Klimadatastyrelsen

ETRS89: European Terrestrial Reference System 89



Geodætisk systembeskrivelse

GeoNotes 14
Version 1
2026-11-17

GeoNotes 14. Version 1, 2026-11-17

Geodætisk systembeskrivelse:

ETRS89: European Terrestrial Reference System 89

Forsiden: KDS' GNSS-stationer BUDP og BUDD. (Foto: Kristian Evers, KDS)

Udarbejdet af: Aslak Meister, KDS

The *GeoNotes Series* is published by Klimadatastyrelsen/Agency for Climate Data (KDS), Copenhagen, Denmark.

The publications in this series include working papers and preliminary reports from ongoing projects.

Hence, results and conclusions reported may be tentative and subject to change. Opinions expressed do not necessarily reflect the position of KDS.

Copyright by the Agency for Climate Data and the author(s). This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Indhold

ETRS89: European Terrestrial Reference System 89 **3**

Forkortelser og begreber **3**

Systemdefinition **4**

Realiseringer af ETRS89 **4**
ETRS89-DNK(1994) 6
ETRS89-DNK(2015) 8
Fortætning og tilgængeliggørelse af ETRS89-DNK 11

Transformationer **12**
Transformation til internationale referencerammer 12
Transformation til ældre referencerammer 12

Geodætiske registre **13**

Governance **16**

A ETRS89-DNK(1994) **17**

B ETRS89-DNK(2015) **18**

C ETRS89-DNK(2015)-koordinater til KDS' klasse A GNSS-stationer **20**

D Datasæt til brug for test af implementering af NKG2020-transformationer **22**

Litteratur **24**

ETRS89: European Terrestrial Reference System 89

ETRS89 (European Terrestrial Reference System 89) er et geodætisk referencesystem for geometrisk position i 3D. ETRS89 anbefales til brug for stedfæstelse af geodata i EU, jf. INSPIRE-direktivet (*European Parliament and Council of the European Union*, 2007), og bruges i de fleste europæiske lande – også uden for EU. ETRS89 realiseres og gøres tilgængeligt af de enkelte landes nationale geodætiske myndigheder – i Danmark af Klimadatastyrelsen.

Denne publikation dokumenterer referencesystemet ETRS89 samt de danske realiseringer heraf. Endvidere beskrives det, hvordan ETRS89 er gjort tilgængelig for praktisk anvendelse i Danmark, og der gives en oversigt over tilgængelige koordinattransformationer imellem danske realiseringer af ETRS89 og øvrige geodætiske referencerammer.

I mange sammenhænge er det relevant at anvende ETRS89 i kombination med en kortprojektion – dvs. at anvende ETRS89-koordinater, der er afbilledet i en plan. Valget af kortprojektion vedrører imidlertid ikke selve referencesystemet ETRS89 eller dets realiseringer og behandles derfor ikke nærmere i denne publikation. De to hyppigst anvendte kortprojektioner i Danmark i kombination med ETRS89 – ETRS89//UTM32 og ETRS89//DKTM – er dokumenteret i KDS' GeoNote 1 (*SDFE*, 2017a) og GeoNote 2 (*SDFE*, 2017b).

Forkortelser og begreber

I denne publikation anvendes en række forkortelser, som er oplistet i Tabel 1 sammen med de centrale begreber vedrørende geodætiske referencesystemer.

ETRS89	European Terrestrial Reference System 89
ETRF	European Terrestrial Reference Frame (realisering af ETRS89)
ITRS	International Terrestrial Reference System
ITRF	International Terrestrial Reference Frame (realisering af ITRS)
IGS	International GNSS Service
IGb/IGS-koordinater	Koordinater i IGS' realiseringer af ITRS (fx IGb08 og IGS20)
GNSS	Global Navigation Satellite System
EUREF	IAG Reference Frame Sub-Commission for Europe
NKG	Nordisk Kommission for Geodæsi
KDS	Klimadatastyrelsen
EPSG	The EPSG Geodetic Parameter Dataset

Tabel 1: Forkortelser anvendt i denne publikation.

- *Referencesystem*: et sæt af parametre, der på et overordnet niveau fastlægger, hvordan referencesystemet skal realiseres – dvs. hvordan referencesystemet skal implementeres i praksis.
- *Realisering*: den praktiske implementering af referencesystemet i form af et sæt af fysiske fikspunkter i marken (fx GNSS-stationer) samt et sæt af koordinater til disse punkter. En realisering af et geodætisk referencesystem benævnes også en referenceramme eller et datum.
- *Epoke*: det tidspunkt et fikspunkts koordinater refererer til – dvs. er "gyldige" til. Epoken for et fikspunkts koordinater er i udgangspunktet det tidspunkt, fikspunktet er blevet opmålt. Epoken kan tilbageskrives til en anden epoke end den målte vha. en geofysisk model for fikspunktets bevægelser – fx en pladebevægelsesmodel.
- *Fundamentalpunkt*: et fikspunkt, der indgår i realiseringen af referencesystemet. I praksis et fikspunkt, der indgår i den GNSS-beregning, der ligger til grund for realiseringen af referencesystemet. Et funda-

mentalpunkt kan eksempelvis være et postament (som i ETRS89-DNK(1994)) eller en GNSS-station (som i ETRS89-DNK(2015)).

- *Fundamentalstation*: en GNSS-station, der er et fundamentalpunkt.
- *GNSS-station*: en permanent GNSS-referencestation. KDS' Klasse A GNSS-stationer realiserer og tilgængeliggør ETRS89 i Danmark.

Systemdefinition

Et geodætisk referencesystem er defineret ved et sæt af parametre, der på et overordnet niveau fastlægger, hvordan referencesystemet skal realiseres – dvs. hvordan referencesystemet skal implementeres i praksis. De definerende parametre for referencesystemet ETRS89 er fastlagt i regi af EUREF (IAG[1] Reference Frame Sub-Commission for Europe), jf. Resolution No. 1 i *EUREF* (1990):

The system to be adopted by EUREF will be coincident with ITRS at the Epoch 1989.0 and fixed to the stable part of the Eurasian Plate and will be known as European Terrestrial Reference System 89 (ETRS89) *EUREF* (1990).

Således er ETRS89 defineret til 1) at være sammenfaldende med det globale 3D-referencesystem ITRS (International Terrestrial Reference System) til epoken 1989 samt 2) fikseret til den stabile del af den eurasiske kontinentalplade.

ITRS er et globalt geocentrisk 3D-referencesystem til brug for positionsbestemmelse på eller nær Jordens overflade. De definerende parametre for ITRS er fastlagt af IERS[2] og fremgår af *Petit et al.* (2010).

Udtrykket "den stabile del af den eurasiske kontinentalplade" skal forstås som den del af kontinentalpladen, der *ikke* undergår intern deformation (*intra-pladebevægelse*), fx forårsaget af jordskælv eller postglacial landhævning. Denne del af pladen følger uforstyrret den generelle *pladebevægelse* af den eurasiske kontinentalplade på ca. 2 cm/år mod nordøst *Altamimi et al.* (2023).

Definitionen af ETRS89 medfører, at et punkts ETRS89-koordinater er de samme som de koordinater, man i princippet ville kunne have bestemt til punktet i ITRS (dvs. i en realisering heraf) i 1989 – forudsat at punktet er beliggende på den stabile del af den eurasiske kontinentalplade. Definitionen af ETRS89 medfører endvidere, at et punkts ETRS89-koordinater har den konstante pladebevægelsesepoke 1989. Definitionen sikrer altså, at et punkts ETRS89-koordinater ikke ændrer sig over tid – i hvert fald ikke som følge af pladebevægelse.

De definerende parametre for referencesystemet ETRS89 fremgår af Tabel 2.

ETRS89: European Terrestrial Reference System 89	
Type af referencesystem	Pladefikseret referencesystem for geometrisk position i 3D
Epoke for pladebevægelse	1989,0
Epoke for intra-pladebevægelse	Ej defineret (formelt er ETRS89 fikseret til den stabile del af den eurasiske plade)
Referenceellipsoide	GRS80
Tidesystem	Tide-free[3]

Tabel 2: Definition af referencesystemet ETRS89.

Realiseringer af ETRS89

En realisering af et geodætisk referencesystem er den praktiske implementering af referencesystemet i form af et sæt af fysiske fikspunkter i marken

[1] International Association of Geodesy (https://geodesy.science/)

[2] International Earth Rotation and Reference Systems Service (https://www.iers.org/)

[3] Tidesystemet for et geometrisk referencesystem angiver, hvorvidt der ifm. en realisering af referencesystemet skal korrigeres for den permanente geometriske deformation af Jordens form forårsaget af Månen og Solen (permanent tidejord). Tidesystemet tide-free (også kaldet non-tidal) angiver, at den permanente geometriske deformation af Jorden skal fjernes – dvs. fratrækkes de koordinater, der indgår i realiseringen af referencesystemet (*Petit et al.*, 2010).

