

PROJEKTVORBEREITUNG UND BAUREALISIERUNG

**Erstellung von Unterlagenstudien für die Dokumentation EIA der neuen
Kernquelle in Temelín**

**DP 2 - BEURTEILUNG DES ELEKTRISCHEN UND
MAGNETISCHEN FELDES UND DER INDUZIERTEN
STROMDICHTEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER
REGIERUNGSVERORDNUNG NR. 1/2008 SLG.**

BAUORT: Temelín
LANDKREIS: Südböhmen
AUFTRAGGEBER: ČEZ a.s., Duhová 2/1444, 140 53 Praha 4,
AUFTRAGNEHMER: ARTECH spol. s r.o., Stroupežnického 1370,
400 01 Ústí nad Labem

VERTRAGSNUMMER DES AUFTRAGGEBERS: 4100041486

AUFTRAGSNUMMER: 1013

DATUM: 07/2009

AUSFERTIGUNG:

EGU - HV Laboratory a.s.
Podnikatelská 267 190 11 Praha
9 - Běchovice

**Beurteilung der Korridorserweiterung der Leitung
400 kV und 110 kV KKWTE - der Schaltanlage
Kočín aus der Sicht der Regierungsverordnung Nr.
1/2008 Slg.**

Auftraggeber:	ARTECH spol. s r. o. Stroupežnického 1370 400 01 Ústí nad Labem
Bestellnummer:	20090503
Auftragsnummer:	EGU-HV Laboratory a.s. Podnikatelská 267 190 11 Praha 9 - Běchovice
Beurteilung erstellt von:	Dipl. Ing. Marek Brosch
Direktor EGU - HV Laboratory a.s.:	Dipl. Ing. Václav Sklenička, CSc.
Auftragsnummer des Auftragnehmers:	7831/09
Anzahl der Ausfertigungen:	5+1
Anzahl der Seiten:	12

Juni 2009

a.s.

1 Einleitung

Der geplante Aufbau der neuen Kernquelle ETE34 in der Lokalität Temelín schließt die Korridorserweiterung der Leitung in der Schaltanlage Kočín ein. Der Zweck dieses Berichtes ist die Beurteilung der neuen und bestehenden Leitungstrassen aus der Sicht der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg.

2 Eingangsinformationen

2.1 Unterlagen

Technische Berichte

- Studie EGP Korridorserweiterung für die Ausführung der Leistung
- Studie EGP Variantenlösung des Korridors für die Ausführung der Leistung
- Studie Elektrotrans Korridorserweiterung für die Ausführung der Leistung

Graphische Unterlagen

- Trassen der bestehenden und neuen Leitungen 110 und 400 kV
- Bezeichnung der Flächen der neuen Schutzzonen 110 und 400 kV
- Lösung der Schaltanlage Kočín

2.2 Beurteilte Variante

Aufgrund der Studien wurde für die Korridorserweiterung für die Ausführung der Leistung die Variante „D“ gewählt (Abb. 1). In der Variante „D“ werden vorausgesetzt:

- zwei bestehende einfache Leitungen 400 kV (Delta) für KKWTE12
- zwei neue einfache Leitungen 400 kV (Delta Abb. 2) für KKWTE34
- zwei neue doppelte Leitungen 110 kV (Janda Abb. 3,4)

2.3 Inputparameter

Leitung 400 kV

<i>Spannung:</i>	420 kV	
<i>Strom:</i>	2 500 A	
<i>Phasenleiter:</i>	3x4xAlFe 680/83	$r_o = 17,9$ mm
<i>Erdseil:</i>	1xAlFe 180/59 + 1xOPGW	$r_o = 10,2$ mm

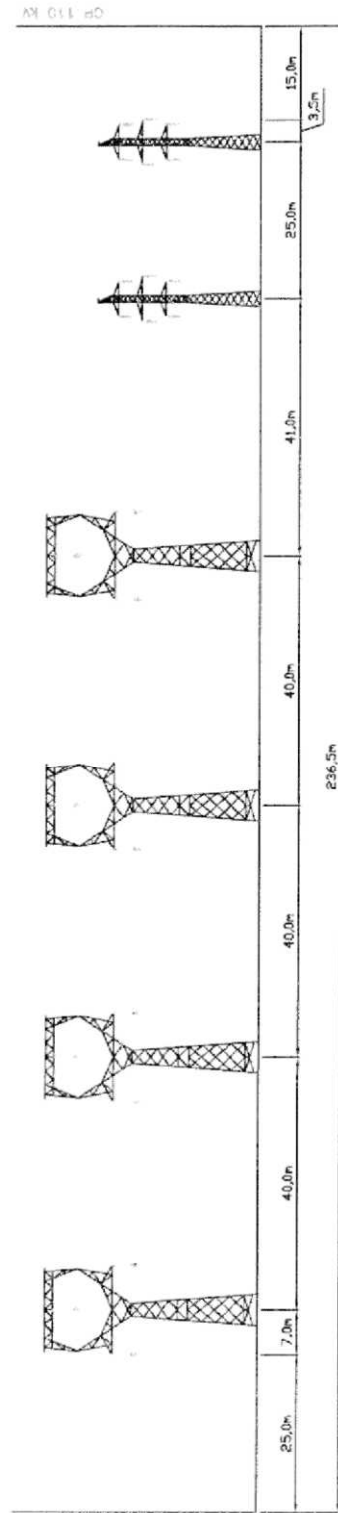
Leitung 110 kV

<i>Spannung:</i>	110 kV	
<i>Strom:</i>	800 A	
<i>Phasenleiter:</i>	3x1x679-AL1/86-ST1A	$r_o = 18$ mm
<i>Erdseil:</i>	1x183-AL1/43-ST1A	$r_o = 9,75$ mm

