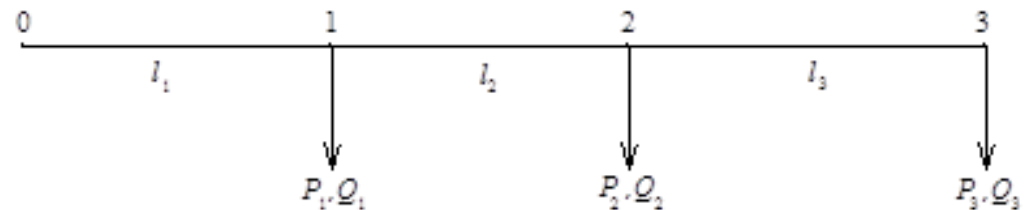


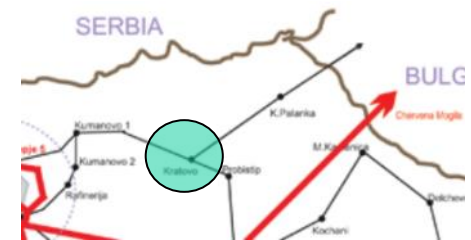
ОБЛИЦИ НА СРЕДНОНАПОНСКИ МРЕЖИ

- Елемент на мрежа
 - вод или трансформаторска станица (трансформатор)
- Јазли на мрежата
 - точки во кои се поврзани повеќе од еден елемент на мрежата
 - за СН мрежата прикажана на сликата се претпоставува дека во јазлите 1 до 3 има ТС СН/НН (што не се прикажани, а се симулираат со соодветното комплексно оптоварување), така што и јазолот 3 поврзува два елемента од мрежата
- Извод
 - множеството на елементи на мрежата што се напојуваат од еден прекинувач во напојната ТС ВН/СН
 - за СН мрежа прикажана на сликата јазолот 0 е СН собирници во ТС ВН/СН, а на почетокот на водот 0–1 е поставен прекинувачот на изводот
 - вообичаена пракса е изводите да се именуваат според името на првата ТС
- Во еден дистрибутивен систем може да има повеќе ДМ



КОМУТАЦИОНИ УРЕДИ ВО ЕЛЕКТРИЧНИТЕ МРЕЖИ

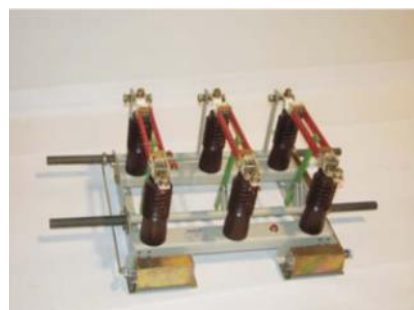
- Во ВН и СН мрежи секој елемент од мрежата (вод или трансформатор) на почетокот и на крајот треба да има уред за комутација (прекинувач или раставувач) со кои може елементот да се исклучи заради интервенција или поради дефект
 - во ВН мрежи раставувачи се поставуваат пред и после секој ВН прекинувач
 - примената на овие комутациони уреди (КУ) овозможува голема флексибилност во експлоатацијата и голема доверливост на мрежите
- Во СН мрежи многу често се отстапува од претходното правило
 - типичен пример за тоа е поврзувањето „глава на глава“
- Прекинувачите се уреди што се способни сигурно да исклучат струјно коло низ кое тече номинална струја, но и струја на куса врска, како и да вклучат струјно коло под оптоварување
 - за гасење на лакот што се јавува при комутацијата се користат специјално направени комори за гасење на лакот
- Раставувачите се уреди со кои може да се исклучи струјно коло (елемент) што е под напон, но не е оптоварен или е многу малку оптоварен (струји на празен од на трансформатори или капацитивни струи на куси неоптоварени водови)
 - раставувачи со „ножеви за заземјување“ се поставуваат на почетокот и на крајот на надземни ВН водови и во исклучена положба ги заземјуваат фазните спроводници на водот со што се обезбедува дополнителна сигурност во случај на електрично празнење во водот или погрешна комутација од другата страна од водот



КОМУТАЦИОНИ УРЕДИ ВО ЕЛЕКТРИЧНИТЕ МРЕЖИ

- Во СН ДМ се користат и раставувачи на моќност (РМ)
 - за разлика од „обичните“ раставувачи, РМ се способни да исклучат и да вклучат струјно коло под номинално оптоварување, но не и струи на куса врска
 - тие се опремени со комора за гасење на лакот
 - можат да се додадат СН осигурувачи што би служеле за прекинување на струи на куса врска
 - многу често комбинацијата на РМ со осигурувачи како значително поефтина алтернатива ги заменува прекинувачите, особено за заштита на трансформаторите во ТС СН/НН
- Во СН мрежи
 - прекинувачите најчесто се користат во изводните ќелии во ТС ВН/СН
 - раставувачите и раставувачите на моќност се најраспространети КУ во СН мрежи и, надвор од ТС ВН/СН, се користат во ќелиите на ТС СН/СН
 - постојат и „столбни раставувачи“ што се поставуваат на столбовите на СН (и НН) водови
 - осигурувачите можат да се сметаат како КУ само заради тоа што, слично како и прекинувачите, тие можат да исклучат струјно коло во случај на преоптоварување или куса врска
 - не се предвидени за исклучување во други ситуации
- Во НН мрежи примената на прекинувачите е ограничена главно во следните случаи
 - НН прекинувач на секундарната страна на трансформаторите СН/НН
 - во точките на приклучување големи објекти и тоа главно во инсталацијата на потрошувачите
 - во поретки случаи се користат и на НН изводи во ТС СН/НН
 - најчесто НН изводи се опремени со раставувачи во комбинација со осигурувачи
 - бидејќи разликата во цената на НН прекинувачи и НН раставувачи на моќност со осигурувачи е постојано се намалува, прекинувачите наоѓаат се поголема примена и тие популарно се нарекуваат „склопки“