(fx GNSS-stationer) samt et sæt af koordinater til disse punkter. Den overordnede fremgangsmåde ved realisering af ETRS89 på nationalt plan er beskrevet i EUREF Technical Note 1 (*Altamimi and Collilieux*, 2024), mens mere detaljerede anbefalinger vedrørende GNSS-beregning m.v. findes i (*J. Legrand, C. Bruyninx, Z. Altamimi, A. Caporali, A. Kenyeres, M. Lidberg*, 2022).

ETRS89 realiseres altid vha. GNSS-observationer i de fikspunkter, der skal udgøre realiseringen. Det skyldes, at ETRS89 som geodætisk referencesystem er defineret vha. ITRS, og at ITRS i praksis kan tilgås ved at foretage en GNSS-beregning i en realisering af ITRS. Siden den første realisering af ITRS i form af ITRF89 er ITRS løbende blevet re-realiseret med få års mellemrum, og i dag findes der en række versioner af ITRF, eksempelvis ITRF2000, ITRF2014 og senest ITRF2020. For hver version af ITRF kan der afledes en tilsvarende version af ETRF (European Terrestrial Reference Frame); ETRF2000 afledes eksempelvis fra ITRF2000, og ETRF2020 afledes fra ITRF2020.

Relationen imellem en given version af ITRF og den tilsvarende version af ETRF er givet ved følgende Helmert-transformation (tre translationer og tre rotationer) fra ITRF til ETRF, jf. formel 2 og tabel 1 i *Altamimi and Collilieux* (2024):

$$\mathrm{X}^{E}_{yy}(t_c) = \mathrm{X}^{I}_{yy}(t_c) + \mathrm{T}_{yy} + \begin{bmatrix} 0 & -\dot{R}3_{yy} & \dot{R}2_{yy} \\ \dot{R}3_{yy} & 0 & -\dot{R}1_{yy} \\ -\dot{R}2_{yy} & \dot{R}1_{yy} & 0 \end{bmatrix} \mathrm{X}^{I}_{yy}(t_c)(t_c - 1989,0)$$

hvor $\mathrm{X}^{E} = [X^{E}, Y^{E}, Z^{E}]^{T}$ er en koordinatvektor med de transformerede koordinater i ETRF, $\mathrm{X}^{I} = [X^{I}, Y^{I}, Z^{I}]^{T}$ er en koordinatvektor med inputkoordinater i ITRF, $\mathrm{T} = [T_1, T_2, T_3]^{T}$ er en translationsvektor, $\dot{R}1$, $\dot{R}2$ og $\dot{R}3$ er vinkelhastighederne af den eurasiske kontinentalplade (angivet i radianer) og t_c er inputkoordinaternes epoke.

EUREF anbefaler følgende fremgangsmåde ved realisering af ETRS89 på nationalt plan, jf. *Altamimi and Collilieux* (2024):

1. Beregning af koordinater i den seneste version af ITRF (i praksis seneste version af IGS[4]) til de GNSS-stationer (eller fikspunkter), der skal udgøre fundamentalpunkterne i den nationale ETRS89-realisering. Denne beregning foretages på baggrund af indsamlede GNSS-observationer med den centrale observationsepoke t_c og resulterer i et sæt koordinater til fundamentalpunkterne, der er konsistente med den seneste version af ITRF til epoken t_c.

2. Transformation af de ovenfor beregnede ITRF-koordinater (i praksis IGS-koordinater) til den tilsvarende version af ETRF vha. en Helmert-transformation bestemt ved formel 2 i *Altamimi and Collilieux* (2024) (gengivet ovenfor) samt de transformationsparametre der fremgår af tabel 1 i *Altamimi and Collilieux* (2024). De transformerede koordinater udgør ETRS89-koordinaterne til fundamentalpunkterne i den nationale ETRS89-realisering.

Transformationen til ETRF tilbageskriver koordinaternes pladebevægelsesepoke fra t_c til 1989,0 (vha. tre rotationer) og sikrer desuden, at origo i den nationale ETRS89-realisering er sammenfaldende med origo i ETRF89 (vha. tre translationer)[5]. I overensstemmelse med definitionen af ETRS89 tager transformationen ikke højde for intra-pladebevægelse, og derfor vil koordinaterne i den nationale ETRS89-realisering (i udgangspunktet) have en intra-pladebevægelsesepoke lig t_c.

Den ovenfor beskrevne fremgangsmåde forudsætter, at den nationale ETRS89-realisering skal baseres på den version af ETRF, der kan afle-

[4] Alle nyere versioner af ITRF er blevet fulgt op af en tilsvarende realisering beregnet af IGS (International GNSS Service; https://igs.org/) på grundlag af observationer fra et globalt netværk af GNSS-stationer – de såkaldte IGS-stationer. Således findes der en række realiseringer af ITRS med præfikset "IGS" – eksempelvis IGS14 og IGS20 svarende til hhv. ITRF2014 og ITRF2020. Endvidere har IGS introduceret en række opdaterede realiseringer – eksempelvis IGb14 og IGb20, der er opdateringer af hhv. IGS14 og IGS20.

[5] Formålet hermed er at sikre størst mulig konsistens imellem de forskellige versioner af ETRF og dermed imellem forskellige landes nationale ETRS89-realiseringer. I ETRF2014 og ETRF2020 korrigeres origo dog ikke – dvs. det oprindelige origo i ITRF2014 og ITRF2020 bibeholdes. Det skyldes, at origo i ITRF2014 og ITRF2020 er bestemt med bedre nøjagtighed (dvs. mere nøjagtigt svarer til Jordens centrum) end tilfældet er for de foregående versioner af ITRF. (*Altamimi and Collilieux*, 2024)

des fra den seneste version af ITRF. Hvis ikke dette er tilfældet, skal de beregnede koordinater inden transformation til ETRF transformeres til den relevante version af ITRF – eksempelvis ITRF2000, hvis den nationale ETRS89-realisering skal baseres på ETRF2000. Denne transformation foretages vha. en Helmert-transformation bestemt ved formel 1 i *Altamimi and Collilieux* (2024) samt de transformationsparametre, der kan udledes af Appendix A i *Altamimi and Collilieux* (2024).

En national ETRS89-realisering kan baseres på en hvilken som helst version af ETRF, men for at sikre størst mulig konsistens imellem de enkelte landes nationale ETRS89-realiseringer anbefaler EUREF at anvende ETRF2000 (den såkaldte "conventional frame") *Altamimi and Collilieux* (2024). De fleste nationale ETRS89-realiseringer er derfor baseret på ETRF2000 (*Collilieux, X. and Altamimi, Z. and Ampatzidis, D.*, 2026) – dog ikke i Danmark hvor ETRS89 er realiseret før ETRF2000 blev introduceret.

Hvis man sammenligner koordinaterne til et punkt i ét lands nationale ETRS89-realisering med koordinaterne til det samme punkt i et nabolands nationale ETRS89-realisering, vil man generelt finde afvigelser op til ca. 5 cm – i visse tilfælde op til 5-10 cm (*Collilieux, X. and Altamimi, Z. and Ampatzidis, D.*, 2026). Det skyldes bl.a., at ikke alle landes nationale ETRS89-realiseringer er baseret på ETRF2000, samt at de enkelte nationale ETRS89-realiseringer er baseret på særskilte nationale GNSS-kampagner med varierende centrale observationsepoker t_c. Konsekvensen heraf er, at de forskellige landes nationale ETRS89-realiseringer er baseret på forskellige pladebevægelsesmodeller samt har varierende origo og intra-pladebevægelsesepoke – hvilket giver anledning til ovennævnte koordinatafvigelser.

ETRS89-DNK(1994)

Den første danske ETRS89-realisering – ETRS89-DNK(1994) – er baseret på en GPS-opmålingskampagne udført d. 29. august til 2. september 1994 i seks postamenter, der udgør fundamentalpunkterne i ETRS89-realiseringen. På baggrund af observationer fra denne opmålingskampagne samt fem internationale IGS-stationer er der beregnet koordinater til de seks postamenter i ITRF92 (den på daværende tidspunkt seneste version af ITRF) til epoken 1994,705[6]. For nærmere detaljer vedrørende denne beregning samt den gennemførte GPS-opmålingskampagne henvises til *Fankhauser, S. and Gurtner, W.* (1995). De beregnede ITRF92-koordinater er derefter blevet transformeret til ETRF92 vha. en Helmert-transformation (tre translationer og tre rotationer) bestemt ved formel 2 i *Altamimi and Collilieux* (2024) (gengivet ovenfor) samt de transformationsparametre, der fremgår af tabel 1 i *Altamimi and Collilieux* (2024). De beregnede ITRF92-koordinater, anvendte transformationsparametre samt transformerede ETRF92-koordinater fremgår af Tabel 7, 8 og 9 i Bilag A. Endvidere fremgår fundamentalpunkterne i realiseringen samt de væsentligste egenskaber ved denne af Figur 1 og Tabel 3. ETRF92-koordinaterne i Tabel 9 er koordinaterne til fundamentalpunkterne i den danske ETRS89-realisering ETRS89-DNK(1994). Bemærk, at disse koordinater er de oprindelige ETRS89-DNK(1994)-koordinater til fundamentalpunkterne, og at disse koordinater ikke nødvendigvis fortsat er gældende. Bemærk endvidere, at transformationsparametrene i Tabel 8 er gengivet mhp. at dokumentere ETRS89-DNK(1994) og ikke bør anvendes til transformation imellem danske ETRS89-realiseringer og internationale referencerammer. Til dette formål bør i stedet anvendes NKG2020-transformationerne, jf. afsnittet Transformationer.

