Bergdomäner, deformationszoner, sprickdomäner och transmissivitetsdata i kärnborrhål KFM07C; tryck (p), kemi (c).

RFMxxx	ZFMxxxx	FFMxx	Sec-up	Sec-low	Elev-up	Elev-low	No. PFL-f	ΣT_{PFL-f}	Monitering nr. (m)
RFM029		FFM02	85	92	-82	-88	0	0	4 (0-110):p
RFM029	ZFM1203		92	103	-88	-99	1	$4,81 \times 10^{-5}$	
RFM029		FFM02	103	123	-99	-119	5	$1,12 \times 10^{-7}$	
RFM029		FFM01	123	308	-119	-303	8	$4,71 \times 10^{-5}$	3 (111-160):p 2 (161-301):p
RFM029	ZFMENE2320		308	388	-303	-383	0	0	1 (302-500):p
RFM029		FFM01	388	429	-383	-424	0	0	
RFM029	ZFMENE2320		429	439	-424	-434	0	0	
RFM029		FFM01	439	498	-434	-493	0	0	

3.3.2 Borrplats 8

Tabell 3-4. Bergdomäner, deformationszoner, sprickdomäner och transmissivitetsdata i kärnborrhål KFM08A; tryck (p) kemi (c).

RFMxxx	ZFMxxxx	FFMxx	Sec-up	Sec-low	Elev-up	Elev-low	No. PFL-f	ΣT_{PFL-f}	Monitering nr. (m)
RFM029		FFM01	102	172	-86	-144	9	$2,20 \times 10^{-8}$	9 (0-161):p
RFM029		FFM01	172	244	-144	-204	15	$4,06 \times 10^{-6}$	8 (162-215):p 7 (216-264):p
RFM029	ZFMENE1061A		244	315	-204	-262	6	$1,31 \times 10^{-6}$	6 (265-280):pc
RFM029		FFM01	315	479	-262	-392	8	$1,47 \times 10^{-8}$	5 (281-473):p
RFM029	Possible DZ		479	496	-392	-405	2	$6,93 \times 10^{-8}$	
RFM029		FFM01	496	528	-405	-430	0	0	4 (474-503):p
RFM029	Possible DZ		528	557	-430	-451	0	0	3 (504-683):p
RFM029		FFM01	557	624	-451	-500	0	0	
RFM029	Possible DZ		624	624	-500	-501	0	0	
RFM029		FFM01	624	672	-501	-536	0	0	
RFM029	Possible DZ		672	693	-536	-551	1	$1,41 \times 10^{-6}$	2 (684-694):pc
RFM029		FFM01	693	775	-551	-608	0	0	1 (695-1001):p
RFM029	ZFMENE2248		775	843	-608	-654	0	0	
RFM032		FFM05	843	915	-654	-700	0	0	
RFM032	Possible DZ		915	946	-700	-719	0	0	
RFM034		FFM01	946	967	-719	-732	0	0	
RFM034	Possible DZ		967	976	-732	-738	0	0	
RFM034		FFM01	976	1001	-738	-753	0	0	

Tabell 3-5. Bergdomäner, deformationszoner, sprickdomäner och transmissivitetsdata i kärnbrorrhål KFM08B; tryck (p), kemi (c).

RFMxxx	ZFMxxxx	FFMxx	Sec-up	Sec-low	Elev-up	Elev-low	No. PSS 5 m	$\Sigma T_{PSS\ 5m}$	Monitoring nr. (m)
RFM029		FFM02	6	46	-3	-37	8	$9,94 \times 10^{-5}$	3 (0-70):p
RFM029		FFM01	46	133	-37	-111	10	$7,91 \times 10^{-7}$	2 (71-112):p
RFM029	Possible DZ		133	140	-111	-117	1	$1,22 \times 10^{-9}$	1 (113-200):p
RFM029		FFM01	140	167	-117	-139	3	$8,61 \times 10^{-8}$	
RFM029	Possible DZ		167	185	-139	-154	5	$5,60 \times 10^{-8}$	
RFM029		FFM01	185	200	-154	-167	2	$1,54 \times 10^{-6}$	

Tabell 3-6. Bergdomäner, deformationszoner, sprickdomäner och transmissivitetsdata i kärnbrorrhål KFM08C; tryck (p), kemi (c).

RFMxxx	ZFMxxxx	FFMxx	Sec-up	Sec-low	Elev-up	Elev-low	No. PFL-f	ΣT_{PFL-f}	Monitoring nr. (m)
RFM029		FFM01	102	161	-86	-137	2	$2,95 \times 10^{-6}$	5 (0-145):p
RFM029	Possible DZ		161	191	-137	-162	2	$6,68 \times 10^{-9}$	4 (146-310):p
RFM029		FFM01	191	342	-162	-289	3	$8,76 \times 10^{-9}$	
RFM045		FFM06	342	419	-289	-353	0	0	3 (311-610):p
RFM045	ZFMNNE2312		419	542	-353	-454	13	$1,76 \times 10^{-7}$	
RFM045		FFM06	542	546	-454	-457	0	0	
RFM029		FFM01	546	673	-457	-561	0	0	
RFM029	ZFMWNW2225		673	705	-561	-586	1	$2,61 \times 10^{-9}$	2 (611-760):p
RFM029		FFM01	705	829	-586	-685	0	0	1 (761-951):p
RFM029	ZFMENE1061A, ZFMENE1061B		829	832	-685	-687	0	0	
RFM029		FFM01	832	946	-687	-777	0	0	
RFM029	ZFMENE1061A		946	949	-777	-779	0	0	

Tabell 3-7. Bergdomäner, deformationszoner, sprickdomäner och transmissivitetsdata i kärnbrorrhål KFM08D; tryck (p), kemi (c).