OBLAST B

Varianta D

- 2x stávající vedení 1x 400 kV typ "DELTA"
- 2x nové vedení 1x 400 kV typ "DELTA"
- 2x vedení 2x 110 kV typ "SOUDEK" (doplnění druhých systémů)



OBLAST C = Ø

Abbildung 1 - Variante „D“

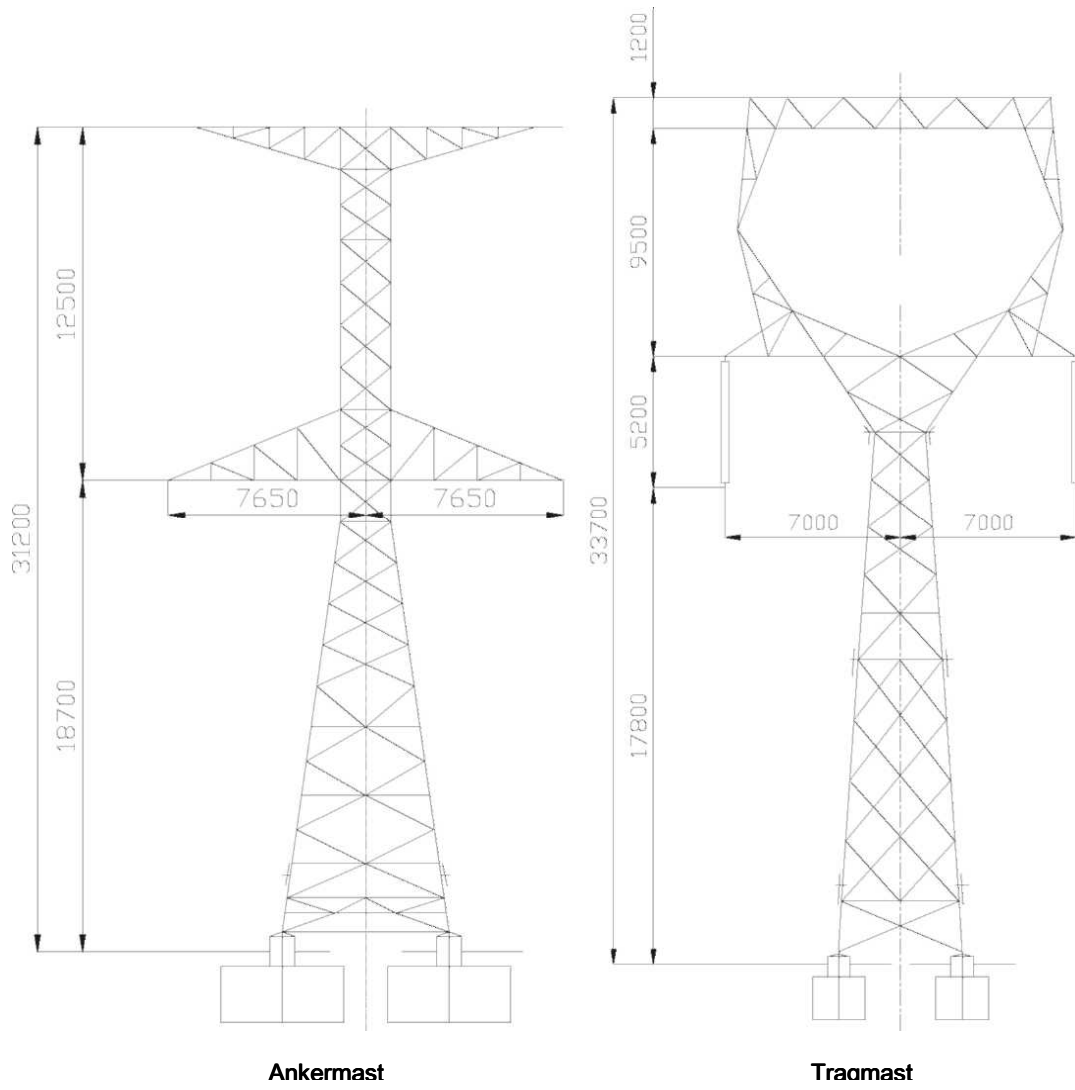
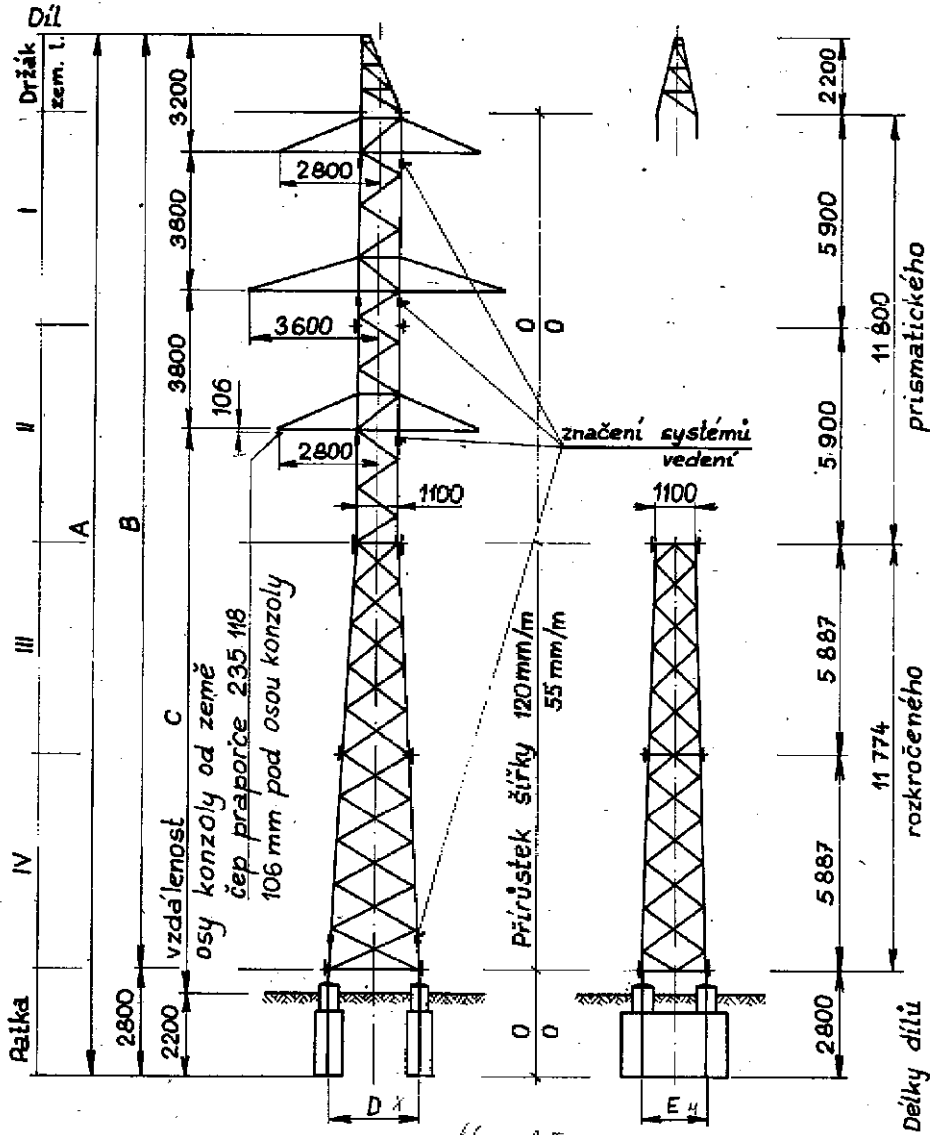