[6] Den centrale observationsepoke for den gennemførte GPS-kampagne er d. 31/8 1994 12:00 (svarende til 1994,664), men da koordinaterne til de seks postamenter er beregnet med IGS-stationerne fastholdte på deres ITRF92-koordinater til epoken 1994,705, er epoken for de beregnede koordinater i praksis 1994,705.

ETRS89-DNK(1994)	
Fundamentalpunkter	6 postamenter
Referenceramme	ETRF92 (via 6-parameter Helmert-transformation fra ITRF92)
Central observationsepoke for GPS-kampagne	1994,664
Epoke for pladebevægelse	1989,0
Epoke for intra-pladebevægelse	1994,705
Dækningsområde	Danmark (land- og søterritoriet samt den eksklusive økonomiske zone)
Gyldighedsperiode	1995 til 2019-04-30

Tabel 3: ETRS89-DNK(1994)



Figur 1: Fundamentalpunkter i ETRS89-DNK(1994).

ETRS89-DNK(2015)

ETRS89-DNK(2015) er officielt indført d. 1. maj 2019 og erstatter fra denne dato den hidtidige ETRS89-realisering ETRS89-DNK(1994). Baggrunden for at introducere ETRS89-DNK(2015) har bl.a. været, at fundamentalpunkterne i ETRS89-DNK(1994) ikke vurderes at være tilstrækkeligt stabile til at imødekomme samfundets behov for en langtidsstabil referenceramme for positionsbestemmelse i 3D, samt at en ny ETRS89-realisering baseret på aktive GNSS-stationer muliggør kontinuerlig stabilitetsovervågning af ETRS89-realiseringen.

ETRS89-DNK(2015) er således baseret på KDS' på daværende tidspunkt 12 klasse A GNSS-stationer (inkl. to tvillingestationer), idet disse GNSS-stationer udgør fundamentalpunkterne i den nye ETRS89-realisering. Derudover er ETRS89-DNK(2015) baseret på en GNSS-opmålingskampagne udført d. 27. oktober til 2. november 2015 i de seks postamenter, der udgør fundamentalpunkterne i ETRS89-DNK(1994). På baggrund af observationer fra denne opmålingskampagne, KDS' 12 GNSS-stationer og seks internationale IGS-stationer er der beregnet koordinater til postamenter og GNSS-stationer i IGb08 (den på daværende tidspunkt seneste version af IGS) til epoken 2015,829. De beregnede IGb08-koordinater til KDS' 12 GNSS-stationer er derefter blevet transformeret til ETRF92 vha. en Helmert-transformation (tre translationer, én skalafaktor og tre rotationer) bestemt ved de transformationsparametre, der kan estimeres vha. de seks postamenters koordinater i hhv. IGb08 og ETRS89-DNK(1994). For nærmere detaljer vedrørende den gennemførte GNSS-opmålingskampagne samt beregning og transformation henvises til *Weber, M.* (2019).

De beregnede IGb08-koordinater, estimerede transformationsparametre samt transformerede ETRF92-koordinater fremgår af Tabel 10, 11 og 12 i Bilag B. Endvidere fremgår fundamentalpunkterne i realiseringen samt de væsentligste egenskaber ved denne af Figur 2 og Tabel 4. ETRF92-koordinaterne i Tabel 12 er koordinaterne til fundamentalpunkterne i den danske ETRS89-realisering ETRS89-DNK(2015). Bemærk, at disse koordinater er de oprindelige ETRS89-DNK(2015)-koordinater til fundamentalstationerne, og at disse koordinater ikke nødvendigvis fortsat er gældende. Bemærk endvidere, at transformationsparametrene i Tabel 11 er gengivet mhp. at dokumentere ETRS89-DNK(2015) og ikke bør anvendes til transformation imellem danske ETRS89-realiseringer og internationale referencerammer. Til dette formål bør i stedet anvendes NKG2020-transformationerne, jf. afsnittet Transformationer.

ETRS89-DNK(2015)	
Fundamentalpunkter	12 klasse A GNSS-stationer
Referenceramme	ETRF92 (via 7-parameter Helmert-transformation fra IGb08)
Central observationsepoke for GNSS-kampagne	2015,829
Epoke for pladebevægelse	1989,0
Epoke for intra-pladebevægelse	1994,705 (overordnet trend, tilnærmelsesvist)[7]
Dækningsområde	Danmark (land- og søterritoriet samt den eksklusive økonomiske zone)
Gyldighedsperiode	2019-05-01 og frem

Tabel 4: ETRS89-DNK(2015)

Det fremgår af ovenstående, at ETRS89-DNK(2015) er bestemt ved en Helmert-transformation over fundamentalpunkterne i den foregående realisering ETRS89-DNK(1994). Denne fremgangsmåde afviger fra den af EUREF anbefalede fremgangsmåde ved realisering af ETRS89 på nationalt plan, jf. *Altamimi and Collilieux* (2024), men er valgt med henblik på at minimere koordinatforskellene imellem ETRS89-DNK(1994) og ETRS89-DNK(2015). Den valgte fremgangsmåde medfører, at ETRS89-DNK(1994)

[7] Da ETRS89-DNK(2015) fremkommer ved en 7-parameter Helmert-transformation til ETRS89-DNK(1994), har de to realiseringer tilnærmelsesvis samme intra-pladebevægelsesepoke, dvs. 1994,705. Mere præcist beskrevet har ETRS89-DNK(2015) epoken 1994,705 med hensyn til den overordnede trend af intra-pladebevægelsen (den del der kan beskrives ved en 7-parameter Helmert-transformation) og epoken 2015,829 med hensyn til residualdelen af intra-pladebevægelsen (den del der ikke kan beskrives ved en 7-parameter Helmert-transformation). Da intra-pladebevægelsen over Danmark hovedsagelig udgøres af postglacial landhævning, der med god tilnærmelse kan beskrives ved en 7-parameter Helmert-transformation, kan man med god tilnærmelse antage, at ETRS89-DNK(2015) har intra-pladebevægelsesepoken 1994,705.

og ETRS89-DNK(2015) har samme origo, orientering og skala (inden for den usikkerhed hvormed de to realiseringer er bestemt), og dermed at begge ETRS89-realiseringer kan betragtes som værende fortætninger af ETRF92 til epoken 1994,705. Endvidere er koordinatforskellene imellem ETRS89-DNK(1994) og ETRS89-DNK(2015) (dvs. koordinatforskellene i konkrete punkter) mindre end ca. 1 cm. Det betyder, at langt de fleste brugere af ETRS89-DNK – dvs. alle dem, der arbejder med ETRS89-koordinater med en nøjagtighed på ca. 1 cm eller dårligere – ikke behøver at skelne imellem koordinater bestemt i ETRS89-DNK(1994) og ETRS89-DNK(2015).

Siden 2015 har KDS løbende udvidet nettet af GNSS-stationer, således at dette pt. omfatter 17 klasse A GNSS-stationer (inkl. to tvillingestationer). Følgende nye GNSS-stationer er blevet etableret: BUDD (2017, tvillingestation til BUDP), MOJN (2017), SKEJ (2019), RIKO (2019), FYNO (2021), GREJ (2022) og HANK (2025), mens følgende fundamentalstationer i ETRS89-DNK(2015) er blevet nedlagt: SMID og SMI2 (2022, tvillingestationer). Endvidere har KDS siden 2015 skiftet antenne på følgende fundamentalstationer i ETRS89-DNK(2015): SULD (2019), GESR (2019), HIRS (2020) og BUDP (2025). KDS' aktuelle net af klasse A GNSS-stationer (status november 2026) fremgår af Figur 3.