КОМУТАЦИОНИ УРЕДИ ВО ЕЛЕКТРИЧНИТЕ МРЕЖИ



ДОВЕРЛИВОСТ НА СРЕДНОНАПОНСКИТЕ МРЕЖИ

- Основната функција и задача на операторите на дистрибутивните системи (ОДС) е да обезбедат квалитетна и економична испорака (дистрибуција) на електричната енергија до потрошувачите
 - квалитетна испорака подразбира квалитет на напонот и континуитет во испораката на енергијата
 - квалитетот на напонот може да се оцени врз основа на
 - погонскиот напон
 - симетрија на фазните напони
 - присуството на виши хармоници
 - фреквенцијата
 - » ДСО немаат практично можност за влијание на фреквенцијата со оглед на тоа што врз фреквенцијата можат да влијаат операторот на преносниот систем и соседните ЕЕС
 - континуитетот на испораката подразбира напојување на потрошувачите со најмал број прекини и нивно покусо времетраење
 - зголемувањето на квалитетот на испораката на електрична енергија е најчесто поврзано со значителни вложувања во ДС, како и подобра организација на работата
 - тоа предизвикува зголемување на трошоците за работа, односно води кон покачување на цената (тарифата) за испорака на електричната енергија
 - основна задача на инженерите, но и регулаторните тела што ја следат работата на ОДС и ги одобруваат нивните цени, е да најдат „разумен“ баланс помеѓу „идеален“ квалитет и најмала цена
 - како и за другите стоки и услуги, потрошувачите треба (и очекуваат) најдобар квалитет за прифатлива (разумна) цена

ДОВЕРЛИВОСТ НА СРЕДНОНАПОНСКИТЕ МРЕЖИ

- Доверливоста на ДМ се оценува преку следниве основни показатели
 - фреквенција на прекини во напојувањето – број на прекини во еден временски период (година)
 - прекините можат да бидат резултат на дефекти во мрежата, но многу често прекините во напојувањето се „плански“, т.е. прекини заради одржување, доградба или инспекција на елементите
 - врз бројот на прекините, особено кога станува за испади, големо влијание има квалитетот на вградената опрема и применетите технолошки решенија, инвестиционите трошоци и трошоците за експлоатација
 - времетраењето на прекините
 - време што е потребно да се отстрани дефектот или да се заврши планираната операција и потрошувачите повторно да добијат напојување
 - во голема мерка зависи од организираноста на ОДС да реагира и во најкус можен рок да ги заврши неопходните активности
 - врз основа на претходните показатели може да се определи и веројатноста ДМ да се наоѓа во исправна состојба – расположливост на системот (ДМ)
- Претходните показатели даваат добра слика за очекуваната расположливост на ДМ, особено во фазата на планирање и проектирање
 - но тие не се доволни за да се стекне комплетна слика за доверливоста на една ДМ
- Прекините во напојувањето неминовно доведуваат до некакви штети кај потрошувачите и тие штети зависат од карактерот на потрошувачот но и од очекуваната испорачана енергија

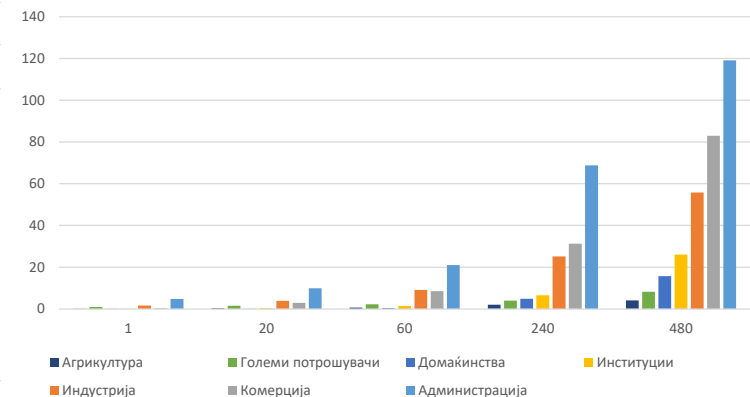
ДОВЕРЛИВОСТ НА СРЕДНОНАПОНСКИТЕ МРЕЖИ

- Разгледуваме четири ДМ со еднакви показатели на доверливост (број на прекини годишно и еднакво времетраење на прекините) и тие напојуваат четири различни географски области, односно потрошувачи
 - рурална област со многу мала густина на оптоварувањето
 - резиденцијална област во голема урбана средина
 - центар на град
 - индустриска зона
- Кај сите потрошувачи во претходните области прекините на напојувањето предизвикаат штети
 - во руралната област бројот на потрошувачи што би останале без напојување и количината на неиспорачаната електрична енергија би биле мали
 - во индустриската зона бројот на потрошувачи може да биде релативно мал, но неиспорачаната електрична енергија значителна
 - во урбаните средини бројот на потрошувачи би бил значително поголем отколку во останатите случаи, а неиспорачаната електрична енергија може да биде поголема дури од ДМ што напојува индустриска зона
- Штетите кај потрошувачите зависат од времетраењето на прекилот и од неиспорачаната електрична енергија, но исто така зависат од типот на потрошувачот
 - индикатори можат да бидат константни (зависат од техничките карактеристики на опремата во ДМ), но да се менуваат со тек на времето затоа што се менува структурата на потрошувачите

ДОВЕРЛИВОСТ НА СРЕДНОНАПОНСКИТЕ МРЕЖИ

- Висината на штетите кај потрошувачите зависи од нивната економска активност
 - во домаќинствата, во најголем број случаи, нема економска активност и поради тоа штетите од неиспорачана електрична енергија се релативно мали
 - во општ случај штетите се поголеми ако во процесот на производство, односно економската активност, за иста создадена вредност, потрошувачката на електрична енергија е помала
 - администрацијата (банки и други услужни дејности) имаат најголеми штети, споредено со комерцијалните потрошувачи (трговија) или со (државните) институции
 - во земјоделието потрошувачката на електрична енергија е релативно мала, но од друга страна таму прекините во напојувањето не предизвикуваат значителни застои во економската активност, па затоа кај овие потрошувачи штетите се најмали
 - големите потрошувачи (железарници и други слични потрошувачи) имаат голема потрошувачка на електрична енергија по единица создадена вредност, за разлика од индустријата (главно лесна преработувачка индустрија) каде со релативно мала потрошувачка на електрична енергија се создава голема вредност

Сектор	Трошоци (CAD/kWh)				
	1 мин.	20 мин.	60 мин.	240 мин.	480 мин.
Агрикултура	0.060	0.343	0.649	2.064	4.120
Големи потрошувачи	1.005	1.508	2.225	3.968	8.240
Домаќинства	0.001	0.093	0.482	4.914	15.690
Институции	0.044	0.369	1.492	6.558	26.040
Индустрија	1.625	3.868	9.085	25.163	55.808
Комерција	0.381	2.969	8.552	31.317	83.008
Администрација	4.778	9.878	21.065	68.830	119.160