Abbildung 2 - Mast vom Typ Delta 400 kV

Vedení 2x110 kV

obr. 1 Geometrický tvar stožárů 1N a 2N



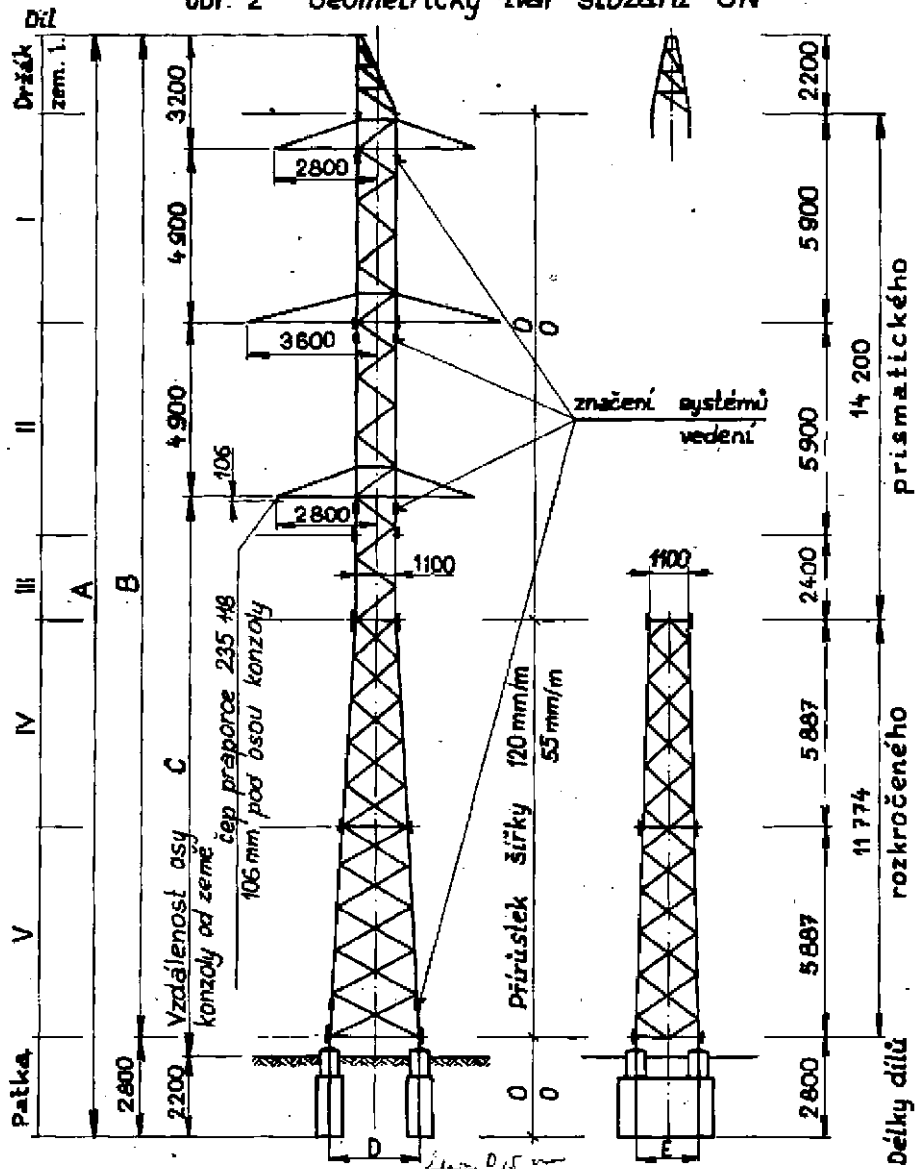
skala 0,5 m

Nosný stožár	Hlavní rozměry konstrukce v mm.				
	A	B	L	C	D ^x
1N a 2N	28 574	25 774	15 574	2 513	1 748
+6	34 461	31 661	21 461	3 219	2 071
+12	40 348	37 548	27 348	3 926	2 395
+18 ✓	46 235	43 435	33 235	4 632	2 719
+24 ✓	52 122	49 322	39 122	5 339	3 043

Abbildung 3 - Mast vom Typ Janda 1N und 2N 110 kV

Leitung

obr. 2 Geometrický tvar stožaru 3N



Nosný stožár	Hlavní rozměry konstrukce v mm.				
	A	B	C	D	E
3N	30 974	28 174	15 774	2 513	1 748
+6	36 861	34 061	21 661	3 219	2 071
+12	42 748	39 948	27 548	3 926	2 395
+18	48 635	45 835	33 435	4 632	2 719
+24	54 522	51 722	39 322	5 339	3 043

Abbildung 4 - Mast vom Typ Janda 3N 110 kV

3 Berechnungsverfahren aus der Sicht der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg.**3.1 Ermittlung der induzierten Stromdichte im menschlichen Körper**

Laut der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg. ist es notwendig, die Exposition im zentralen Nervensystem zu beurteilen. Die Exposition der Füße und Hände durch das Niederfrequenzfeld wird nicht bewertet. Es ist notwendig, in die Kopf- und Brustgegend auch die Halsgegend unter Berücksichtigung der Nähe des Rückenmarks einzuschließen (die Exposition wird durch die Interaktion der Stromdichte mit dem Nervengewebe verursacht).

Es wird weiter vorausgesetzt, dass die Person dem homogenen magnetischen Feld, dessen Vektor senkrecht zur Brust der exponierten Person gerichtet ist, und gegenüber dem elektrischen Feld exponiert wird, welches vom Kopf zu den Füßen der exponierten Person gerichtet ist.

Für die Überlegung des schlimmsten Falls wird weiter vorausgesetzt, dass die Fußsohlen der Person leitfähig mit der Erde verbunden sind (barfuß auf dem feuchten Boden).

3.2 Die durch das magnetische Feld induzierte Stromdichte

Die Größe der im Körper der exponierten Person induzierten Stromdichte kann in diesem Falle allgemein

nach der Beziehung $J = K_B \cdot \sigma \cdot \frac{\partial B}{\partial t}$ berechnet werden, wobei K_B der mit der Geometrie und dem Ort

im Körper zusammenhängende Koeffizient ist, $\sigma = 0,2 \text{ S/m}$ ist die elektrische Leitfähigkeit des menschlichen Gewebes und $\frac{\partial B}{\partial t}$ ist die Zeitänderung der magnetischen Induktion, gegenüber der der Körper exponiert wird.