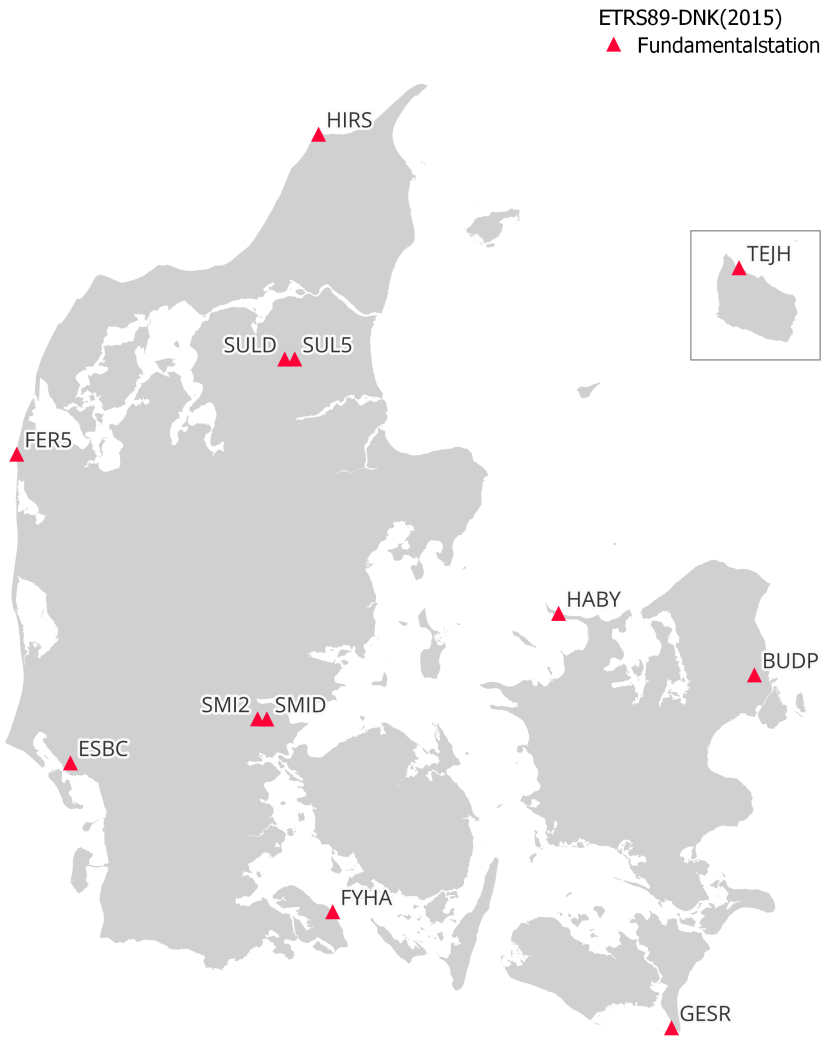
Hver gang en ny GNSS-station etableres, bestemmes ETRS89-DNK(2015)-koordinaterne til denne efter følgende fremgangsmåde: På baggrund af observationer fra alle KDS' klasse A GNSS-stationer samt et passende antal internationale IGS-stationer beregnes koordinater til GNSS-stationerne i den seneste version af IGS. De beregnede IGS-koordinater til den nyetablerede GNSS-station transformeres derefter til ETRS89-DNK(2015) vha. en Helmert-transformation (tre translationer, én skalafaktor og tre rotationer), bestemt ved de transformationsparametre, der kan estimeres vha. de øvrige GNSS-stationers koordinater i hhv. IGS og ETRS89-DNK(2015). Ved estimeringen af transformationsparametre fra IGS til ETRS89-DNK(2015) skelnes der ikke imellem fundamentalstationer i ETRS89-DNK(2015) og øvrige GNSS-stationer med ETRS89-DNK(2015)-koordinater – dvs. alle klasse A GNSS-stationer (generelt dog ikke tvillingestationer) indgår i estimeringen af transformationsparametrene. Ovenstående fremgangsmåde benyttes endvidere til at beregne nye ETRS89-DNK(2015)-koordinater til KDS' GNSS-stationer – inklusiv fundamentalstationerne i ETRS89-DNK(2015) – når en af disse får skiftet antenne. For nærmere detaljer vedrørende beregning af nye ETRS89-DNK(2015)-koordinater foranlediget af ændringerne i KDS' net af GNSS-stationer siden 2015 henvises til *Weber, M.* (2019).

De fundamentalstationer i ETRS89-DNK(2015), der har fået nye ETRS89-DNK(2015)-koordinater foranlediget af et antenneskift, indgår ikke længere i den fundamentale realisering af ETRS89-DNK(2015), ligesom nedlagte fundamentalstationer naturligvis heller ikke gør det. På tilsvarende vis indgår heller ikke nye GNSS-stationer etableret siden 2015 i den fundamentale realisering af ETRS89-DNK(2015). Pt. gældende ETRS89-DNK(2015)-koordinater til KDS' klasse A GNSS-stationer (status november 2026) fremgår af Tabel 13 i Bilag C. Af tabellen fremgår endvidere, hvilke GNSS-stationer der fortsat indgår i den fundamentale realisering af ETRS89-DNK(2015).

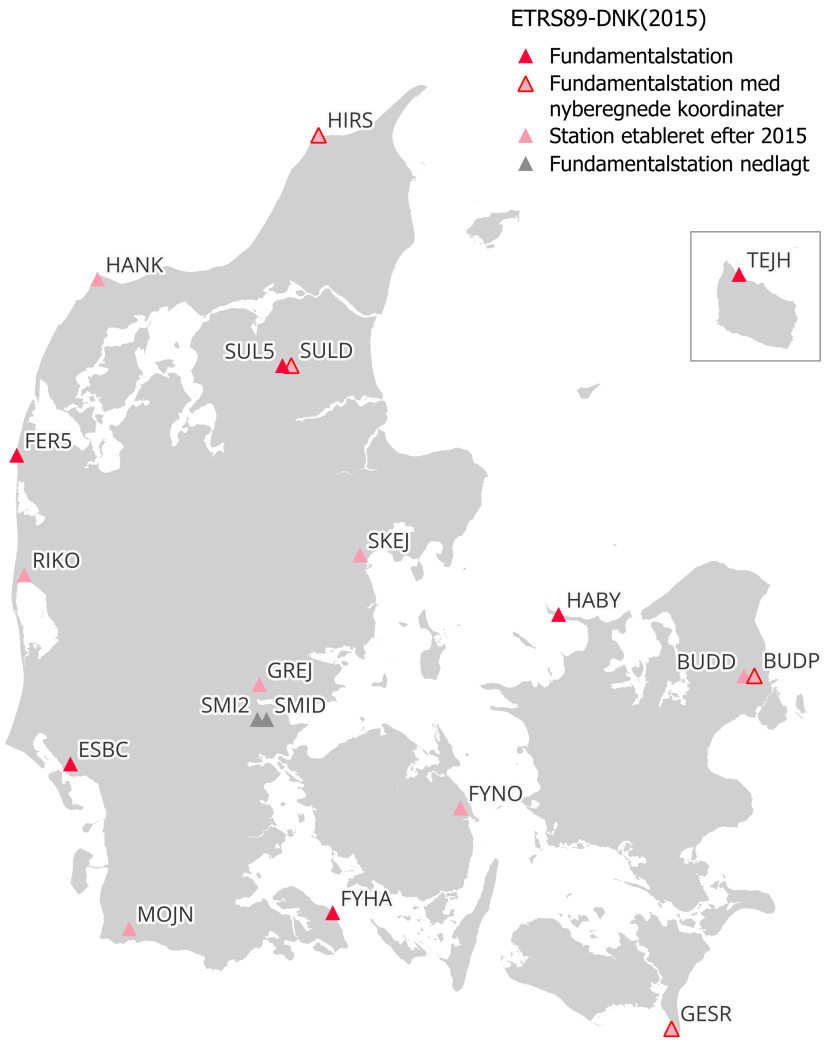
Efterhånden som nye GNSS-stationer etableres og eksisterende GNSS-stationer får ny antenne, vil den interne konsistens i KDS' samlede net af GNSS-stationer – dvs. den interne konsistens af GNSS-stationernes ETRS89-DNK(2015)-koordinater – langsomt blive forringet. Det skyldes bl.a. usikkerheder i beregnede koordinater, inkonsistenser vedrørende anvendte referencerammer, antennemodeller og beregningsparametre i det benyttede GNSS-processeringssoftware, samt at den anvendte Helmert-transformation kun tilnærmelsesvist kan modellere intrapladebevægelsen/-deformationen af GNSS-stationerne (hovedsagelig postglacial landhævning). Derudover kan eventuel ustabilitet af GNSS-stationerne medføre, at den interne konsistens af GNSS-stationernes ETRS89-DNK(2015)-koordinater langsomt bliver forringet.

KDS overvåger imidlertid løbende den interne konsistens af GNSS-stationernes ETRS89-DNK(2015)-koordinater, og på nuværende tidspunkt er den interne konsistens fortsat så høj, at anvendelsen af ETRS89-DNK(2015) ikke påvirkes heraf. I praksis er der således ikke nogen grund til at skelne imellem GNSS-stationer, der fortsat indgår i den fundamentale realisering af ETRS89-DNK(2015), og øvrige klasse A GNSS-stationer –

alle GNSS-stationers ETRS89-DNK(2015)-koordinater kan betragtes som lige nøjagtige. Hvis den interne konsistens i KDS' net af GNSS-stationer på et tidspunkt forringes så meget, at det begynder at påvirke den praktiske anvendelse af ETRS89-DNK(2015) negativt, vil KDS introducere en ny national ETRS89-realisering til erstatning for ETRS89-DNK(2015).



Figur 2: Fundamentalstationer i ETRS89-DNK(2015).



Figur 3: Fundamentalstationer i ETRS89-DNK(2015) samt klasse A GNSS-stationer etableret efter 2015 (status november 2026).