RFMxxx	ZFMxxxx	FFMxx	Sec-up	Sec-low	Elev-up	Elev-low	No. PFL-f	ΣT_{PFL-f}	Monitoring nr. (m)	
RFM029		FFM01	58	184	-45	-147	17	$1,79 \times 10^{-5}$	7 (70-160):p	
RFM029	Possible DZ		184	210	-147	-168	7	$9,03 \times 10^{-8}$	6 (161-330):p	
RFM029		FFM01	210	318	-168	-256	0	0		
RFM029	ZFMENE0159A		318	324	-256	-261	0	0		
RFM029		FFM01	324	371	-261	-299	0	0		
RFM029	ZFMENE0159B		371	396	-299	-319	4	$1,22 \times 10^{-7}$	5 (331-659):p	
RFM045		FFM06	396	496	-319	-400	0	0		
RFM045	Possible DZ		496	506	-400	-408	0	0		
RFM045		FFM06	506	546	-408	-440	0	0		
RFM045	Possible DZ		546	571	-440	-460	0	0		
RFM045		FFM06	571	582	-460	-468	0	0		
RFM045	Possible DZ		582	609	-468	-490	0	0		
RFM045		FFM06	609	621	-490	-499	0	0		
RFM045	ZFMENE2320		621	634	-499	-510	0	0		
RFM045		FFM06	634	644	-510	-517	0	0		
RFM045	ZFMNNE2308		644	689	-517	-553	1	$1,80 \times 10^{-7}$		4 (660-680):pc
RFM045	Possible DZ		689	737	-553	-590	0	0		
RFM045	ZFMENE2293		737	749	-590	-600	0	0	3 (681-824):p	
RFM045		FFM06	749	770	-600	-616	0	0		
RFM045	Possible DZ		770	777	-616	-621	0	0		
RFM045		FFM06	777	819	-621	-654	0	0	2 (825-835):pc 1 (836-942):p	
RFM045	ZFMENE168		819	842	-654	-672	0	0		
RFM045		FFM06	842	903	-672	-718	0	0		
RFM045	ZFMNNE2300		903	942	-718	-748	0	0		

3.3.3 Borrplats 9

Tabell 3-8. Bergdomäner, deformationszoner, sprickdomäner och transmissivitetsdata i kärnborrhål KFM09A; tryck (p), kemi (c).

RFMxxx	ZFMxxxx	FFMxx	Sec-up	Sec-low	Elev-up	Elev-low	No. PSS 5 m	$\Sigma T_{PSS\ 5m}$	Monitoring nr. (m)
RFM029		FFM02	8	15	-2	-9	-	-	3 (0–300):p
RFM029	ZFMENE1208A		15	40	-9	-30	-	-	
RFM029		FFM02	40	86	-30	-69	-	-	
RFM029	ZFNENE1208B		86	116	-69	-95	2	$2,50 \times 10^{-8}$	
RFM029		FFM02	116	124	-95	-101	2	$3,57 \times 10^{-7}$	
RFM029		FFM01	124	217	-101	-179	17	$3,36 \times 10^{-6}$	
RFM029	ZFMENE0159A, ZFMNNW0100		217	242	-179	-200	3	$1,03 \times 10^{-7}$	
RFM044	ZFMENE0159A, ZFMNNW0100		242	280	-200	-232	6	$1,96 \times 10^{-8}$	2 (301–550):p
RFM044		FFM05	280	522	-232	-424	44	$8,26 \times 10^{-7}$	
RFM034		FFM01	522	641	-424	-513	13	$1,39 \times 10^{-7}$	1 (551–800):p
RFM012		FFM04	641	666	-513	-531	5	$6,35 \times 10^{-9}$	
RFM012	Possible DZ		666	667	-531	-531	-	-	
RFM012		FFM04	667	723	-531	-570	-	-	
RFM012	ZFMNW1200		723	754	-570	-591	5	$7,74 \times 10^{-9}$	
RFM012		FFM04	754	770	-591	-602	3	$1,51 \times 10^{-8}$	
RFM018	ZFMNW1200		770	790	-602	-615	4	$4,37 \times 10^{-8}$	
RFM018		FFM04	790	800	-615	-621	-	-	

Tabell 3-9. Bergdomäner, deformationszoner, sprickdomäner och transmissivitetsdata i kärnborrhål KFM09B; tryck (p), kemi (c).