Der Koeffizient K_B erreicht höchstens folgende Werte: Kopf $K_B = 0,05 \text{ m}$, Hals $K_B = 0,12 \text{ m}$, Brust $K_B = 0,13 \text{ m}$.

3.3 Die durch das elektrische Feld induzierte Stromdichte

Die Größe der im Körper der exponierten Person induzierten Stromdichte kann in diesem Falle allgemein

nach der Beziehung $J = K_E \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{\partial E}{\partial t}$ berechnet werden, wobei K_E der mit der Geometrie und dem Ort

im Körper zusammenhängende Koeffizient ist, $\epsilon_0 \cong 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ ist die Vakuumpermittivität und $\frac{\partial E}{\partial t}$ ist die Zeitänderung der Intensität des elektrischen Feldes, gegenüber dem der Körper exponiert wird.

Der Koeffizient K_E erreicht höchstens folgende Werte: Kopf $K_E = 66$, Hals $K_E = 100$, Brust $K_E = 70$.

3.4 Gleichzeitige Exposition gegenüber dem elektrischen und magnetischen Feld

In allen bewerteten Teilen des Körpers kann der Fall eintreten, wann die durch das elektrische Feld induzierte Stromdichte eine identische Richtung mit der durch das magnetische Feld induzierte Stromdichte hat. Bei einer gleichzeitigen Exposition ist also die ergebende induzierte Stromdichte, bei der Berücksichtigung des Einschließens des hygienisch schlimmsten Falles, durch die Skalarsumme der beiden induzierten Stromdichten gegeben.

Durch den Vergleich der Stromdichte im Kopf, Hals und in der Brust wurde ermittelt, dass der höchste Wert in der Übergangsggend vom Hals in die Brust erreicht wird, und die Berechnungen wurden unter Verwendung der höchsten Werte $K_B = 0,13 \text{ m}$ und $K_E = 100$ vorgenommen.

4 Berechnungsergebnisse aus der Sicht der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg.

In der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg. ist der höchste zulässige Wert (PH) von der im zentralen Nervensystem des Menschen induzierten Stromdichte J - für die Öffentlichkeit festgelegt:

$$J = 0,002 \text{ A/m}^2 = 2 \text{ mA/m}^2.$$

Des weiteren sind in der Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg. für die Nennfrequenz der Leitung von 50 Hz

die Referenzwerte (RH) angeführt:

Intensität des elektrischen Feldes $E = 5 \text{ kV/m}$

der magnetische Induktion $B = 100 \text{ (T)}$.