ДОВЕРЛИВОСТ НА СРЕДНОНАПОНСКИТЕ МРЕЖИ

- Дополнителни индикатори за оценка на доверливоста
 - се користат како индикатори за состојбата во мрежата
 - при планирање на мрежите тие се пресметуваат врз со помош на симулација на можните состојби (Монте Карло), но голем проблем е што за тоа се потребни голем број информации
 - број на потрошувачи напојувани од секој јазол во мрежата и дијаграми на оптоварувања на потрошувачите
 - ENSI – индекс на неиспорачаната електрична енергија (Energy Not Supplied Index)
 - AENSI – индекс на просечната неиспорачана енергија (Average Energy Not Supplied Index)
 - SAIFI – индекс на просечната фреквенција на испадите на системот (System Average Interruption Frequency Index)
 - SAIDI – индекс на просечното траење на испадите на системот (System Average Interruption Duration Index)
 - CAIDI – индекс на просечното траење на испадот на потрошувачот (Customer Average Interruption Duration Index)
 - ASAI – индекс на просечната доверливост на напојувањето (Average Service Availability Index)
 - ASUI – индекс на просечната недоверливост на напојувањето (Average Service Unavailability Index)
- Претходните индекси можат да послужат (на ОДС и регулаторот) за оценка на перформансите на еден ДС и да помогнат во изнаоѓање решенија за подобрување на доверливоста

ДОВЕРЛИВОСТ НА СРЕДНОНАПОНСКИТЕ МРЕЖИ

- Најчесто користени индикатори се
 - SAIFI – индекс на просечната фреквенција на испадите на системот (System Average Interruption Frequency Index)
 - SAIDI – индекс на просечното траење на испадите на системот (System Average Interruption Duration Index)
 - CAIDI – индекс на просечното траење на испадот на потрошувачот (Customer Average Interruption Duration Index)

- SAIFI – просечен број на прекини што ќе се јават кај еден потрошувач (прекини/потрошувач)

- количник помеѓу вкупниот број прекини кај потрошувачите и вкупниот број потрошувачи N

- N_i – број на потрошувачи засегнати од прекиноот i
- m – вкупен број настани (прекини)
- во САД (US EIA 2015) SAIFI = $0.7 \div 1.4$ прекини/потрошувач

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum_{i=1}^m N_i}{N}$$

- SAIDI – просечно време на прекин за секој засегнат потрошувач (min или h)

- количник помеѓу вкупното времетраење на прекините и вкупниот број потрошувачи

- t_i – времетраење на прекиноот i
- во САД (US EIA 2015) SAIDI = $0.85 \div 4.0$ h/годишно

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum_{i=1}^m N_i \cdot t_i}{N}$$

- CAIDI – просечно време на прекин по потрошувач, односно просечно време за отстранување на дефект (часови/потрошувач)

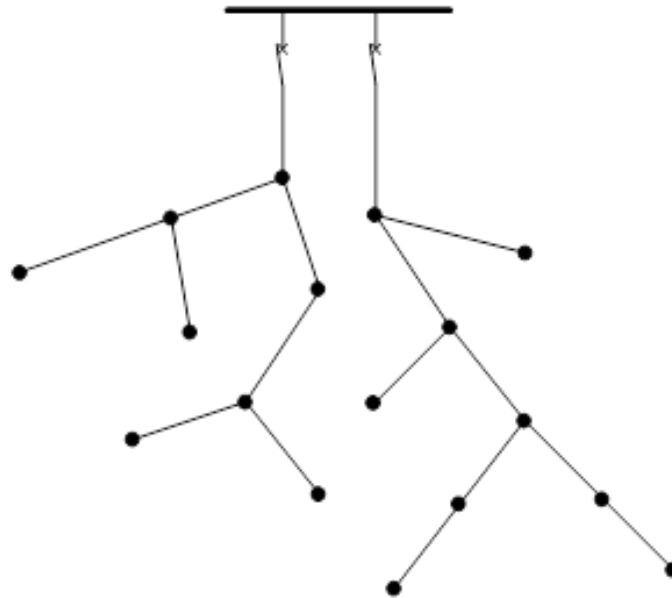
- количник помеѓу SAIDI и SAIFI

- во САД (US EIA 2015) SAIDI = $1.2 \div 28$ h/потрошувач

$$\text{CAIDI} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} = \frac{\sum_{i=1}^m N_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^m N_i}$$

ОБЛИЦИ НА СРЕДНОНАПОНСКИ МРЕЖИ

- Најчесто ДМ се состојат од множество (поврзани) елементи на определено географско подрачје (град, општина и сл.)
 - мрежа може да биде еден извод, повеќе изводи напојувани од една ТС ВН/СН и тн.
 - во случај со НН мрежи зборуваме за изводи напојувани од ТС СН/НН
 - ако делови од една поголема ДМ се напојуваат од различни точки (ВН собирници) велиме дека таа мрежа се состои од повеќе „независни“ ДМ
- Дистрибутивните мрежи (СН и НН), по правило, работат како радијални мрежи, напојувани од една или повеќе ТС ВН/СН



ОБЛИЦИ НА СРЕДНОНАПОНСКИ МРЕЖИ

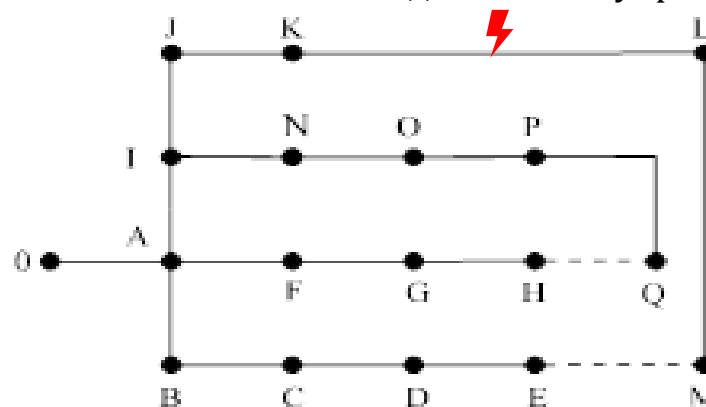
- Постојат повеќе причини зошто ДМ, за разлика од преносните мрежи, работат како радијални мрежи
 - во најголем број случаи, тековите на електричната енергија се во една насока, од ТС ВН/СН кон јазлите во ДМ
 - во последните години, со зголемувањето на „дистрибуирани производители“ ова се менува но и покрај тоа во поголем број мрежи вакви производители нема, или пак тие се со мали моќности и нивната улога е ограничена во смисла на островско работење
 - голем број потрошувачи (болници, банки, големи индустриски потрошувачи или други стратешки објекти) можат да имаат (дизел) генератори кои се вклучуваат кога ќе настане прекин во напојувањето од мрежата; тие генератори можат да работат само островски без да инјектираат моќност во ДМ
 - бројот на елементи потребни за обезбедување на услугата дистрибуција на определено географско подрачје е значително помал отколку ако мрежите се работат со затворени контури
 - заштитата во радијалните мрежи (куси врски, преоптоварување и доземни споеви) е значително поедноставна и поевтина
 - во СН ДМ, по правило, прекинувачи се поставуваат во изводните ќелии на ТС ВН/СН и во трансформаторските ќелии на ТС СН/НН на СН страна
 - во останатите елементи најчесто се вградуваат раставувачи или раставувачи на моќност кои немаат или имаат ограничени можности за исклучување под номинално оптоварување, со што значително е ограничена нивната примена при дефекти и слични ситуации
 - многу мал број комутациони уреди (прекинувачи, а особено раставувачите) се далечински управувани