Fortætning og tilgængeliggørelse af ETRS89-DNK

ETRS89-DNK(1994) er oprindeligt fortættet vha. REFDK-nettet (ca. 100 punkter) samt yderligere fortættet og tilgængeliggjort vha. 10 km-nettet (ca. 700 punkter, inkl. ca. 85 fællespunkter i de to referencenet) (*Kort- & Matrikelstyrelsen*, 2012). Langt størstedelen af REFDK- og 10 km-punkterne eksisterer fortsat, men har ikke længere nogen praktisk betydning i relation til at gøre ETRS89-DNK tilgængelig for brugerne.

ETRS89-DNK(2015) er fortættet vha. 5D-nettet[8] (ca. 120 underjordiske punkter), der primært finder anvendelse internt i KDS. Således er 5D-nettet bl.a. blevet anvendt ifm. tilpasning af den seneste nationale geoidemodel til ETRS89-DNK(2015) og DVR90.

ETRS89-DNK(2015) er tilgængelig for brugerne vha. KDS' GNSS-stationer, idet RINEX-data fra alle GNSS-stationer kan downloades via Dataforsyningen (https://dataforsyningen.dk/). Derudover er det ved henvendelse til KDS muligt at få adgang til realtidsdata fra GNSS-stationerne. Det er således muligt at tilgå ETRS89-DNK(2015) eksempelvis ved at foretage en post-processering af RINEX-data med ETRS89-DNK(2015)-koordinater til GNSS-stationerne fastholdte. ETRS89-DNK(2015)-koordinater til KDS' GNSS-stationer har siden d. 1. maj 2019 været tilgængelige via Valdemar (https://valdemar.dataforsyningen.dk/).

ETRS89-DNK(2015) er endvidere tilgængelig for brugerne via private GNSS-positioneringstjenester, hvis netværk af referencestationer i praksis fungerer som en fortætning af KDS' GNSS-stationer. Der findes ingen bestemmelser i gældende lovgivning, som påbyder private positioneringstjenester at operere i ETRS89-DNK, men private positioneringstjenester kan frivilligt ansøge KDS om at blive registreret i medfør af *Bekendtgørelse om registrering af GNSS-positioneringstjenester* (BEK nr 546 af 29/05/2024; https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2024/546). Registrering af en positioneringstjeneste indebærer bl.a., at KDS løbende påser, at positioneringstjenesten opererer i seneste danske ETRS89-realisering. Således har alle på daværende tidspunkt registrerede GNSS-positioneringstjenester siden

[8] Punkterne i 5D-nettet har alle en *geometrisk* 3D-position i ETRS89, en *geofysisk* højde (kote) i DVR90 samt en målt tyngdeværdi – deraf navnet.

d. 1. maj 2019 opereret i ETRS89-DNK(2015). En opdateret liste over registrerede positioneringstjenester fremgår af KDS' hjemmeside.

Transformationer

Klimadatastyrelsen stiller en række koordinattransformationer imellem ETRS89-DNK og andre geodætiske referencerammer til rådighed for brugerne. Det drejer sig dels om transformationer imellem ETRS89-DNK og internationale referencerammer, dels om transformationer imellem ETRS89-DNK og ældre 2D- og 3D-referencerammer anvendt før introduktionen af ETRS89 i Danmark. Der findes ingen transformation imellem ETRS89-DNK(1994) og ETRS89-DNK(2015), idet koordinatforskellene imellem de to realiseringer (dvs. koordinatforskellene i konkrete punkter) er så små, at der ikke vurderes at være behov herfor.

Transformation til internationale referencerammer

Transformation imellem realiseringer af ITRS og nationale ETRS89-realiseringer i de nordiske og baltiske lande, herunder Danmark, kan foretages vha. de såkaldte NKG2020-transformationer, der er udviklet i regi af NKG[9]. NKG2020-transformationerne baserer sig bl.a. på en specifik nordisk/baltisk model for intra-pladebevægelser (NKG_RF17vel) samt på de parametre for transformation imellem ITRF2014 og ETRF2014, der er fastlagt i regi af EUREF (jf. tabel 1 i *Altamimi and Collilieux* (2024)), idet NKG2020-transformationerne anvender den fællesnordiske/-baltiske referenceramme NKG_ETRF2014 (ETRF2014 til epoken 2000,0) som transformationshub[10] (*Häkli et al.*, 2023).

NKG2020-transformationerne kan bl.a. benyttes til at transformere ITRF- eller IGS-koordinater[11] indsamlet vha. en global positioneringstjeneste eller beregnet i en post-processering af GNSS-data til ETRS89-DNK(2015). NKG2020-transformationerne kan endvidere benyttes ifm. grænseoverskridende projekter inden for det nordisk/baltiske område. Det kan fx dreje sig om grænseoverskridende anlægsprojekter m.v., hvis nøjagtigheden af de anvendte ETRS89-koordinater skal være bedre end ca. 5 cm – dvs. hvis nøjagtigheden skal være så god, at de involverede landes ETRS89-realiseringer ikke kan betragtes som værende ens. I sådanne tilfælde kan man vælge at arbejde i den fællesnordiske/-baltiske referenceramme NKG_ETRF2014 – dvs. anvende NKG2020-transformationerne til transformation fra de involverede landes nationale ETRS89-realiseringer til NKG_ETRF2014. Alternativt kan man vælge at arbejde i et af de involverede landes nationale ETRS89-realiseringer – dvs. anvende NKG2020-transformationerne til transformation fra det ene lands nationale ETRS89-realisering til det andet lands nationale ETRS89-realisering (via transformationshubben NKG_ETRF2014). For så vidt angår sidstnævnte tilgang bør man dog være opmærksom på, at nationale ETRS89-realiseringer generelt ikke bør anvendes uden for deres tiltænkte dækningsområder.

Af Tabel 14 i Bilag D fremgår et testdatasæt bestående af koordinater i hhv. ITRF2020 og ETRS89-DNK(2015). Dette testdatasæt kan benyttes til at kontrollere, at en given implementering af NKG2020-transformationerne er korrekt. For yderligere dokumentation af NKG2020-transformationerne henvises til *Häkli et al.* (2023).

Transformation til ældre referencerammer

Transformation imellem ETRS89-DNK og den seneste danske realisering af 3D-referencesystemet ED50 (European Datum 1950) kan foretages vha. en transformation udviklet af det daværende Kort & Matrikelstyrelsen. Transformationen baserer sig på en 7-parameter Helmert-transformation,

[9] Nordisk Kommission for Geodæsi (https://www.nordicgeodeticcommission.com/)

[10] Ved en transformationshub forstås en specifik referenceramme, der fungerer som mellemstation for alle transformationer – i det her tilfælde NKG_ETRF2014 der fungerer som mellemstation for alle transformationer imellem ITRF og nationale ETRS89-realiseringer.

[11] Referencerammerne ITRF2020-u2023, ITRF2020-u2024, IGS20, IGb20 og IGc20 har alle samme origo, orientering og skala som ITRF2020 (inden for den usikkerhed hvormed referencerammerne er bestemt) og kan derfor i transformationsmæssig henseende betragtes som identiske med ITRF2020 (*Rebischung P.*, 2025). Således kan koordinater i de nævnte referencerammer transformeres vha. NKG2020-transformationerne, som om det var koordinater i ITRF2020. Tilsvarende har referencerammerne IGS14 og IGb14 begge samme origo, orientering og skala som ITRF2014 (*Rebischung P.*, 2020), og koordinater i de nævnte referencerammer kan transformeres vha. NKG2020-transformationerne, som om det var koordinater i ITRF2014.

der beskriver den overordnede overgang fra ETRS89-DNK(1994) til ED50, samt en polynomiumstransformation af 15. grad, der beskriver regionale og lokale spændinger i realiseringen af ED50 (*Jensen, A. B. O. and Engsager, K.*, 2001). For yderligere dokumentation af denne transformation henvises til *Jensen, A. B. O. and Engsager, K.* (2001).

Transformation imellem ETRS89-DNK og realiseringer af de ældre 2D-referencesystemer System 34 Jylland/Fyn, System 34 Sjælland, System 45 Bornholm, Generalstabens System, Generalstabens System Bornholm, København Kommunes System og System Ostenfeld er mulig vha. transformationer reimplementeret af Klimadatastyrelsen inden for de senere år. I de reimplementerede transformationer anvendes transformationsgrids i stedet for polynomiumstransformationer til at modellere regionale og lokale spændinger i de ældre referencerammer *KDS* (2026).

Geodætiske registre

De danske realiseringer af ETRS89 samt en række hyppigt anvendte afbildninger/projektioner heraf er registreret i EPSG-registret (*International Association of Oil & Gas Producers*) som såkaldte koordinatreferencesystemer ("Coordinate Reference Systems", forkortet "CRSs"). Koordinatreferencesystemer kategoriseres i en række forskellige typer, herunder bl.a. geografisk, geocentrisk, projiceret og sammensat ("compound").