Die Bezugswerte können überschritten werden, soweit der zulässige Wert von der im menschlichen Körper induzierten Stromdichte von 2 mA/m^2 nicht überschritten wird.

Sämtliche Berechnungen wurden mit dem experimentell überprüften Programm OVERHEAD vorgenommen.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Variante „D“ als Parallellauf von vier Leitungen 400 kV und zwei Leitungen 110 kV konzipiert wird, ist für die Größen der Intensität des elektrischen Feldes E , der magnetischen Induktion B und der induzierten Stromdichte J ein wichtiger Faktor die Phasenfolge der einzelnen Leitungen, welche zur Zeit nicht bekannt ist.

Aus diesem Grund wurden die Berechnungen für verschiedene Phasenfolgen vorgenommen. Im Text sind weiter die Ergebnisse der Berechnungen für die günstigste und schlimmste Variante der Platzierung der Phasenleiter aus der Sicht der Größe der induzierten Stromdichte J angeführt, für diese zwei Varianten sind die Mindesthöhen der Leiter über der Erde festgelegt.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind auf den Abbildungen 5 bis 10 angeführt, wo bezeichnet:

- D - den horizontalen Abstand von der Leitungsachse (m),
- E - die berechnete Intensität des elektrischen Feldes von 50 Hz in kV/m,
- B - die berechnete magnetische Induktion von 50 Hz in μT ,
- J - die berechnete induzierte Stromdichte J in mA/m^2 ,
- PH - zulässiger Wert,
- RH - Bezugswert.

Für die Leitung 110 kV wurde die Mindesthöhe der Leiter über der Erde von 6 m vorgesehen, für diese Höhe ist der zulässige Wert nicht überschritten, wie aus den Abbildungen ersichtlich.

a) die günstigste Variante der Phasenfolge der Leiter aus der Sicht der induzierten Stromdichte

die Mindesthöhe der Leiter der Leitung 400 kV über der Erde - 12,1 m

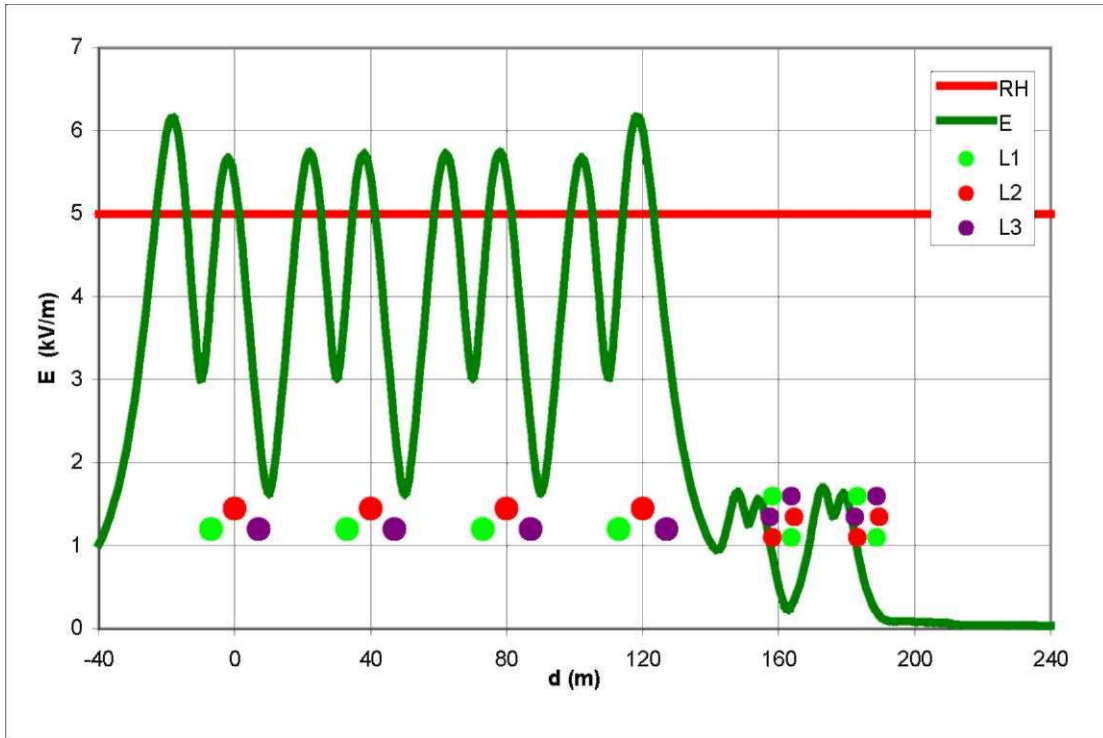


Abbildung 5 - Verteilung der Intensität des elektrischen Feldes im Korridor der Leitung 400 kV und 110 kV