ОБЛИЦИ НА СРЕДНОНАПОНСКИ МРЕЖИ

- струите на куси врски се значително помали и како резултат на тоа опремата во ТС (ВН и СН) е поевтина
- како резултат на претходните принципи при градба и експлоатација на СН ДМ, инвестициите и трошоците за експлоатација се значително пониски, а со тоа и тарифите за користење на дистрибутивниот систем (ДС)
- Најголем недостаток на ваквиот начин на експлоатација на радијалните ДМ е тоа што мрежите имаа многу низок степен на доверливост
 - при испад или планско исклучување на еден елемент, сите елементи од мрежата што се напојуваат преку тој елемент ќе останат без напојување се до отклонување на причината за исклучување на елементот
 - ризикот определен број потрошувачи да останат без напојување поради претходната причина е вкалкулиран и се компензира со пониските тарифи за користење на ДС
 - во подрачјата со поголема густина на оптоварување испад на еден елемент може да доведе до прекин во напојувањето на значителен број потрошувачи, па во таквите случаи ДМ се градат со определен број „резервни“ водови
- Резервните водови во ДМ се всушност водови со кои во мрежата би се затворила контура
 - иако во една ДМ може да има резервни водови и во таа мрежа формално има контури, во нормален режим на работа тие водови се исклучени (не пренесуваат електрична енергија, но се најчесто под напон), така што и за овие мрежи велиме дека се радијални

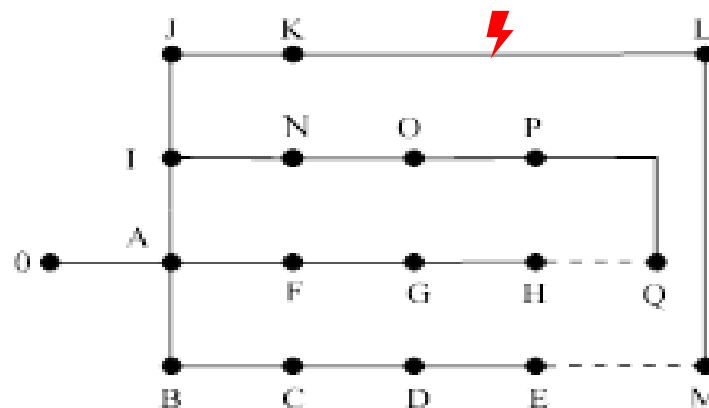
ОБЛИЦИ НА СРЕДНОНАПОНСКИ МРЕЖИ

- Резервните водови се користат за да се надмине проблемот со намалена доверливост
 - ако во мрежата прикажана на сликата се јави дефект на водот К – L, ќе се исклучи прекинувачот изводот I (мрежата има три извода А – В, А – F и А – I) и потрошувачите во јазлите од I до Q ќе останат без напојување
 - постапката за реставрација на погонот (напојувањето) е следна
 - се исклучуваат раставувачите во водот К – L
 - се вклучува прекинувачот во изводот А – I, и со тоа без напојување ќе останат само потрошувачите во јазлите L и M
 - ако во резервниот вод Е – М има раставувач на моќност тој се затвора и се обезбедува напојување на потрошувачите во L и M
 - ако во водот Е – М има само раставувач, треба да се исклучи прекинувачот во изводот А – В, потоа се вклучува отворениот раставувач во Е – М и на крајот се вклучува прекинувачот во изводот А – В
 - операцијата за реставрација на погонот може да потрае подолго време, а зависи степенот на автоматизација во мрежата и растојанијата што треба да ги поминат екипите на дистрибутерот за комутација со уредите што немаат можност за далечинско управување



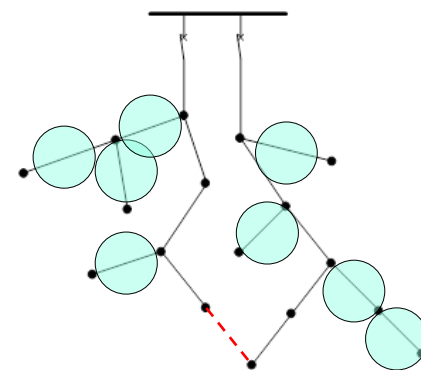
ОБЛИЦИ НА СРЕДНОНАПОНСКИ МРЕЖИ

- Ако во мрежата е потребно да се исклучи еден вод заради поправка, контрола и сл. (планско исклучување) тоа може да се изведе без прекин во напојувањето на потрошувачите ако во секој вод има барем еден раставувач на моќност и во резервните водови е исклучен тој РМ
 - доколку не е исполнет претходниот услов постапката е слична како и во случај на дефект
- Планско исклучување на водот К – L
 - се вклучува отворениот РМ во Е – М и со тоа во мрежата ќе се затвори контура
 - бидејќи јазлите Е и М се напојуваат од исти ВН собирници тие се електрично многу блиски (разликата помеѓу фазните агли на напоните во јазлите е многу мала), така што при затворање на РМ низ него нема да протече голема струја на изедначување
 - се исклучува РМ во водот К – L, а потоа се исклучува и раставувачот (или РМ) на другиот крај од водот затоа што овој вод е сега неоптоварен и мрежата е повторно радијална
 - предноста на употребата на РМ во случаите на плански исклучувања е значителна и е брза и ефикасна дури и кога во мрежата не постојат РМ или раставувачи со можност за далечинско управување