Koordinatreferencesystemer af typerne geografisk og geocentrisk repræsenterer et specifikt datum (fx ETRS89-DNK(2015)) i kombination med et geografisk (2D eller 3D) hhv. geocentrisk koordinatsystem.

Koordinatreferencesystemer af typen projiceret repræsenterer et specifikt datum i kombination med et kartesisk koordinatsystem associeret med en specifik kortprojektion.

Koordinatreferencesystemer af typen sammensat repræsenterer en kombination af et horisontalt koordinatreferencesystem (geografisk 2D eller projiceret) og et vertikalt koordinatreferencesystem (geofysisk højde eller dybde).

Foruden koordinatreferencesystemer er en række transformationer vedrørende de danske realiseringer af ETRS89 registreret i EPSG-registret. En transformation i regi af EPSG-registret skal forstås som en transformation fra et koordinatreferencesystem med et datum til et andet koordinatreferencesystem med et andet datum. EPSG-registret opererer endvidere med såkaldte "sammenkædede operationer" ("concatenated operations"), hvilket er to eller flere transformationer udført i en bestemt rækkefølge. For en mere udførlig og præcis beskrivelse af datamodellen anvendt i EPSG-registret henvises til *International Association of Oil & Gas Producers* (2025).

En oversigt over koordinatreferencesystemer og transformationer samt tilhørende EPSG-koder med relation til danske realiseringer af ETRS89 fremgår af Tabel 5 og Tabel 6. For mere fyldestgørende information vedrørende de enkelte koordinatreferencesystemer m.v. henvises til EPSG-registret.

Den seneste danske ETRS89-realisering, ETRS89-DNK(2015), er registreret med EPSG-koderne 10890, 10891 og 10892. Der findes derimod ingen registreringer i EPSG-registret, der specifikt repræsenterer ETRS89-DNK(1994), idet forskellene imellem de to ETRS89-realiseringer er så små, at der i praksis ikke er behov for at skelne imellem disse, jf. afsnittet ETRS89-DNK(2015). Derudover er *datumensemblet* ETRS89 registreret med EPSG-koderne 4258, 4936 og 4937. Ved datumensemblet ETRS89 forstås – i modsætning til én specifik ETRS89-realisering – den samlede mængde af alle ETRS89-realiseringer på tværs af Europa, herunder alle danske ETRS89-realiseringer. Datumensemblet ETRS89 og EPSG-koderne 4258, 4936 og 4937 kan anvendes i de situationer, hvor nøjagtighedskravet til ETRS89-koordinaterne er lavere end ca. 10 cm – dvs. i situationer hvor der ikke er behov for at kunne skelne imellem forskellige landes nationale ETRS89-realiseringer. I de situationer, hvor nøjagtighedskravet til ETRS89-koordinaterne er højere end ca. 10 cm, anbefales det generelt at anvende EPSG-koderne 10890, 10891 og 10892.

Endelig er en lang række projicerede og sammensatte koordinatreferencesystemer vedrørende kortprojektioner og højde- og dybdesystemer med dansk anvendelse registreret i EPSG-registret. Dette gælder eksempelvis

koordinatreferencesystemer vedrørende kortprojektionerne UTM (*SDFE*, 2017a) og DKTM (*SDFE*, 2017b) samt højde- og dybdesystemerne DKLAT (*SDFI*, 2023a), DKMSL (*SDFI*, 2023b) og DVR90 (*KDS*, 2025). Fælles for disse koordinatreferencesystemer er, at de er registreret i EPSG-registret før ETRS89-DNK(2015), og derfor ikke er baseret på ETRS89-DNK(2015), men derimod datumensemblet ETRS89. Ved anvendelse af transformationsværktøjet PROJ (*PROJ contributors*, 2026), herunder transformationsværktøjer og GIS-systemer, der baserer sig på PROJ, har dette dog normalt ikke nogen praktisk betydning. Det skyldes, at PROJ vil tolke koordinater med eksempelvis EPSG-koden 25832, som ETRS89-DNK(2015) projiceret til UTM zone 32N, såfremt koordinaterne er beliggende i Danmark. Man skal dog være opmærksom på, at koordinater med eksempelvis EPSG-koden 25832 – såfremt koordinaterne er beliggende i et andet land end Danmark – på tilsvarende vis vil blive tolket som koordinater i pågældende lands nationale ETRS89-realisering projiceret til UTM zone 32N. Dette kan eksempelvis have praktisk betydning ifm. grænseoverskridende anlægsprojekter m.v., hvis nøjagtigheden af de anvendte ETRS89-koordinater skal være bedre end ca. 5-10 cm.

Navn	EPSG-kode	Type
ETRS89-DNK	10890	Geocentrisk
ETRS89-DNK	10891	Geografisk 3D
ETRS89-DNK	10892	Geografisk 2D
ETRS89	4936	Geocentrisk (Ensemble)
ETRS89	4937	Geografisk 3D (Ensemble)
ETRS89	4258	Geografisk 2D (Ensemble)
ETRS89 / DKTM1	4093	Projiceret
ETRS89 / DKTM1 + DVR90 height	4097	Sammensat
ETRS89 / DKTM2	4094	Projiceret
ETRS89 / DKTM2 + DVR90 height	4098	Sammensat
ETRS89 / DKTM3	4095	Projiceret
ETRS89 / DKTM3 + DVR90 height	4099	Sammensat
ETRS89 / DKTM4	4096	Projiceret
ETRS89 / DKTM4 + DVR90 height	4100	Sammensat
ETRS89 / Kp2000 Bornholm	2198	Projiceret
ETRS89 / Kp2000 Bornholm + DVR90 height	7420	Sammensat
ETRS89 / Kp2000 Jutland	2196	Projiceret
ETRS89 / Kp2000 Jutland + DVR90 height	7418	Sammensat
ETRS89 / Kp2000 Zealand	2197	Projiceret
ETRS89 / Kp2000 Zealand + DVR90 height	7419	Sammensat
ETRS89 / UTM zone 32N	25832	Projiceret
ETRS89 / UTM zone 32N (N-E)	3044	Projiceret
ETRS89 / UTM zone 32N + DVR90 height	7416	Sammensat
ETRS89 / UTM zone 33N	25833	Projiceret
ETRS89 / UTM zone 33N (N-E)	3045	Projiceret
ETRS89 / UTM zone 33N + DVR90 height	7417	Sammensat
ETRS89 + BSCD2000 depth	10679	Sammensat
ETRS89 + DKLAT(2022) depth	10554	Sammensat
ETRS89 + DKLAT(2023) depth	10556	Sammensat
ETRS89 + DKMSL(2022) depth	10553	Sammensat
ETRS89 + DKMSL(2023) depth	10555	Sammensat
ETRS89 + DVR90(2002) height	10486	Sammensat
ETRS89 + DVR90(2013) height	10487	Sammensat
ETRS89 + DVR90(2023) height	10488	Sammensat
ETRS89 + EVRF2000 height	7409	Sammensat
ETRS89 + EVRF2007 height	7423	Sammensat
ETRS89 + EVRF2019 height	9422	Sammensat
ETRS89 + EVRF2019 mean-tide height	9423	Sammensat
ETRS89-extended / LAEA Europa	3035	Projiceret
ETRS89-extended / LCC Europa	3034	Projiceret

Tabel 5: Koordinatreferencesystemer i EPSG-registret relateret til danske realiseringer af ETRS89.

Navn	EPSG-kode	Type	Dækningsområde
ED50 to ETRS89 (4)	1626	Transformation	Danmark – onshore
ETRS89 to BSCD2000 depth (1)	10680	Transformation	Europa – Østersøen
ETRS89 to DKLAT(2022) depth (1)	10559	Transformation	Danmark – offshore
ETRS89 to DKLAT(2023) depth (1)	10563	Transformation	Danmark – offshore
ETRS89 to DKMSL(2022) depth (1)	10557	Transformation	Danmark – offshore
ETRS89 to DKMSL(2023) depth (1)	10561	Transformation	Danmark – offshore
ETRS89 to DVR90(2002) height (1)	10489	Transformation	Danmark – onshore
ETRS89 to DVR90(2013) height (1)	10491	Transformation	Danmark – onshore
ETRS89 to DVR90(2023) height (1)	10493	Transformation	Danmark – onshore
ETRS89 to ETRS89 + BSCD2000 depth (1)	10681	Transformation	Europa – Østersøen
ETRS89 to ETRS89 + DKLAT(2022) depth (1)	10560	Transformation	Danmark – offshore
ETRS89 to ETRS89 + DKLAT(2023) depth (1)	10564	Transformation	Danmark – offshore
ETRS89 to ETRS89 + DKMSL(2022) depth (1)	10558	Transformation	Danmark – offshore
ETRS89 to ETRS89 + DKMSL(2023) depth (1)	10562	Transformation	Danmark – offshore
ETRS89 to ETRS89 + DVR90(2002) height (1)	10490	Transformation	Danmark – onshore
ETRS89 to ETRS89 + DVR90(2013) height (1)	10492	Transformation	Danmark – onshore
ETRS89 to ETRS89 + DVR90(2023) height (1)	10494	Transformation	Danmark – onshore
ETRS89 to GSB-IRF (1)	10263	Transformation	Danmark - onshore Bornholm
ETRS89 to GS-IRF (1)	10259	Transformation	Danmark - onshore Jylland, Fyn, Sjælland og Lolland
ETRS89 to KK-IRF (1)	10267	Transformation	Danmark – København
ETRS89 to Ostenfeld-IRF (1)	10271	Transformation	Danmark – Nordslesvig
ETRS89 to S34J-IRF (1)	10161	Transformation	Danmark - onshore Jylland og Fyn
ETRS89 to S34S-IRF (1)	10251	Transformation	Danmark - onshore Sjælland og Lolland
ETRS89 to S45B-IRF (1)	10255	Transformation	Danmark - onshore Bornholm
ETRS89 to WGS 84 (1)	1149	Transformation	Europa - samt landevis
NKG_ETRF14 to ETRS89-DNK (1)	10893	Transformation	Danmark
ED50 to ETRS89 (2)	8654	Sammenkædet operation	Europa – Nordsøen
ETRS89 + DVR90(2002) height to ETRS89 + DVR90(2013) height (1)	10495	Sammenkædet operation	Danmark – onshore
ETRS89 + DVR90(2013) height to ETRS89 + DVR90(2023) height (1)	10496	Sammenkædet operation	Danmark
ITRF2014 to ETRS89-DNK (1)	10894	Sammenkædet operation	Danmark
ITRF2020 to ETRS89-DNK (1)	10895	Sammenkædet operation	Danmark