KKWTE - Schaltanlage Kočín Variante „D“

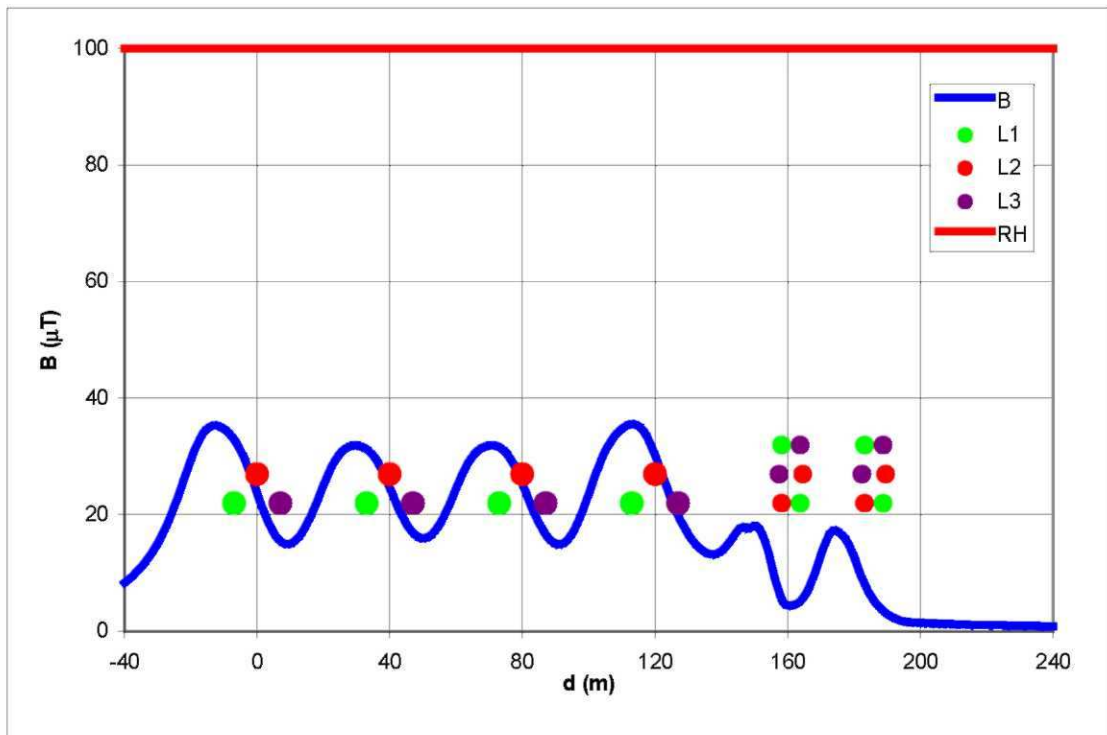


Abbildung 6 - Verteilung der magnetische Induktion im Korridor der Leitung 400 kV und 110 kV

KKWTE - Schaltanlage Kočín Variante „D“

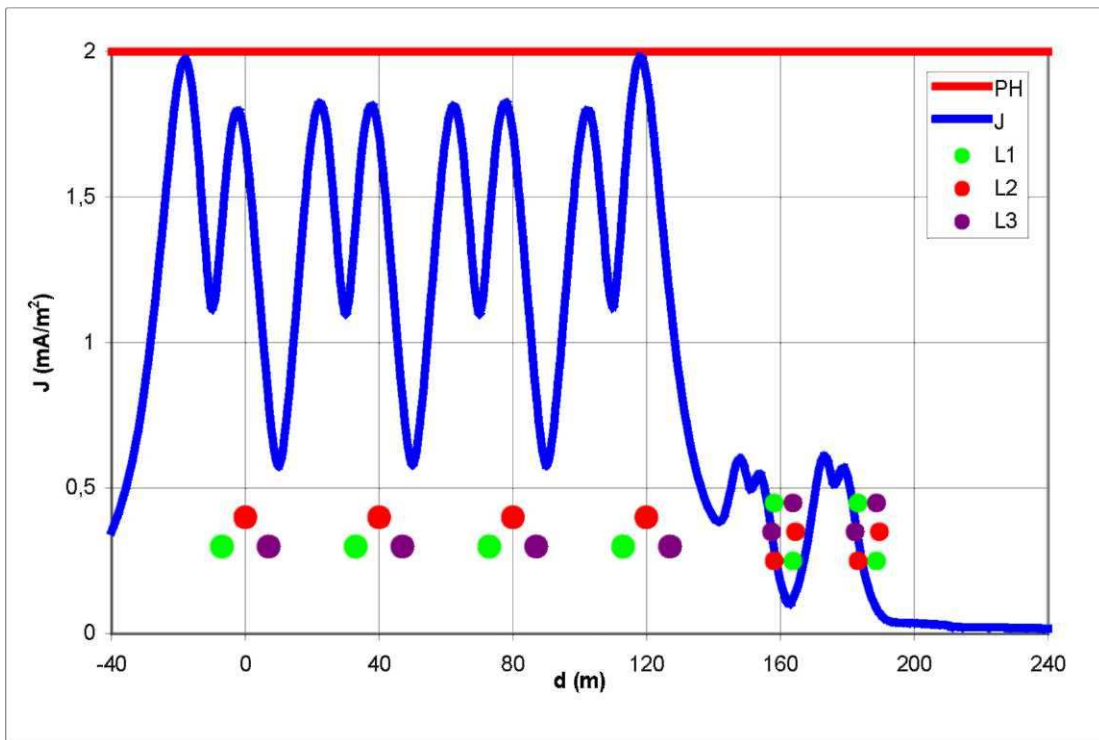


Abbildung 7 - Verteilung der induzierten Stromdichte im Korridor der Leitung 400 kV und 110 kV

KKWTE - Schaltanlage Kočín Variante „D“

b) die schlimmste Variante der Phasenfolge der Leiter aus der Sicht der induzierten Stromdichte