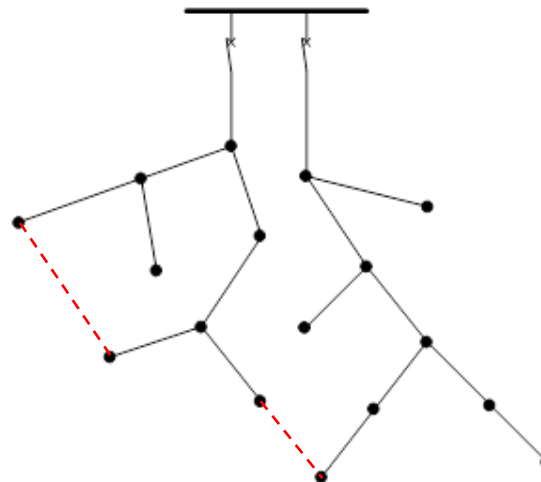
ОБЛИЦИ НА СРЕДНОНАПОНСКИ МРЕЖИ

- Според обликот, односно топологијата на СН мрежи, разликуваме неколку видови мрежи (концепти на градба)
 - радијални мрежи без резервни елементи (водови)
 - мрежи со отворени прстени
 - мрежи со резервен кабел
 - мрежи со спротивна страница
 - вретено-мрежи
 - мрежи со двојни кабли
- Треба да се напомене дека претходната класификација на мрежите најчесто важи во фазата на планирање и во првите години на експлоатацијата
 - со тек на време еден вид мрежа може да биде надградена со елементи карактеристични на друг тип мрежа, така што во пракса ретко се среќаваат мрежи со карактеристики на само еден од наведените видови
 - тенденција на операторите на ДС (ОДС) е мрежите да имаат едноставна конфигурација со што се зголемува прегледноста на конфигурацијата и, особено во мрежи со голем број јазли, сложеноста на мрежата може да влијае врз донесувањето брзи и ефикасни одлуки, особено во случај на дефект
- Секој од претходно наведените видови има предности и недостатоци во поглед на експлоатацијата, трошоците за експлоатација и одржување, како и потребните инвестициони вложувања
- На шемите на кои се прикажани облиците на СН мрежи во изводите (во најголем број случаи) јазлите се поврзани со најмногу два вода
 - во пракса, тоа е редок случај, т.е. во изводите постојат „отцепи“ и тие отцепи (*laterals*), во услови на постоење на резервни водови, не припаѓаат на ниту една контура
 - во таквите случаи гранките од изводот што не се отцепи формираат „магистрален вод“ (*feeder*)



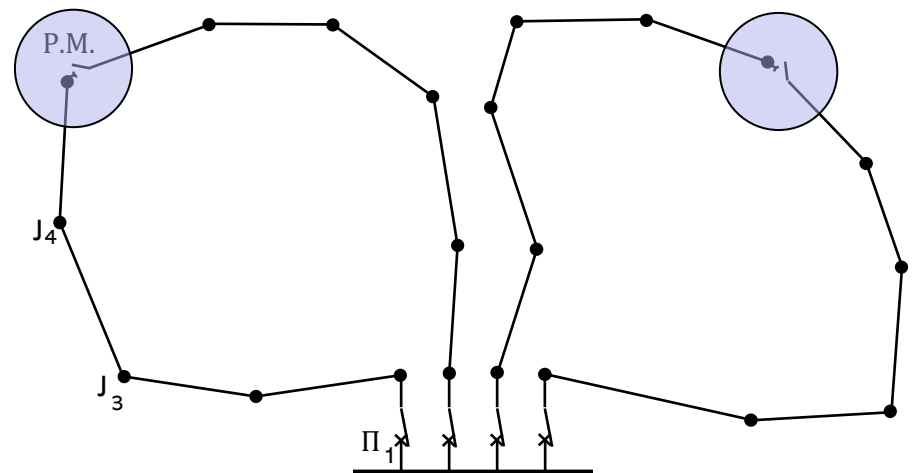
РАДИЈАЛНИ МРЕЖИ БЕЗ РЕЗЕРВНИ ЕЛЕМЕНТИ

- Недостатоците се наведени претходно
- Единствена предност на овие мрежи е тоа што нивната изградба е најевтина
- Се користат во подрачја со мала густина на оптоварувањето (главно рурални) и се очекува дека подолготрајните прекини на напојувањето нема да предизвикаат големи штети на потрошувачите
 - бидејќи тековите на моќност низ елементите се еднозначни, напречните пресеци на водовите (преносните капацитети) не мора да бидат еднакви туку соодветни на оптоварувањата („нехомогена мрежа“)
 - при изборот на пресеците на водовите треба да се земат предвид и идните оптоварувања на потрошувачите
 - доколку се јави потреба од зголемена доверливост во напојувањето за дел од потрошувачите, со изградба на резервни водови, оваа мрежа постепено може да се претвори во мрежа со отворени прстени



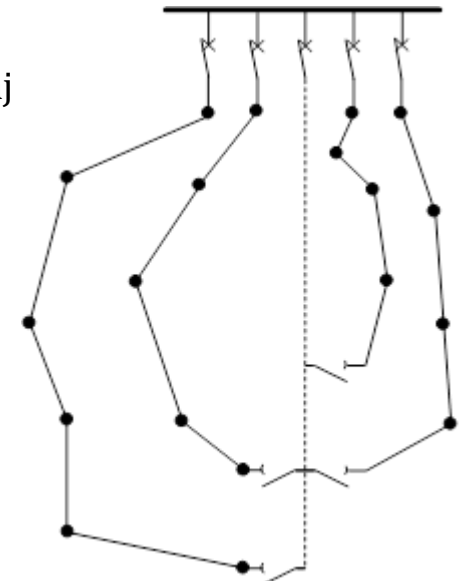
МРЕЖА СО ОТВОРЕНИ ПРСТЕНИ

- Во нормален погон прстенот што го формираат два (соседни) извода е отворен некаде на неговата електрична средина, т.е. функцијата резервен вод најчесто ја има водот што би имал најмала струја кога контурата би била затворена
 - главно се користат во урбани средини со релативно голема густина на оптоварувањата
 - изводите се градат како хомогени и најчесто се изведуваат со кабли, т.е. водовите се од ист тип и со ист напречен пресек затоа што во некои ситуации е потребно сите потрошувачи од еден извод да се напојуваат од соседниот извод
 - оптовареноста на каблите е релативно мал и како резултат на тоа релативно мали се и загубите на напон и моќност
 - зголемени инвестиции
 - доверливоста е релативно висока и зависи од доверливоста на ТС ВН/СН и ВН водови преку кои се напојува ТС треба да има „автономна резерва“
 - при испад на еден трансформатор, останатите трансформатори треба да бидат доволни за напојување на сите потрошувачи во
 - при испад еден ВН вод, преостанатите водови треба да имаат капацитет да ја напојуваат ТС ВН/СН