Tabel 6: Transformationer i EPSG-registret relateret til danske realiseringer af ETRS89.

Governance

Klimadatastyrelsen er myndighed for geodæsi, herunder den nationale realisering af ETRS89 i Danmark. Ved beslutning om nyrealisering af ETRS89 inddrages holdninger fra først og fremmest relevante myndigheder og fra aktører i kort- og landmålingsbranchen. I øvrigt er alle interessenter velkomne til at bidrage med relevant information om eventuelle fejl og mangler via gdl@kds.dk.

Bilag A

ETRS89-DNK(1994)

Fundamentalpunkt	X [m]	Y [m]	Z [m]
BUDD	3513649,5035	778954,5946	5248201,8673
HVIG	3523228,7845	502878,7320	5275213,0005
MYGD	3379477,7211	598261,4743	5358170,4396
STAG	3629048,2163	603765,5358	5192855,7332
TYVH	3471138,5538	665488,4116	5291632,3874
VAEG	3612855,1379	763382,3027	5183133,7246

Tabel 7: Beregnede ITRF92-koordinater til epoken 1994,705 til fundamentalpunkterne i ETRS89-DNK(1994).

T_1 [m]	T_2 [m]	T_3 [m]	$\dot{R}1$ [mas/år]	$\dot{R}2$ [mas/år]	$\dot{R}3$ [mas/år]	t [år]
+0,038	+0,040	-0,037	+0,210	+0,520	-0,680	+1994,705

Tabel 8: Anvendte transformationsparametre ved transformation fra ITRF92 (epoke 1994,705) til ETRF92. De angivne transformationsparametre følger position vector konventionen. Rotationshastigheder er angivet i mas/år = 0,001 buesekund/år.

Fundamentalpunkt	X [m]	Y [m]	Z [m]
BUDD	3513649,6317	778954,5380	5248201,7843
HVIG	3523228,9079	502878,6751	5275212,9157
MYGD	3379477,8474	598261,4196	5358170,3575
STAG	3629048,3404	603765,4774	5192855,6475
TYVH	3471138,6805	665488,3555	5291632,3043
VAEG	3612855,2648	763382,2446	5183133,6401

Tabel 9: Transformerede ETRF92-koordinater til fundamentalpunkterne i ETRS89-DNK(1994). Bemærk, at de angivne koordinater er de oprindelige ETRS89-DNK(1994)-koordinater til fundamentalpunkterne, og at disse koordinater ikke nødvendigvis fortsat er gældende.

Bilag B

ETRS89-DNK(2015)

Fundamentalpunkt	X [m]	Y [m]	Z [m]
BUDD	3513649,15369	778954,91771	5248202,05950
HVIG	3523228,44443	502879,04273	5275213,20299
MYGD	3379477,40011	598261,77956	5358170,66009
STAG	3629047,87220	603765,85809	5192855,94065
TYVH	3471138,21404	665488,71990	5291632,59699
VAEG	3612854,78897	763382,62420	5183133,92903
BUDP	3513638,08463	778956,55894	5248216,53641
ESBC	3582104,83217	532590,10710	5232755,09426
FER5	3491111,28290	497995,01772	5296842,98889
FYHA	3611639,59221	635936,55217	5201014,95257
GESR	3625387,13332	765504,30514	5174102,79386
HABY	3507446,78126	704379,32743	5262740,36667
HIRS	3374902,86922	593115,72923	5361509,60013
SMI2	3557905,32483	599174,70409	5242071,68718
SMID	3557911,06006	599176,84234	5242066,54419
SUL5	3446402,36216	591713,69977	5316377,03074
SULD	3446394,04568	591713,30432	5316383,55789
TEJH	3522395,03082	933244,85410	5217231,55991

Tabel 10: Beregnede IGb08-koordinater til epoken 2015,829 til fundamentalpunkterne/-stationerne i ETRS89-DNK(1994) samt ETRS89-DNK(2015).

T_1 [m]	T_2 [m]	T_3 [m]	D [ppb]	$R1$ [mas]	$R2$ [mas]	$R3$ [mas]
+0,69278	-0,02083	-0,46857	-2,14	-3,456	+10,480	+15,327

Tabel 11: Anvendte transformationsparametre ved transformation fra IGb08 (epoke 2015,829) til ETRF92. De angivne transformationsparametre følger position vector konventionen. Rotationer er angivet i mas = 0,001 buesekund og skalafaktor i ppb = 10^{-9}.

Fundamentalstation	X [m]	Y [m]	Z [m]
BUDP	3513638,56112	778956,18743	5248216,24818
ESBC	3582105,29099	532589,73129	5232754,80541
FER5	3491111,73609	497994,64767	5296842,69470
FYHA	3611640,06026	635936,17447	5201014,66702
GESR	3625387,61234	765503,92659	5174102,51124
HABY	3507447,25149	704378,95629	5262740,07684
HIRS	3374903,32644	593115,36652	5361509,30149
SMI2	3557905,78818	599174,32978	5242071,39820
SMID	3557911,52341	599176,46802	5242066,25521
SUL5	3446402,82142	591713,33251	5316376,73581
SULD	3446394,50494	591712,93706	5316383,26296
TEJH	3522395,52033	933244,48212	5217231,27478

Tabel 12: Transformerede ETRF92-koordinater til fundamentalstationerne i ETRS89-DNK(2015). Bemærk, at de angivne koordinater er de oprindelige ETRS89-DNK(2015)-koordinater til fundamentalstationerne, og at disse koordinater ikke nødvendigvis fortsat er gældende. De angivne ETRS89-DNK(2015)-koordinater til GESR og SULD har aldrig været gældende, idet antennen på disse GNSS-stationer blev udskiftet før introduktionen af ETRS89-DNK(2015) d. 1. maj 2019, jf. Tabel 13. BUDD, der er fundamentalpunkt i ETRS89-DNK(1994), fik ikke tildelt nye gældende ETRS89-DNK(2015)-koordinater ifm. introduktionen af ETRS89-DNK(2015), selvom der siden 2017 har stået en GNSS-station i punktet. BUDD betragtes derfor ikke som en fundamentalstation i ETRS89-DNK(2015) og fremgår således ikke af tabellen.