Mindesthöhe der Leiter der Leitung 400 kV über der Erde - 12,8 m

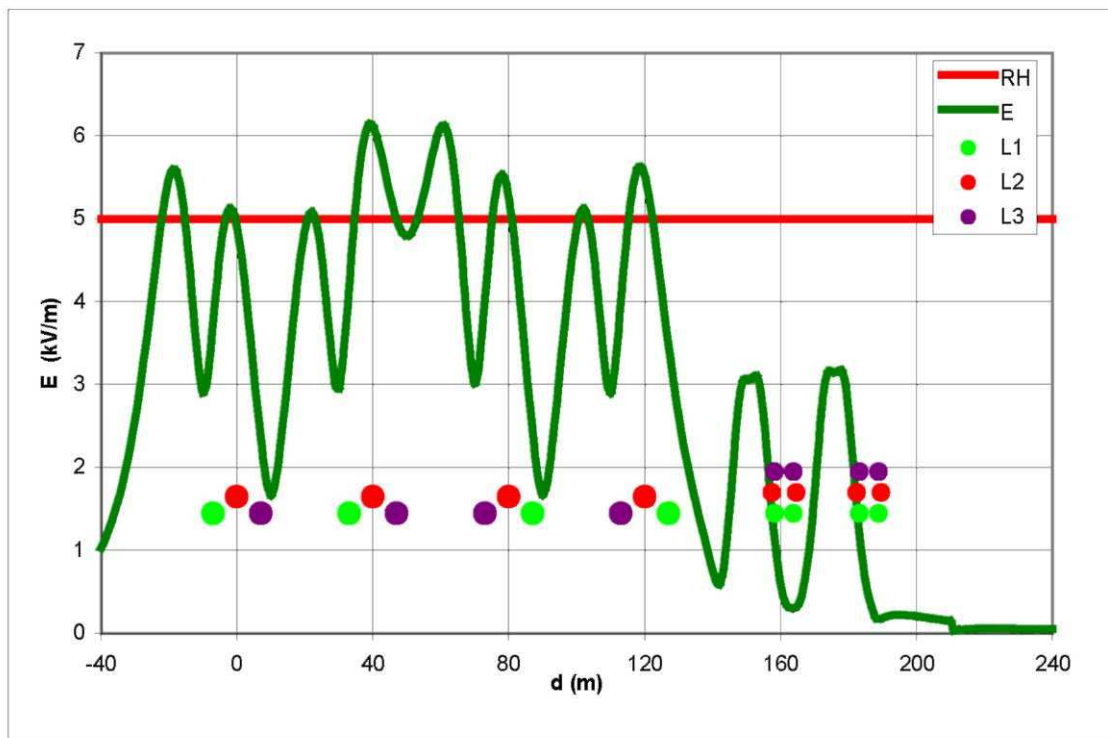


Abbildung 8 - Verteilung der Intensität des elektrischen Feldes im Korridor der Leitung 400 kV und 110 kV

KKWTE - Schaltanlage Kočín Variante „D“

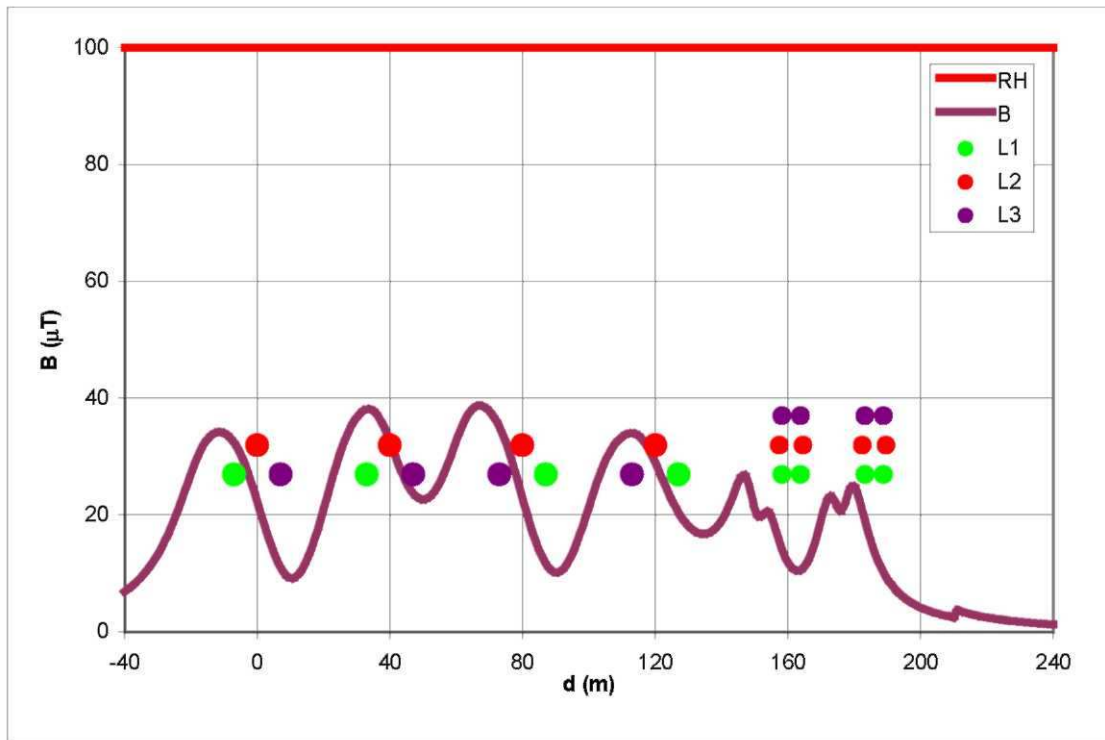


Abbildung 9 - Verteilung der magnetischen Induktion im Korridor der Leitung 400 kV und 110 kV