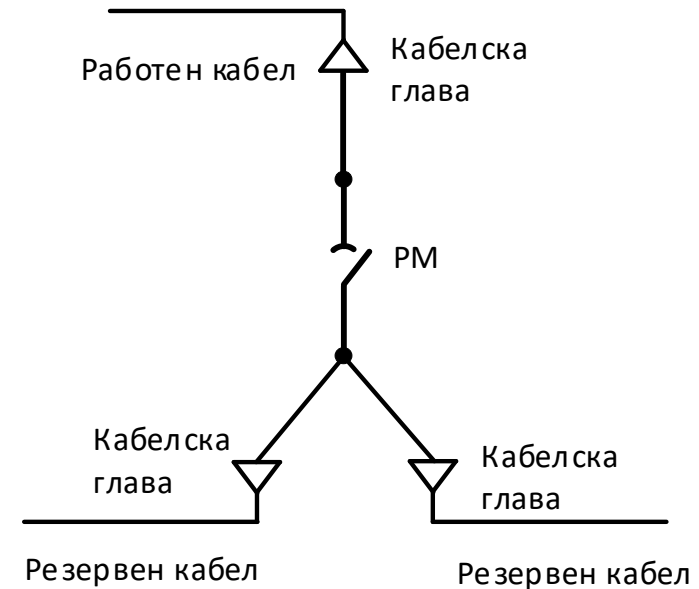
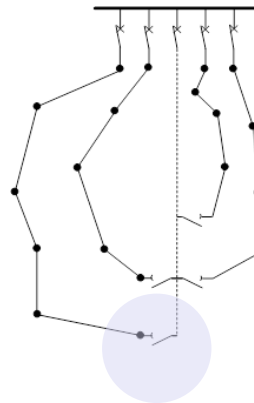
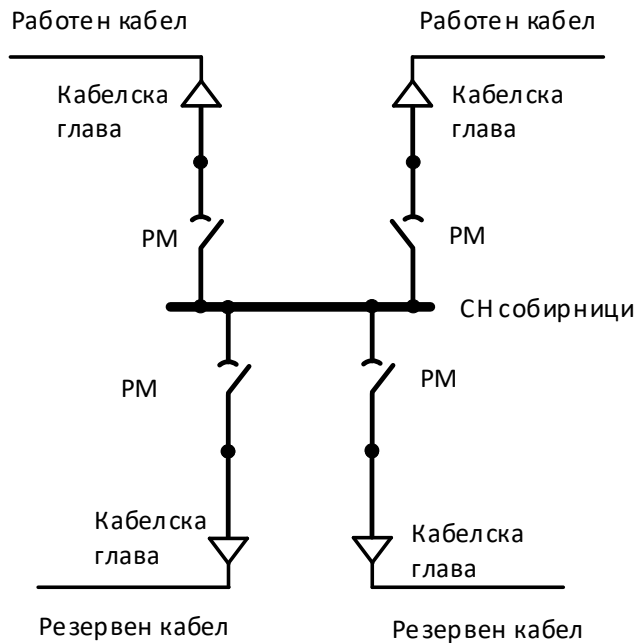
МРЕЖА СО РЕЗЕРВЕН КАБЕЛ (КЛАС-МРЕЖА)

- Модификација на мрежите со отворени прстени
 - „резервен кабел“ е извод со повеќе елементи (секции) што не се оптоварени во нормален погон, но се под напон
 - извод преку кој во нормален погон се напојуваат потрошувачите се нарекува „работен кабел“ составен од одделни елементи (секции)
 - вообичаено, на еден работен кабел (извод) се користат четири работни кабли (изводи) и тие заедно чинат еден „технички модул“
 - една ТС ВН/СН најчесто има повеќе од еден технички модул
 - некои автори наместо термините резервен кабел и работен кабел ги користат термините „резервен извод“ и „работен извод“
 - кога е потребно да се направи промена на конфигурацијата (исклучување) на еден работен кабел заради дефект или планско одржување, оптоварувањето се префрла на резервниот кабел
 - работните кабли не мора да имаат голема резерва (голем напречен пресек) како во случајот со мрежите со отворени прстени што е предност од аспект на инвестициите
 - недостаток е тоа што загубите на напон и моќност се поголеми и трајноста на работните кабли е намалена
 - карактеристиките во поглед на доверливоста се слични како и кај мрежите со отворени прстени



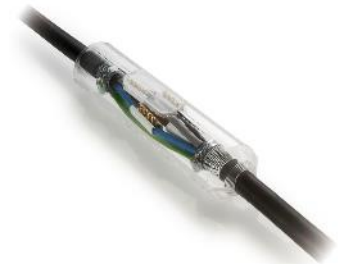
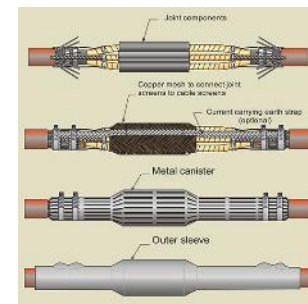
МРЕЖА СО РЕЗЕРВЕН КАБЕЛ (КЛАС-МРЕЖА)

- Зголемените инвестиционите вложувања во јазлите од мрежата (ТС СН/НН) со кои е поврзан резервниот кабел можат да ги надминат заштедите во вложувањата во напречниот пресек на работните кабли
 - во секоја ТС СН/НН со која се поврзува резервниот кабел треба да се предвидат две дополнителни ќелии
 - за да се надмине овој проблем многу често се применува решението „глава на глава“
 - ваквата пракса во многу земји се смета за неквалитетно решение
 - поради тоа, се проблематизираат предностите на овој вид мрежи во однос на мрежите со отворени прстени