RFMxxx	ZFMxxxx	FFMxx	Sec-up	Sec-low	Elev-up	Elev-low	No. PSS 5 m	$\Sigma T_{PSS\ 5m}$	Monitoring nr. (m)
RFM029	ZFMENE1208A		9	43	-3	-31	8	$2,92 \times 10^{-5}$	3 (0–200):p
RFM029		FFM02	43	59	-31	-44	3	$6,46 \times 10^{-5}$	
RFM029	ZFNENE1208B		59	78	-44	-59	6	$1,01 \times 10^{-5}$	
RFM029		FFM02	78	106	-59	-82	5	$4,78 \times 10^{-7}$	
RFM029	ZFNENE0159A		106	132	-82	-103	6	$3,57 \times 10^{-6}$	
RFM029		FFM01	132	284	-103	-223	23	$2,50 \times 10^{-6}$	2 (201–450):p
RFM029	Possible DZ		284	284	-223	-223	1	$3,22 \times 10^{-10}$	
RFM029		FFM01	284	308	-223	-242	2	$3,85 \times 10^{-10}$	
RFM029	Possible DZ		308	340	-242	-266	0	0	
RFM029		FFM01	340	363	-266	-284	0	0	
RFM029	ZFMENE2320		363	413	-284	-322	5	$3,76 \times 10^{-8}$	1 (451–616):p
RFM029		FFM01	413	520	-322	-399	5	$1,85 \times 10^{-9}$	
RFM029	ZFMENE2325A		520	550	-399	-420	3	$1,10 \times 10^{-9}$	
RFM029		FFM01	550	561	-420	-428	0	0	
RFM029	ZFMENE2325B		561	574	-428	-437	3	$2,86 \times 10^{-7}$	
RFM029		FFM01	574	616	-437	-465	3	$5,53 \times 10^{-10}$	

3.4 Sammanställning av geologisk och hydraulisk tolkning av data från förberedande byggundersökningar

Tabell 3-10 visar en sammanställning över tolkade transmissiviteter för deformationszonerna i närheten av KFM24, se figur 3-1 och figur 3-2. Data för KFM13, KFM19, KFM21 och KFM23 härrör från fältundersökningarna 2011–2012 (Jönsson 2013).

Tabell 3-10. Sammanställning över tolkade transmissiviteter för deformationszonerna i närheten av KFM24.

Deformationszon	Borrhål	T (m ² /s)
ZFMNNW1205	KFM08B	$3,4 \times 10^{-8}$
	KFM13	$< 1,1 \times 10^{-6}$
	KFM21	$1,2 \times 10^{-5}$
ZFMNNW2120	HFM22	$< 1,6 \times 10^{-6}$
	KFM08D	$9,0 \times 10^{-8}$
	KFM23	$8,2 \times 10^{-6}$
ZFMENE1061A	KFM08A	$1,3 \times 10^{-6}$
	KFM19	$1,2 \times 10^{-4}$
	KFM08C	$8,4 \times 10^{-10}$
	HFM40	Data saknas
ZFMENE0159A	KFM07A	$< 3,4 \times 10^{-8}$
	KFM08D	$< 1,7 \times 10^{-9}$
	KFM09A	$< 1,5 \times 10^{-7}$
	KFM09B	$7,7 \times 10^{-7}$
ZFM1203	KFM07A	$1,1 \times 10^{-4}$
	KFM07B	Data saknas
	KFM07C	$4,8 \times 10^{-5}$
	HFM21	$3,0 \times 10^{-4}$

Referenser

Publikationer utgivna av SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB) kan hämtas på www.skb.se/publikationer. SKBdoc-dokument lämnas ut vid förfrågan till dokument@skb.se.

Follin S, 2007. Site descriptive modelling Forsmark, stage 2.2, Prediction of hydraulic properties in KFM08D. SKBdoc 1071524 ver 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Follin S, 2008. Bedrock hydrogeology Forsmark. Site descriptive modelling, SDM-Site Forsmark. SKB R-08-95, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Follin S, Levén J, Hartley L, Jackson P, Joyce S, Roberts D, Swift B 2007. Hydrogeological characterisation and modelling of deformation zones and fracture domains, Forsmark modelling stage 2.2. SKB R-07-48, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Follin S, Hartley L, Jackson P, Roberts D, Marsic Niko 2008. Hydrogeological conceptual model development and numerical modelling using CONNECTFLOW, Forsmark modelling stage 2.3. SKB R-08-23, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Jönsson S, 2013. Flödesloggningar i projekt SFK byggundersökningar. SKBdoc 1321424, version 1.0.

SKB, 2008. Site description of Forsmark at completion of the site investigation phase. SDM-Site Forsmark. SKB TR-08-05, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Stephens M B, Simeonov A, 2015. Description of deformation zone model version 2.3, Forsmark. SKB R-14-28, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Stephens M B, Fox A, La Pointe P, Simeonov A, Isaksson H, Hermanson J, Öhman J 2007. Geology Forsmark. Site descriptive modelling, Forsmark stage 2.2. SKB R-07-45, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB:s uppdrag är att ta hand om använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från de svenska kärnkraftverken så att människors hälsa och miljö skyddas på kort och lång sikt.

skb.se