KKWTE - Schaltanlage Kočín Variante „D“

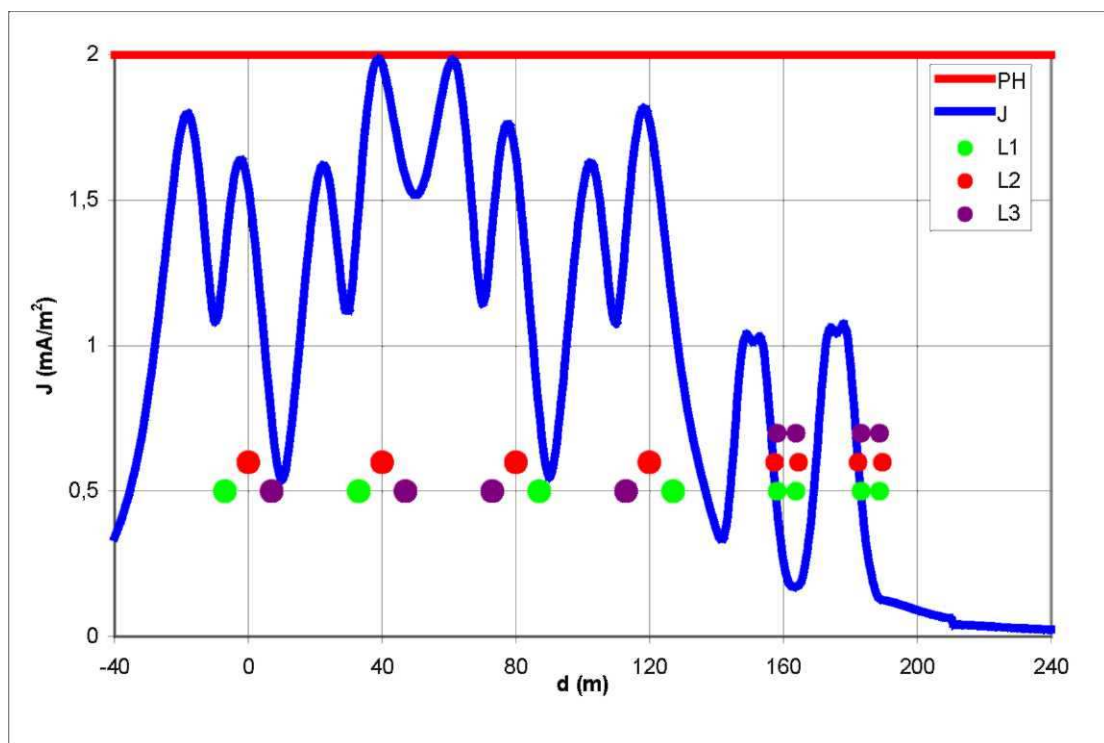


Abbildung 10 - Verteilung der induzierten Stromdichte im Korridor der Leitung 400 kV und 110 kV KKWTE - Schaltanlage Kočín Variante „D“

5 Schluss - Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg. legt den höchsten zulässigen Wert der induzierten Stromdichte im menschlichen Körper fest:

$$J = 2 \text{ mA/m}^2$$

Es sind weiter die Bezugswerte vom elektrischen und magnetischen Feld festgelegt:

$$E = 5 \text{ kV/m}, B = 100 \text{ } \mu\text{T}.$$

Die Bezugswerte können überschritten werden, soweit der zulässige Wert von der im menschlichen Körper induzierten Stromdichte von 2 mA/m² nicht überschritten wird.

Die im menschlichen Körper induzierte Stromdichte ist von der Verteilung des magnetischen Feldes in der Umgebung der Leitung abhängig. Die Verteilung des elektrischen und magnetischen Feldes ist besonders vom Typ des verwendeten Mastes, der Höhe der Leiter über der Erde, der Spannung bzw. vom Strom und von der Folge der Phasenleiter auf der Leitung abhängig.

Damit der zulässige Wert von der im menschlichen Körper induzierten Stromdichte für die Variante „D“ der Lösung des Korridors von bestehenden und neuen Leitungen 400 kV und 110 kV KKWTE in der Schaltanlage Kočín nicht überschritten wird, wurden die Mindesthöhen der Leiter der Leitung 400 kV und 110 kV über der Erde festgelegt.

Bei der Berücksichtigung der Tatsache, dass die künftige Phasenfolge nicht bekannt ist, wurden die Mindesthöhen der Leiter über der Erde für die günstigste und schlimmste Variante der Anordnung der Phasenleiter festgelegt.

Für die Leitung 400 kV wurde die Mindesthöhe der Leiter über der Erde für die schlimmste Variante der Folge der Phasenleiter auf 12,8 m festgelegt, für die günstigste Variante ist die Mindesthöhe der Leiter über der Erde 12,1 m. Für die Leitung 110 kV wurde die Mindesthöhe von 6 m vorgesehen (diese Höhe ist ausreichend ohne Rücksicht auf die Phasenfolge).

6 Literatur

- [1] Protokoll des Staatlichen Gesundheitsinstituts: Berechnung der Beziehung zwischen der induzierten Stromdichte und dem elektrischen und magnetischen Feld Akten-Nr. 526/07, EX 070285, vom 06.04.2007
- [2] Regierungsverordnung Nr. 1/2008 Slg. Slg.