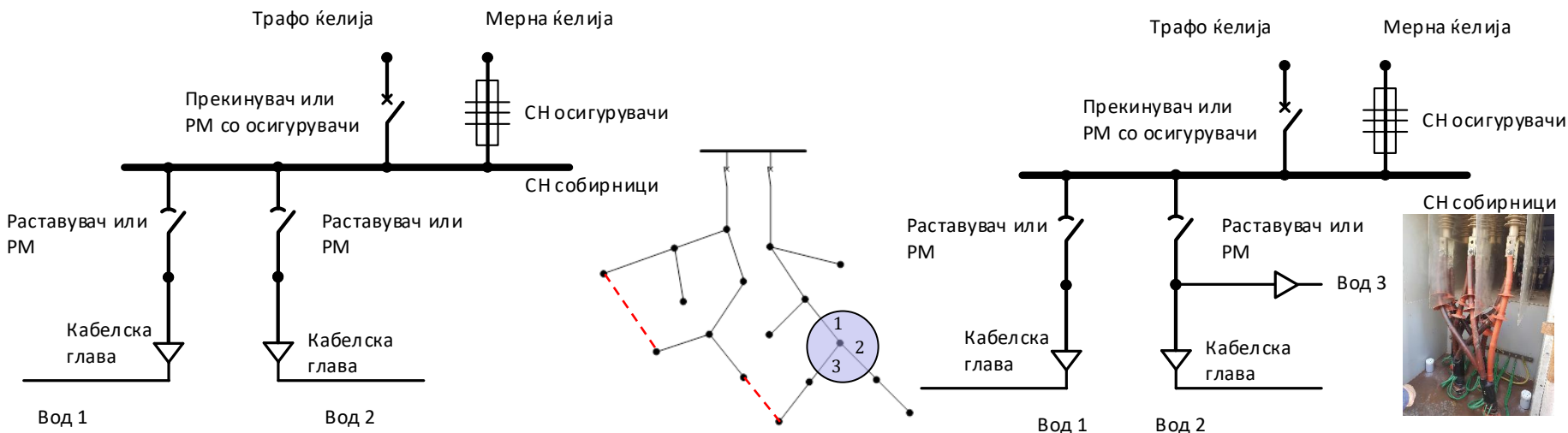
ШТО Е „КАБЕЛСКА ГЛАВА“?

- „Кабелска глава“, односно кабелска завршница, е уред со кој се изведува „завршетокот“ на кабелот и со него се овозможува приклучување на кабелот на друга електрична опрема (раставувач, прекинувач, собирница и сл.)
- „Кабелски муф“ е спојница со која се врши продолжување на каблите
- Основна задача на спојниците и завршниците е да обезбедат заштита на каблите од надворешни влијанија, првенствено од влага која што ќе предизвика оштетување на изолацијата
 - кај СН и ВН кабли дополнително тие треба да обезбедат обликување на електричното поле за да се избегнат парцијалните празнења што негативно влијаат на изолацијата, а со тоа и врз животниот век на каблите
 - кабелските завршници и спојници се најслабите точки на еден вод и места каде што најчесто се јавуваат дефекти



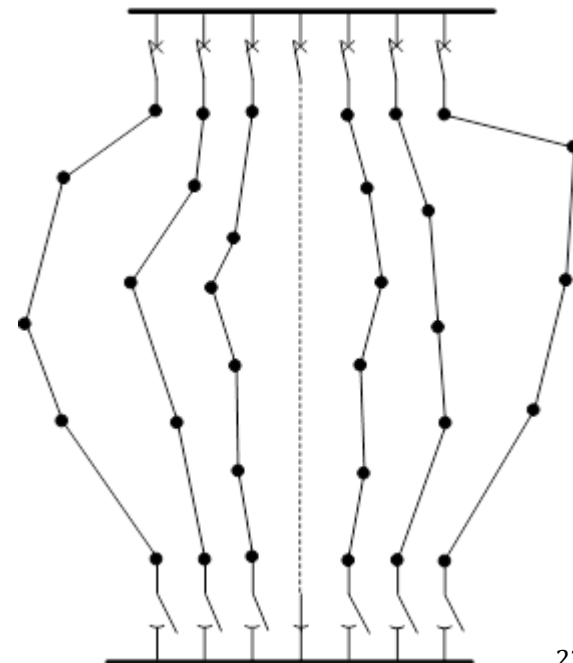
ВРСКА „ГЛАВА НА ГЛАВА“

- Ако се применат претходно наведените принципи за опремување на елементите од ДМ (со раставувачи и прекинувачи), типична ТС СН/НН со еден трансформатор би се состоела од четири ќелии: една трансформаторска, една мерна и две ќелии за поврзување со водови
 - ако на ваква трафостаница треба да се поврзе нов вод, а во ТС нема слободна ќелија или нема простор за додавање на ќелија („градежна резерва“), единствен начин да се поврзе новиот вод е да се користи врската „глава на глава“
 - недостаток на овој начин на поврзување е тоа што ако треба да се еден од водовите поврзани на еден раставувач, се исклучува и другиот вод и со тоа сите потрошувачи напојувани преку другиот вод ќе останат без напојување
 - на пример, при дефект на водот 3 мора да се исклучи РМ во ќелијата на која се поврзани водовите 2 и 3, а со тоа ќе останат без напојување потрошувачите напојувани преку водот 2
 - ваквиот начин на поврзување треба да се избегнува и да се прави во исклучителни случаи



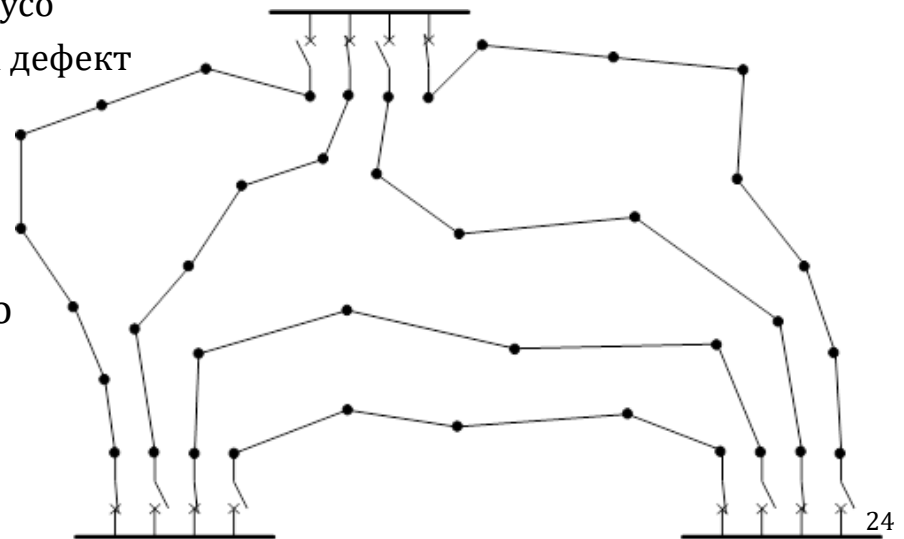
МРЕЖА СО СПРОТИВНА СТРАНИЦА (И РЕЗЕРВЕН КАБЕЛ)