Bilag C

ETRS89-DNK(2015)-koordinater til KDS' klasse A GNSS-stationer

Fundamentalpunkt	X [m]	Y [m]	Z [m]	ETRS89-DNK-koordinater transformeret fra	Bemærkning
BUDP	3513638,56333	778956,18924	5248216,25333	IGb20 (epoke 2025-05-14)	Antenne skiftet 2025
ESBC	**3582105,29099**	**532589,73129**	**5232754,80541**	**IGb08 (epoke 2015-10-30)**	
FER5	**3491111,73609**	**497994,64767**	**5296842,69470**	**IGb08 (epoke 2015-10-30)**	
FYHA	**3611640,06026**	**635936,17447**	**5201014,66702**	**IGb08 (epoke 2015-10-30)**	
GESR	3625387,62158	765503,93295	5174102,52612	IGS14 (epoke 2019-03-20)	Antenne skiftet 2019
HABY	**3507447,25149**	**704378,95629**	**5262740,07684**	**IGb08 (epoke 2015-10-30)**	
HIRS	3374903,32813	593115,36827	5361509,31003	IGb14 (epoke 2020-10-21)	Antenne skiftet 2020
SMI2					Nedlagt 2022
SMID					Nedlagt 2022
SUL5	**3446402,82142**	**591713,33251**	**5316376,73581**	**IGb08 (epoke 2015-10-30)**	
SULD	3446394,50233	591712,93124	5316383,25562	IGS14 (epoke 2019-02-06)	Antenne skiftet 2019
TEJH	**3522395,52033**	**933244,48212**	**5217231,27478**	**IGb08 (epoke 2015-10-30)**	
BUDD	3513649,62517	778954,54558	5248201,77774	IGb20 (epoke 2025-05-14)	GNSS-station nyetableret 2017
MOJN	3628427,91179	562059,09356	5197872,21496	IGS14 (epoke 2018-02-21)	GNSS-station nyetableret 2017
SKEJ	3501565,37402	628758,99186	5276185,97188	IGS14 (epoke 2019-02-06)	GNSS-station nyetableret 2019
RIKO	3527228,98069	506551,81872	5272188,92417	IGS14 (epoke 2019-12-25)	GNSS-station nyetableret 2019
FYNO	3572263,77881	677731,54750	5222743,50814	IGb14 (epoke 2021-06-09)	GNSS-station nyetableret 2021
GREJ	3547091,02949	598111,22826	5249481,95693	IGb14 (epoke 2022-05-25)	GNSS-station nyetableret 2022
HANK	3432374,12540	519109,74682	5332862,32916	IGb20 (epoke 2025-05-14)	GNSS-station nyetableret 2025

Tabel 13: ETRS89-DNK(2015)-koordinater til KDS' klasse A GNSS-stationer med angivelse af referenceramme og epoke for de tilgrundliggende IGS-koordinater (status d. 12. november 2026). Fed skrift angiver GNSS-stationer, der fortsat indgår i den fundamentale realisering af ETRS89-DNK(2015). Bemærk at koordinaterne i denne tabel ikke nødvendigvis er gældende efter den angivne dato. Gældende ETRS89-DNK(2015)-koordinater til KDS' GNSS-stationer kan indhentes via Valdemar (https://valdemar.dataforsyningen.dk/).

Bilag D

Datasæt til brug for test af implementering af NKG2020-transformationer

ITRF2020				ETRS89-DNK(2015)			
X [m]	Y [m]	Z [m]	t_c [år]	X [m]	Y [m]	Z [m]	t_c [år]
3416533,89712	585886,14286	5336046,59563	2025,748	3416534,46911	585885,60276	5336046,28870	2025,748
3475028,40243	633120,68267	5292986,32334	2025,748	3475028,97678	633120,13538	5292986,01172	2025,748
3618608,69364	638504,00003	5195928,71335	2025,748	3618609,25974	638503,43497	5195928,38854	2025,748
3520535,38731	790305,06390	5241874,91688	2025,748	3520535,97802	790304,51129	5241874,60346	2025,748
3604532,06568	651841,36224	5203955,50881	2025,748	3604532,63431	651840,79894	5203955,18551	2025,748
3626712,64215	684490,16839	5184456,40058	2025,748	3626713,21336	684489,60242	5184456,07572	2025,748
3617953,15195	551684,79439	5206222,12165	2025,748	3617953,70735	551684,22926	5206221,79557	2025,748
3564819,32554	649518,53376	5231366,29438	2025,748	3564819,89639	649517,97537	5231365,97471	2025,748
3527672,62277	753514,13994	5242503,61420	2025,748	3527673,20860	753513,58636	5242503,29956	2025,748
3535628,57763	611613,81470	5255519,74116	2025,748	3535629,14563	611613,25986	5255519,42361	2025,748
3559783,16975	712590,73900	5226644,60950	2025,748	3559783,74863	712590,18136	5226644,29126	2025,748
3590606,13450	589611,08375	5220924,84072	2025,748	3590606,69635	589610,52206	5220924,51775	2025,748

Tabel 14: Testdatasæt bestående af koordinater i hhv. ITRF2020 og ETRS89-DNK(2015). Dette testdatasæt kan benyttes til at kontrollere, at en given implementering af NKG2020-transformationerne er korrekt. Testdatasættet kan naturligvis også benyttes til at kontrollere, at man anvender sit transformationsværktøj korrekt. Bemærk at transformation imellem ITRF og ETRS89-DNK forudsætter kendskab til koordinaternes epoke t_c.

Litteratur

Altamimi, Z., and X. Collilieux, EUREF Technical Note 1: Relationship and Transformation between the International and the European Terrestrial Reference Systems, *Technical Note 1*, EUREF, IAG Reference Frame Sub-Commission for Europe, 2024. (document), 2, 5

Altamimi, Z., L. Métivier, P. Rebischung, X. Collilieux, K. Chanard, and J. Barnéoud, ITRF2020 Plate Motion Model, *Geophysical Research Letters*, *50*(24), doi:https://doi.org/10.1029/2023GL106373, 2023. (document)

Collilieux, X. and Altamimi, Z. and Ampatzidis, D., EUREF Study Group on alternatives to ETRS89, Presentation EUREF Symposium 2026, 2026. (document)

EUREF, EUREF Symposia - Resolutions, Florence, 28 - 31 May 1990, https://www.euref.eu/sites/default/files/minutes/resolutions_florence1990.pdf, 1990. (document)

European Parliament and Council of the European Union, Directive 2007/2/ec of the european parliament and of the council of 14 march 2007 establishing an infrastructure for spatial information in the european community (inspire), Official Journal of the European Union, available at: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2007/2/oj, 2007. (document)

Fankhauser, S. and Gurtner, W., Euref-dk94 denmark euref densification campaign august 29 - september 2, 1994, SATELLITEN-BEOBACHTUNGSSTATION ZIMMERWALD, Bericht nr. 23, 1995. (document)

Häkli, P., et al., NKG2020 transformation: An updated transformation between dynamic and static reference frames in the Nordic and Baltic countries, *Journal of Geodetic Science*, *13*, doi:10.1515/jogs-2022-0155, 2023. (document)

International Association of Oil & Gas Producers, EPSG Geodetic Parameter Dataset, https://epsg.org/. (document)

International Association of Oil & Gas Producers, Understanding the EPSG Geodetic Parameter Dataset, EPSG Guidance Note 373-07-1, 2025. (document)

J. Legrand, C. Bruyninx, Z. Altamimi, A. Caporali, A. Kenyeres, M. Lidberg, Guidelines for EUREF Densifications, https://epncb.oma.be/_documentation/guidelines/Guidelines_for_EUREF_Densifications.pdf, EUREF Guidelines, 2022. (document)

Jensen, A. B. O. and Engsager, K., GPS og koordinattransformationer II, *Landinspektøren - Tidsskrift for kortlægning og arealforvaltning*, *40*(1), 2001. (document)

KDS, DVR90: Dansk Vertikal Reference 1990, https://www.klimadatastyrelsen.dk/Media/638820476483164951/010-DVR90.pdf, KDS, Geodætisk systembeskrivelse, GeoNote 10, 2025. (document)

KDS, Ofte stillede spørgsmål om geodæsi, , KDS, Generel geodætisk information, GeoNote 15, 2026. (document)

Kort- & Matrikelstyrelsen, Referencenet for Danmark: Status, strategi og udvikling, 2012. (document)

Petit, G., B. Luzum, et al., IERS conventions (2010), *IERS Technical Note*, *36*, 2010. (document), 3

PROJ contributors, *PROJ coordinate transformation software library*, Open Source Geospatial Foundation, doi:10.5281/zenodo.5884394, 2026. (document)

Rebischung P., [IGSMAIL-7921] Switch to IGb14 reference frame, IGSMAIL-7921, 2020. 11

Rebischung P., [IGSMAIL-8634] Switch to IGc20 reference frame, IGSMAIL-8634, 2025. 11

SDFE, ETRS89/UTM32: Den primære kortprojektion i Danmark, https://www.klimadatastyrelsen.dk/Media/637889927600611409/001-ETRS89-UTM.pdf, SDFE, Geodætisk systembeskrivelse, GeoNote 1, 2017a. (document)

SDFE, ETRS89/DKTM – et system af kortprojektioner til bygge- og anlægsbranchen, https://www.klimadatastyrelsen.dk/Media/637889927600611409/001-ETRS89-UTM.pdf, SDFE, Geodætisk systembeskrivelse, GeoNote 2, 2017b. (document)

SDFI, DKLAT: Referenceflade for laveste astronomiske tidevand i og omkring Danmark, https://sdfi.dk/Media/638167943651552271/007-DKLAT.pdf, SDFI, Geodætisk systembeskrivelse, GeoNote 7, 2023a. (document)

SDFI, DKMSL: Referenceflade for middel havniveau i og omkring Danmark, https://sdfi.dk/Media/638167943870892273/008-DKMSL.pdf, SDFI, Geodætisk systembeskrivelse, GeoNote 8, 2023b. (document)

Weber, M., SDFE permanente GNSS-stationer - Beregning af nye ETRS89-koordinater, SDFE, intern rapport, 2019. (document)

Klimadatastyrelsen

Sankt Kjelds Plads 11
2100 København Ø

https://www.kds.dk