- Варијација на мрежите со резервен кабел
 - сите работни кабли (изводи) и резервниот кабел (извод) од еден технички модул завршуваат на СН собирници во разводната постројка на спротивната страница
 - разводната постројка во подоцнежна фаза може да надгради во ТС ВН/СН
 - ги има сите позитивни карактеристики на мрежата со резервен кабел
 - во најголема мерка се избегнува решението „глава на глава“
 - потребни се значително поголеми инвестициони вложувања отколку кај мрежата со резервен кабел
 - градба на спротивна станица
 - поголеми должини на работните изводи
 - во поглед на доверливоста важат истите забелешки како и за мрежите со отворени прстени и мрежите со резервен кабел



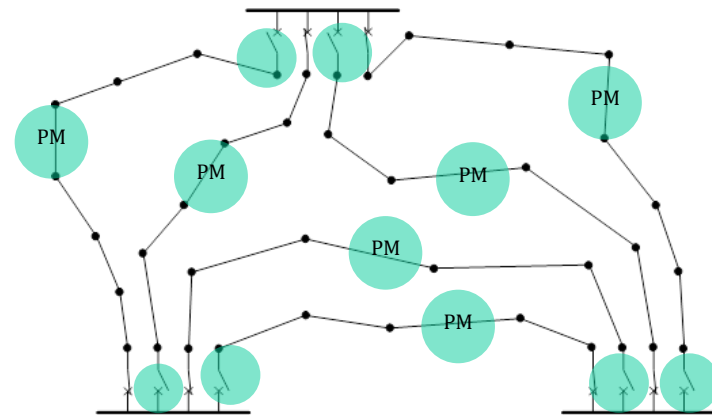
ВРЕТЕНО-МРЕЖИ

- Надградба на мрежите со спротивна страница и резервен извод
 - нема резервен извод
 - погодни за напојување на поголеми градови
 - работните изводи се врзуваат на СН собирници на две соседни ТС ВН/СН и имаат прекинувачи на двата краја, а е отворен само прекинувачот на едниот крај од изводот
 - практично, секоја ТС ВН/СН во нормален режим напојува (приближно) еднаков број изводи со приближно еднакво оптоварување
 - ТС ВН/СН и соодветните напојни ВН водови не мораат да имаат автономна резерва и дури можат да бидат само со еден трансформатор што е огромна предност во однос на мрежите со отворени прстени, со резервен извод или со спротивна страница
 - при испад на една ТС ВН/СН (испад на трансформатор или испад на напојните водови) се исклучуваат сите изводи (со затворени прекинувачи) во таа ТС, а се вклучуваат соодветните прекинувачи во соседните ТС
 - » со оглед на тоа што овие прекинувачи се управувани далечински, времето потребно за реставрација на погонот е релативно кусо
 - » реставрацијата на погонот во случај на дефект во СН елементи е идентична како и кај останатите видови мрежи
 - лесно се приспособува за прифаќање нови оптоварувања, т.е. значителна промена на густината на оптоварувањето



ВРЕТЕНО-МРЕЖИ

- Недостатоци на мрежите во вид на вретено
 - напојните ТС ВН/СН се електрично далечни (големи разлики помеѓу фазните агли на напоните) и поради тоа при затворање на контура со вклучување на вториот прекинувач во некој извод можат да се јават големи струи на изедначување
 - практично и при планско исклучување заради зафати во СН елементи од мрежата е неопходно да има прекин во напојувањето за потрошувачите од тие изводи
 - слично како и мрежите со резервен извод, СН водови се релативно високо оптоварени со што се скусува нивниот животен век и негативно влијае врз напонските прилики во СН, како и врз загубите на моќност во СН мрежа
 - за да се надмине претходниот недостаток вретено-мрежите можат да се модифицираат така што прекинувачите на двата краја од изводите би биле затворени, а како резервен вод би служел некој елемент на (електричната) средина од изводот
 - при дефект на некој од СН водови помал број потрошувачи би останале без напон, подолгото време на реставрација на погонот при испад на ТС ВН/СН би можело да се скуси ако во резервните водови се инсталираат РМ или прекинувачи со далечинско управување
 - напонските прилики и загубите во СН мрежа би биле слични како и кај мрежите со отворени прстени, но со значително намалени инвестициони вложувања, односно подобра искористеност на трансформаторите ВН/СН



МРЕЖА СО ДВОЈНИ КАБЛИ

- Два соседни извода (главни кабли) напојуваат множество потрошувачи (ТС СН/НН) преку соодветни отцепи, поврзани на двата кабла
 - секој потрошувач е поврзан со двата кабла, но е вклучен раставувачот/прекинувачот само кон еден од каблите
 - приближно половина од потрошувачите е приклучена на еден од изводите (главни кабли)
 - ТС ВН/СН треба да има автономна резерва
 - главните кабли не смеат да се напојувани од различни ТС ВН/СН
 - со помош на релативно евтина локална автоматика во секоја ТС СН/НН практично може да се елиминира времето на прекин кај потрошувачите и без постоење на систем за далечинско управување со РМ
 - на сликата е прикажана шема во која ТС СН/НН и не мора да бидат блиску до главните кабли, варијанта што се применува во Франција
 - должината на отцепите (изведени со Т-врска) со кои се поврзуваат ТС СН/НН можат да бидат на релативно големо растојание
 - во други земји (на пример во Русија) главните водови влегуваат во ТС СН/НН и таму се поврзани на класичен начин со РМ
 - зголемена доверливост, но поскапо решение
 - најчесто, овој принцип на градба на ДМ не се применува за цела мрежа
 - најчесто се применува во дел ДМ за напојување на критични потрошувачи (болници, банки, индустриски објекти или други стратешки објекти)
 - малку модифициран концепт може да се примени и за напојување на критични потрошувачи во НН мрежи

